

3. CÁLCULO DE LA COTA DE INUNDACIÓN PRODUCIDA POR EL TEMPORAL DEL 1 DE NOVIEMBRE DE 2015

3.1 METODOLOGÍA APLICADA.

Se aplicará la misma metodología, formulaciones y software SMC del GIOC (Universidad de Cantabria), que la desarrollada y especificada a lo largo de los anteriores apartados 1. y 2. Al igual que en el apartado anterior (2.), se realiza en el presente apartado 3., un estudio específico de la cota de inundación que produjo el temporal que tuvo lugar el día 1 de noviembre de 2015.

3.2 DATOS DEL TEMPORAL DEL DÍA 1 DE NOVIEMBRE DE 2015.

Para obtener los datos de los niveles del mar y parámetros del oleaje que determinan el temporal que tuvo lugar el día 1 de noviembre de 2015, se ha accedido a los registros del citado día de los mareógrafos de Algeciras de la Red REDMAR de Puertos del Estado de niveles de marea astronómica y marea meteorológica (residuo), así como de la boya activa de Algeciras-Punta Carnero, siendo ambos instrumentos de medición, los de mayor proximidad a la zona de estudio disponibles a la fecha del temporal de estudio, siguiendo el criterio de los apartados precedentes.

3.2.1. NIVELES MAREALES DEL DÍA 01-11-2015.

Los niveles registrados por el mareógrafo de Algeciras el día 1 de noviembre de 2015 a las 17:00 fueron los siguientes:

MAREÓGRAFO DE ALGECIRAS 3541

| NIVELES REFERIDOS AL CERO REDMAR | | | | | |
|----------------------------------|-----|------------|-----------|------------------------|--------------------------|
| MES | DÍA | Hora (UTC) | Nivel cm) | Marea Astronómica (cm) | Marea Meteorológica (cm) |
| NOV | 01 | 17 | 130 | 104 | 26 |

A partir de los parámetros de nivelación y referencias altimétricas de los mareógrafos, que proporciona Puertos del Estado, se transformaron los niveles anteriores referidos al cero REDMAR, a niveles referidos al N.M.M.A. para su homogenización y compatibilidad con el cero del sistema cartográfico-batimétrico sobre

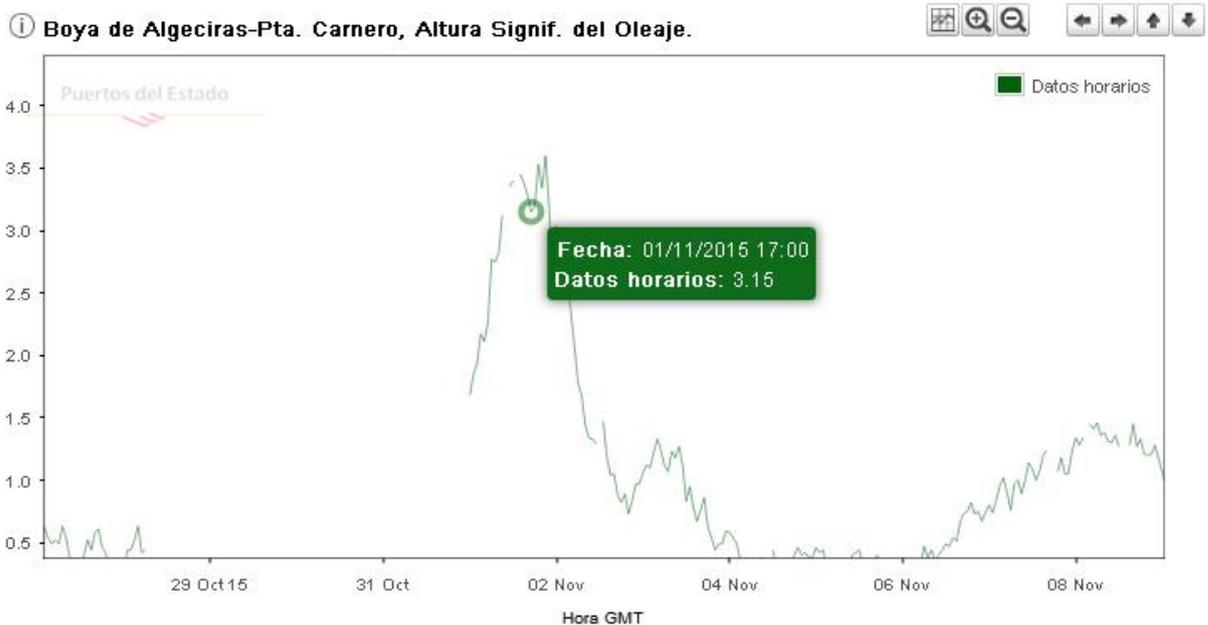
el que se realiza el presente estudio. Los valores de los niveles mareales anteriores, referidos al N.M.M.A. (cero geodésico, I.G.N.) fueron los siguientes:

MAREÓGRAFO DE ALGECIRAS 3541

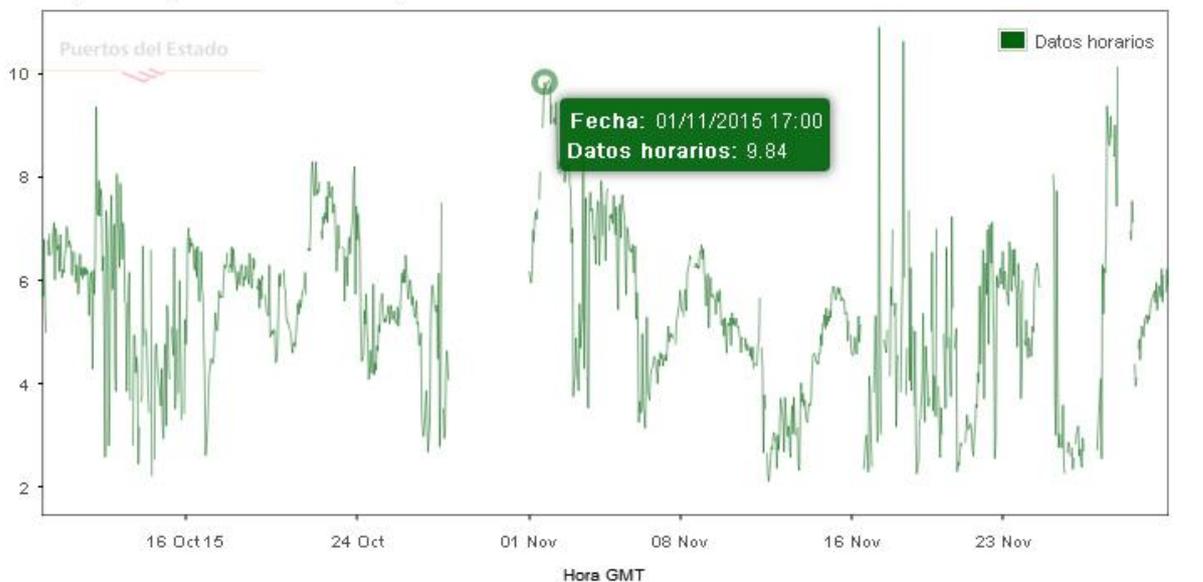
| NIVELES REFERIDOS AL N.M.M.A. | | | | |
|-------------------------------|-----|------------|----------|-------------|
| MES | DÍA | Hora (UTC) | Nivel cm | Nivel (m.) |
| NOV | 01 | 13 | 78 | 0,78 |

3.2.2. REGISTROS DE LA BOYA DE ALGECIRAS-PUNTA CARNERO DEL DÍA 01-11-2015.

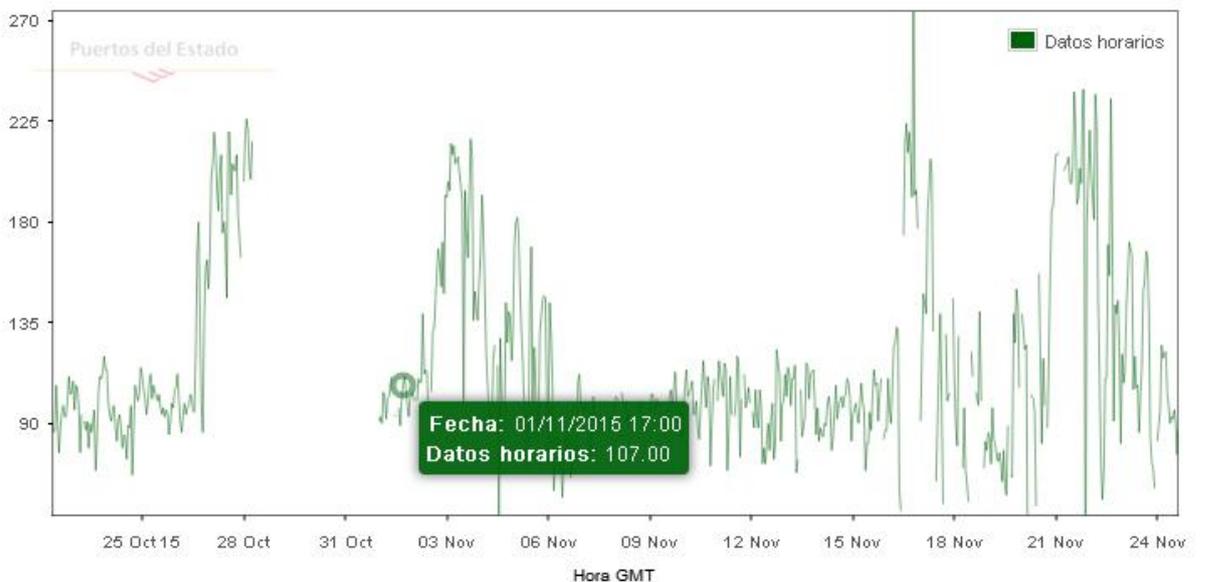
La boya activa de mayor proximidad a la zona de estudio de Estepona, la de Algeciras-Punta Carnero, proporciona los siguientes datos del temporal del día 01 de noviembre de 2015 a las 17:00 horas:



① **Boya de Algeciras-Pta. Carnero, Periodo de Pico.**



① **Boya de Algeciras-Pta. Carnero, Direcc. Media de Proced..**



| BOYA DE ALGECIRAS-PTA. CARNERO 1504 | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| MES/AÑO | DÍA | HORA | Altura significante (m.) | Período de pico (seg) | Dirección Procedencia (º sex.) |
| Noviembre 2015 | 1 | 17:00 | 3,15 | 9,84 | 107º |

3.3 PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.

3.3.1. PRIMERA FASE: DESDE LA BOYA A AGUAS INDEFINIDAS SEGÚN DIRECCIONES PRINCIPALES.

Como la profundidad de la boya de Algeciras-Punta Carnero, no corresponde a aguas indefinidas, se hace necesaria una primera propagación hasta profundidades indefinidas. Al tratarse de una boya direccional, y conocerse la dirección de procedencia del oleaje, se aplicará la teoría de asomeramiento de Shuto descrita en el apartado 1., a los siguientes valores que caracterizan el temporal:

| Hs (m.) a 40 m. de prof. | Tp (seg.) | α_0 ángulo inicial frente oleaje batimetría (grados sex.) a 40 m. de prof. | Pendiente m promedio de batimetría en zona de propagación (desde - 85m.) | Distancia aproximada de la boya a la costa (m.) |
|--------------------------------|-----------|---|--|---|
| 3,15 | 9,84 | 48 | 0,015 | 1.660 |

Para aguas indefinidas, y aplicando asomeramiento de Shuto, obtenemos una altura de ola en profundidades indefinidas de **3,04 m.**

3.3.2. SEGUNDA FASE: DESDE PROFUNDIDADES INDEFINIDAS HASTA PIE DE COSTA.

En función de los datos del temporal, de la batimetría y de la cartografía, los datos de los que ya se dispone antes de realizar esta segunda fase para obtener el régimen de oleaje propagado a pie de costa son:

| Hs (m.) a 40 m. de prof. | Hs (m.) en aguas indef. | Tp (seg.) | α_0 ángulo inicial frente oleaje batimetría (grados sex.) a 40 m. de prof. | Pendiente promedio batimetría zona propagación desde (-85 m.) | m de en de | Pendiente promedio en zona de rompientes | m | Distancia aproximada de la boya a la costa (m.) |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------|---|--|---------------------|--|---|--|
| 3,15 | 3,04 | 9,84 | 48 | 0,015 | | 0,045 | | 1.660 |

Aplicando la teoría de asomeramiento de Shuto, los criterios de rotura y el software SMC descritos en el apartado 1 (módulos de Propagación y de Rotura), se obtienen los valores propagados a pie de costa, hasta una profundidad levemente superior a la profundidad de rotura previamente estimada, al objeto de que no se haya iniciado el proceso de rotura de la ola, como ya se indicó en los cálculos de dicho apartado. Los valores de propagación han sido los siguientes:

| | |
|---|-------|
| H _b , estimación de la altura de ola (m.) en rotura , con teoría de asomeramiento de Shuto. | 3,85 |
| d _b Onda solitaria (m.) | 4,95 |
| d _b Weggel (m.) | 3,86 |
| d _b Goda (m.) | 4,21 |
| d _b Sunamura (m.) | 4,49 |
| d _b Kamisky-Krauss (m.) | 4,04 |
| d _b Miche (m.) | 4,37 |
| d _b Ostendorf-Madsen (m.) | 4,33 |
| d _b Battjes (m.) | 4,53 |
| d _b Kamphuis (m.) | 5,49 |
| d _b Larson-Krauss (m.) | 4,31 |
| d _b promedio varios autores (m.) | 4,45 |
| d _b incrementado +1 m. para cálculos de propagación, para asegurar que no ha tenido lugar el inicio del fenómeno de rotura (m.) | 5,55 |
| H _{spp} altura de ola significativa propagada a pie de costa a la profundidad de 5,55 m., antes del inicio de proceso de rotura (m.) | 4,14 |
| T _p período de pico | 9,84 |
| α ángulo de incidencia del oleaje a la profundidad de propagación en grados sex. | 27,12 |

Por tanto, los valores resultantes tras la propagación, que servirán para los cálculos del run-up, son los siguientes:

| H _{spp} (m.) | T _p (seg.) | α | Profundidad de propagación previa a la rotura (m.) | Pendiente media m en zona de rompientes |
|-----------------------|-----------------------|-------|--|---|
| 3,80 | 9,84 | 23,65 | 5,55 | 0,045 |

3.4 CÁLCULOS DE RUN-UP.

Una vez obtenidos y calculados los valores del temporal propagados a pie de costa de la zona a poniente del Puerto del T.M. de Estepona, se calculará la sobreelevación del mar por efecto del run-up.

Se aplica la misma metodología descrita en los cálculos de los apartados 1 y 2., obteniendo los resultados del run-up $R_{02\%}$ con la aplicación informática SMC, módulo de Run-up en playas que lleva implementada la formulación de Nielsen y Hanslow (1991), aplicando posteriormente para la obtención del $R_{2\%}$ la corrección de Van Der Meer. Los factores correctores ya obtenidos en dicho apartado fueron :

| γ_f | γ_b | γ_w |
|------------|------------|------------|
| 1 | 0,6 | 1 |

| CÁLCULOS DE RUN-UP | |
|---|--|
| Pendiente zona emergida | $m = 0,015$ |
| Pendiente media en zona de rompientes | $m=0,045$ |
| Parámetros oleaje a pie de costa | $H_{pp}=3,80$ m, $T_p = 9,84$ seg., $\alpha = 23,65^\circ$ |
| Run-up $R_{02\%}$ según Nielsen Hanslow (1.991) | $R_{0(2\%)} = 1,90$ m. |

Por tanto, el valor final de Run-up será de

$$R_{2\%} = R_{02\%} * \gamma_f * \gamma_b * \gamma_w = 1,64 * 1 * 0,6 * 1 = \mathbf{1,14 \text{ m.}}$$

3.5. COTA DE MÁXIMA INUNDACIÓN.

Al igual como se procedió en los cálculos de los apartados 1 y 2., la cota de máximo alcance del nivel del mar en el episodio de temporal del día 20 de febrero de 2016, se obtiene superponiendo los efectos de mareas (astronómica y meteorológica) y run-up, por lo que se suma el valor obtenido del nivel mareal (marea astronómica + marea meteorológica) en el citado día y a la misma hora del registro de la boya, al del run-up obtenido. Por la misma razón que en el apartado anterior (celeridad de la onda y distancia de la boya a la orilla), el tiempo de alcance de la ola a la orilla desde el registro de la boya,

es inferior a 5 minutos, lo que hace innecesaria la sincronización con un registro mareal posterior, para el cálculo de la cota de máxima inundación.

Los resultados referidos al N.M.M.A. son los siguientes:

| ZONA | MÁXIMO NIVEL MAREAL (astronómica + meteorológica m.) | INCREMENTO POR RUN-UP (m.) | COTA DE MÁXIMA INUNDACIÓN (m.) |
|---|--|----------------------------|--------------------------------|
| Plataforma de terrenos ganados al mar a poniente del Puerto de Estepona | 0,78 | 1,14 | 1,92 |

Por tanto la cota de máxima inundación del temporal que tuvo lugar el día 1 de noviembre de 2015 en la zona de estudio, fue de **1,92 m.**, por lo que, **en función de la cota de inundación obtenida, toda la plataforma es inundable con los parámetros del temporal calculado**, tal y como se evidencia en el ortofoto-plano topográfico de la página 123.

Al igual que sucedió con el temporal del día 20 de febrero de 2016, este resultado también confirma el obtenido en el apartado 1 según los criterios reglamentarios en cuanto a la inundabilidad de los terrenos objeto de estudio, dado que con un temporal con valores inferiores de magnitud a los del temporal seleccionado según los preceptos del Reglamento General de Costas (altura de ola y período de pico), se ha constatado la inundación de los mismos, tanto sobre el propio terreno (reportaje fotográfico) como con los cálculos teóricos.

Se adjunta en primer lugar, un reportaje fotográfico de campo realizado el día 1 de noviembre de 2015 durante el episodio máximo del temporal, tomado desde la terraza de uno de los edificios de primera línea que se encuentran en el interior de los terrenos de estudio, y proporcionado a la Demarcación de Costas en Málaga, junto con una serie de exportaciones GIS de detalle de la topografía de la zona interior de los terrenos, al objeto de ubicar las fotografías así como constatar que el resultado de cota de inundación obtenido sobre la topografía de los terrenos objeto de estudio, son coherentes con las

fotografías de inundación del mismo día del temporal obtenidas sobre el terreno. Las fotografías correspondientes al día 1 de noviembre son las numeradas de la nº 1 a la nº 5.

Se adjunta asimismo tras el reportaje anterior, un reportaje fotográfico de campo realizado el día 2 de noviembre de 2015, un día después de alcanzarse los valores de temporal estudiados, realizadas por los técnicos del Servicio de Vigilancia de la Demarcación de Costas en Málaga. En este reportaje, se aprecia que ha habido un consecuente descenso del nivel de inundación en los terrenos tras transcurrir un día y haberse producido la reducción de los valores del oleaje (altura de oleaje), lo cual constata que las inundaciones que se visualizan en las fotografías, son inequívocamente debidas a la penetración del mar que se produjo el día 1 de noviembre de 2015, alcanzando un máximo, a partir del cual la penetración del mar empezó a disminuir, e incluso al reducirse el nivel marino, se fue produciendo el retorno parcial de la inundación al mar por las zonas de desmoronamiento y por las fallas del muro, que quedaron por encima del nivel del mar y por debajo de la inundación alcanzada en los terrenos de estudio.

Por tanto, las fotografías del temporal del día del estudio, 1 de noviembre de 2015, en las que coincidiendo con los valores máximos del temporal se visualiza la totalidad de los terrenos en estudio inundados, y las fotografías del día posterior 2 de noviembre de 2015 en las que se visualiza una reducción notable del nivel de inundación coincidiendo con la remisión del oleaje del temporal, descartan otras causas de inundación en la zona, distintas a las de la penetración marina por el temporal, y evidencian la causa-efecto del temporal con la inundación de los citados terrenos.

Asimismo, se incluye (previo a los dos reportajes fotográficos) copia de un certificado del Centro Meteorológico de Málaga en el que se acredita que los días previos al 1 de noviembre de 2015, no existieron precipitaciones, y en el mismo día del temporal, si que existieron precipitaciones de 36,8 mm en 24 horas, es decir, que suponiendo percolación nula sobre los terrenos de estudio, hubieran supuesto una inundación de 3,6 cm., cuando por lo observado sobre el terreno y por los cálculos teóricos, la cota media de la zona estaba inundada por un espesor de 50-60 cm de promedio, de forma que la pluviometría registrada el mismo día del temporal, nunca pudo ser la causa de las inundaciones observadas sobre el terreno, refutadas asimismo por los cálculos teóricos. Por tanto, dicho certificado confirma la aportación marina mayoritaria en la inundación del día 1 de noviembre de 2015.

Pablo Aguayo Maldonado, Jefe de la Sección de Climatología del Centro Meteorológico de Málaga, y a solicitud de

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE.
DEMARCACIÓN DE COSTAS.**

Certifica:

Que en base a los datos disponibles en los archivos de este Centro Meteorológico,

Los datos de precipitación diaria registrados en la estación **Estepona (60581)** los días solicitados de los **años 2015 y 2016**, son los que se detallan a continuación:

| FECHA | P24 | P60 | PINTMAX | FECHA | P24 | P60 | PINTMAX |
|------------|------|------|---------|------------|------|------|---------|
| 30/10/2015 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26/11/2016 | 35.4 | 10.0 | 33.6 |
| 31/10/2015 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27/11/2016 | 18.8 | 8.0 | 16.8 |
| 1/11/2015 | 36.8 | 32.2 | 87.6 | 28/11/2016 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2/11/2015 | 8.4 | 2.2 | 4.8 | 29/11/2016 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3/11/2015 | 10.6 | 5.2 | 7.2 | 30/11/2016 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | 1/12/2016 | 82.8 | 37.6 | 69.6 |

P24.- Precipitación de 0 a 24 horas y expresada en mm (l/m^2).

P60: Máxima precipitación caída en 1 hora y expresada en mm (l/m^2).

PINTMAX (Intensidad máxima de precipitación): Máxima precipitación caída en 10 minutos y expresada en mm por hora

El presente certificado se emite a los efectos oportunos.

Málaga, a 15 de diciembre de 2016

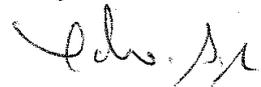


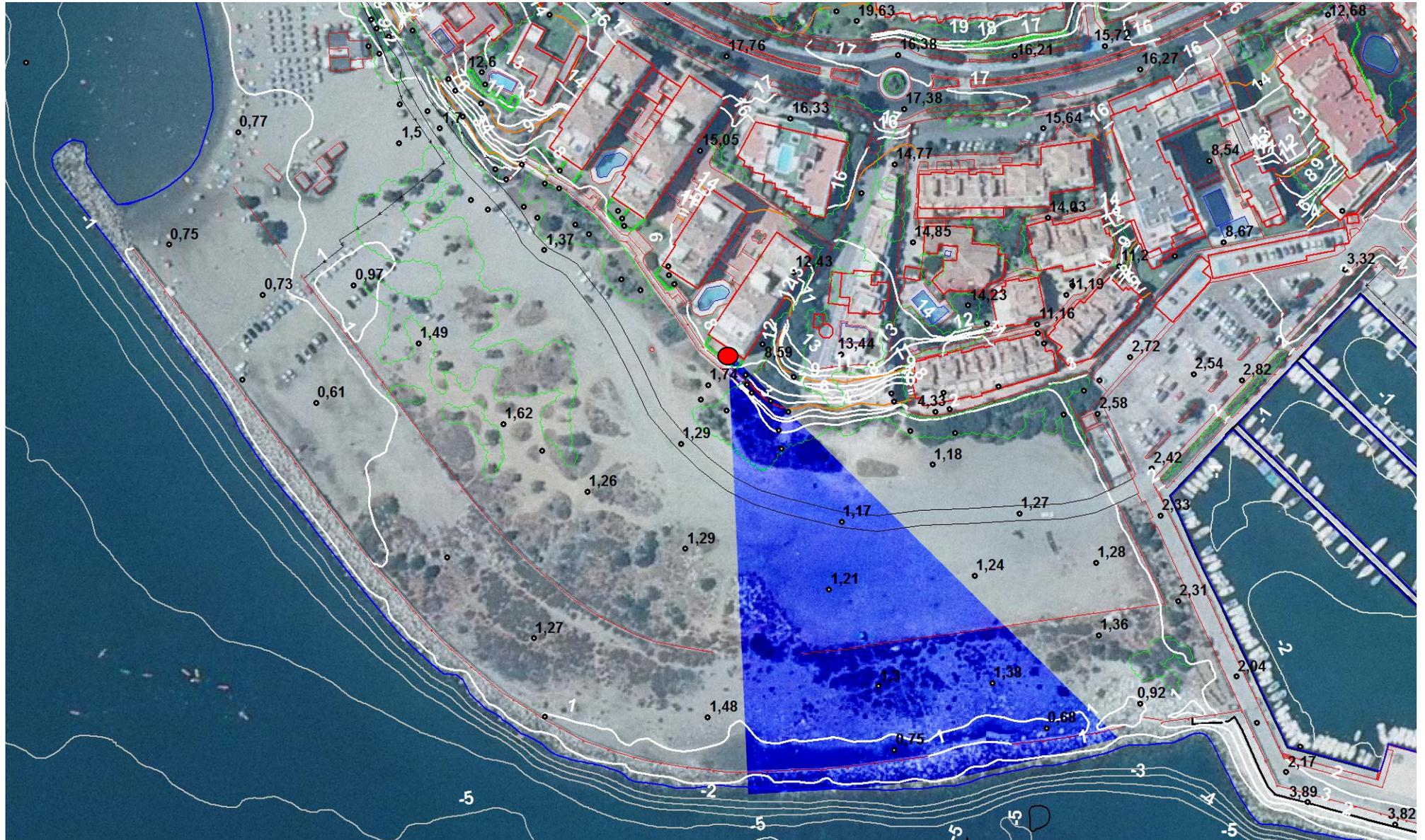


Imagen de la topografía general de la zona sobre ortofoto. Puntos de cota terreno en negro, isobatas y curvas de nivel y su elevación en blanco. En función de la cota de inundación obtenida, toda la plataforma es inundable con los parámetros del temporal calculado.





Foto nº 1. Terrenos de estudio inundados en su totalidad dada su morfología de pendiente casi nula y cota altimétrica promedio de 1,2 m., inferior a la cota +1,92 m. calculada (salvo sobreelevaciones puntuales aisladas). Fotografía tomada desde terraza de edificio de 1ª línea. En la parte izquierda de la fotografía se aprecia la penetración diáfana del mar en la zona de muro derruida.



Ubicación de toma (punto rojo) y cobertura de panorámica de la foto nº 1 (sombreada en azul) sobre ortofoto-plano topográfico de la zona.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail: idyma@idyma.es



Foto nº 2. Tomada desde el mismo punto que la anterior, con giro panorámico hacia poniente sobre los terrenos de estudio, y visualización de la inundación desde el perímetro en contacto con el mar hasta las inmediaciones de la línea de fachada de la primera línea de edificios.



Ubicación de toma (punto rojo) y cobertura de panorámica de la foto nº2 (sombreada en azul) sobre ortofoto-plano topográfico de la zona.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail:idyma@idyma.es



Foto nº 3. Tomada desde el mismo punto que las anteriores, con giro panorámico hacia poniente, y visualización de la inundación desde el perímetro en contacto con el mar hasta las inmediaciones de la base de la línea de fachada de la primera línea de edificios.



Ubicación de toma (punto rojo) y cobertura de panorámica de la foto nº 3 (sombreada en azul) sobre ortofoto-plano topográfico de la zona.



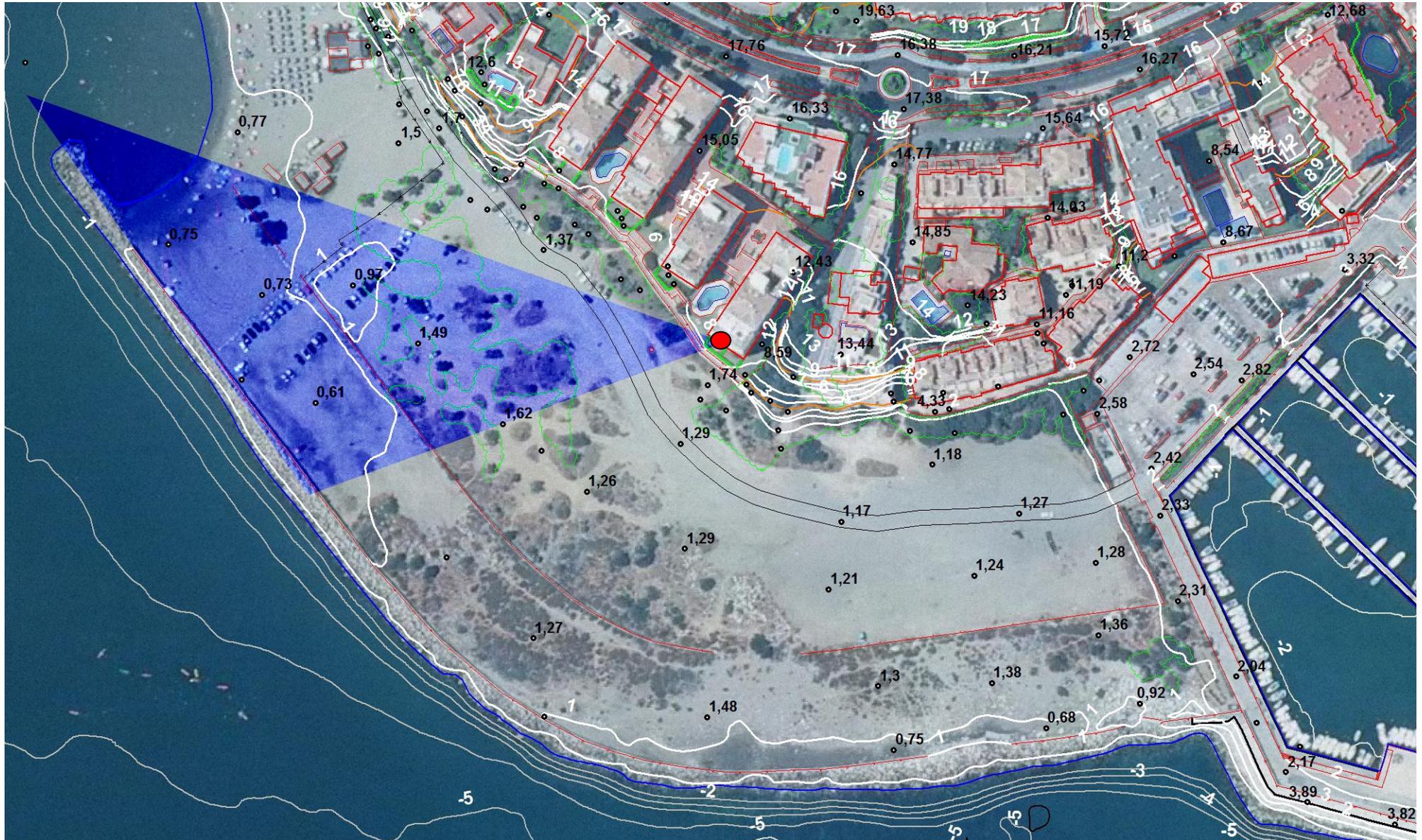
Foto nº 4. Tomada desde el mismo punto que las anteriores, con giro panorámico hacia poniente, y visualización de la inundación desde el perímetro en contacto con el mar hasta los terrenos con presencia arbustiva en que sube la cota del terreno así como la pendiente vegetada, hasta la fachada de la primera línea de edificios.



Ubicación de toma (punto rojo) y cobertura de panorámica de la foto nº 4 (sombreada en azul) sobre ortofoto-plano topográfico de la zona.



Foto nº 5. Tomada desde el mismo punto que las anteriores, con giro panorámico hacia poniente, y visualización de la inundación hasta el extremo de poniente, en la otra zona abierta (además de las zonas de desmoronamiento de los muros) de penetración directa del mar por la playa.



Ubicación de toma (punto rojo) y cobertura de panorámica de la foto nº 5 (sombreada en azul) sobre ortofoto-plano topográfico de la zona.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail: idyma@idyma.es



Fotografía tomada por los técnicos del Servicio de Vigilancia el día 2 de noviembre de 2015, tras remitir el temporal, en la que se aprecia la disminución sensible del nivel de inundación.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail:idyma@idyma.es



Fotografía tomada por los técnicos del Servicio de Vigilancia el día 2 de noviembre de 2015, tras remitir el temporal, en la que se aprecia la disminución sensible del nivel de inundación.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail:idyma@idyma.es



Fotografía tomada por los técnicos del Servicio de Vigilancia el día 2 de noviembre de 2015, tras remitir el temporal, en la que se aprecia la disminución sensible del nivel de inundación.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail:idyma@idyma.es



Fotografía tomada por los técnicos del Servicio de Vigilancia el día 2 de noviembre de 2015, tras remitir el temporal, en la que se aprecia la disminución sensible del nivel de inundación.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail: idyma@idyma.es



Fotografía tomada por los técnicos del Servicio de Vigilancia el día 2 de noviembre de 2015, tras remitir el temporal, en la que se aprecia la disminución sensible del nivel de inundación.

4. TRABAJOS DE CAMPO

4.1. PROSPECCIONES SOBRE EL TERRENO

Con fechas de 7 y 8 de noviembre de 2016, fue realizada una campaña de campo para la toma de datos topográficos de precisión y fotografías in situ sobre los terrenos objeto de estudio. En dicha campaña, fueron observados los distintos elementos fisiográficos que tienen incidencia en la inundabilidad de los terrenos, como la propia topografía del terreno, las fallas del muro perimetral a lo largo de la mayor parte de su recorrido, los metros lineales de desmoronamientos en dos zonas discontinuas del muro, así como la naturaleza y características de los suelos inundables.

Un aspecto relevante que es preciso señalar, es que además de las dunas y microdunas de la trascosta de la playa de poniente; fue observado que la franja de terrenos exterior (hacia el mar) comprendida entre los dos muros, el exterior con escollera, y el segundo muro interior en disposición paralela al anterior, presenta de forma mayoritaria un horizonte superficial de espesor variable formado por depósitos arenosos, que pueden deber su presencia tanto a la acción eólica desde la playa de poniente (como una de las fuentes de suministro de estos áridos), como en la sedimentación de las arenas en suspensión transportadas por el agua de mar que penetra en los episodios de inundación.

Dicha sedimentación tendría lugar por tanto con el incremento de niveles marinos y los oleajes en los temporales, una vez que el agua de mar que ha penetrado de forma directa por las zonas de desmoronamiento de los muros y por la playa, quedando retenida en la en la franja comprendida entre los dos muros, el exterior y el interior (ambos con desmoronamientos), permanece el tiempo suficiente y con el estado dinámico de mar necesario, para que comiencen los procesos de sedimentación por decantación de las arenas en suspensión.

Cuando los niveles marinos descienden por la remisión del temporal, quedando por debajo del nivel de las fallas del muro y de las zonas desmoronadas, el agua que ha penetrado durante el temporal, inicia en parte su descenso de nivel y evacuación hacia el mar (además del retorno vía infiltración), en un proceso lento que puede durar días (en las fotos del día 2 de noviembre, 1 día después del temporal, se observa que permanece parte de la inundación), y que permite un estado de estabilidad dinámica en el agua retenida, suficiente para que el peso de las fracciones granulométricas arenosas sea



superior a las fuerzas dinámicas de transporte, momento en el que dará comienzo la decantación y sedimentación de los áridos en suspensión de esta agua de mar retenida.

Este aspecto es relevante en cuanto a la demanialidad de dicha franja, ya que a su inundabilidad, se suma la acumulación de depósitos de materiales sueltos (arenas) de procedencia marina.

Se adjunta a continuación un reportaje fotográfico de campo, con los distintos elementos distintivos, tanto fisiográficos como antrópicos, mas importantes de esta zona objeto de estudio:

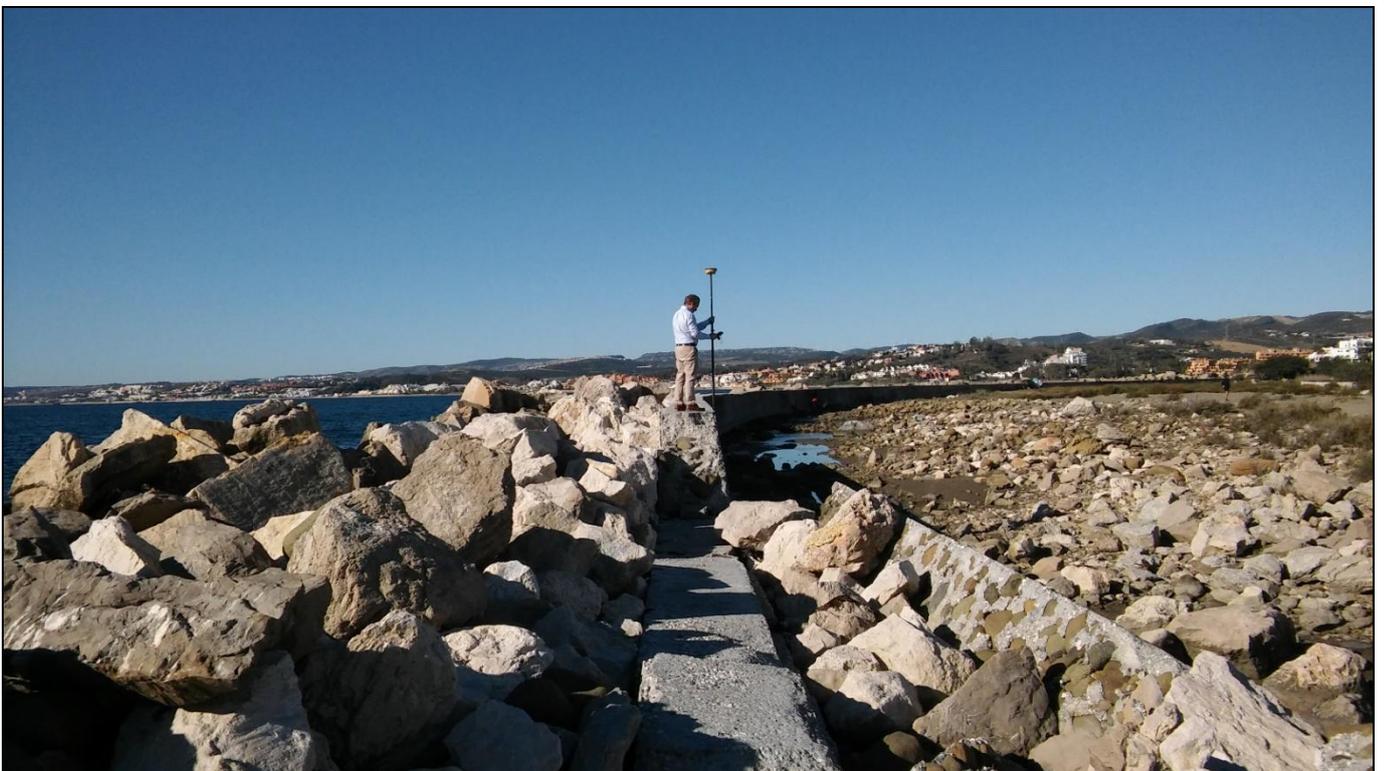
4.1.1. FOTOGRAFÍAS DE LAS ZONAS DE MUROS DESMORONADOS Y DEL ESTADO GENERAL DE DETERIORO (FALLAS)

FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN Nº1 (FMU1)





FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN Nº2 (FMU2)



FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN Nº3 (FMU3)



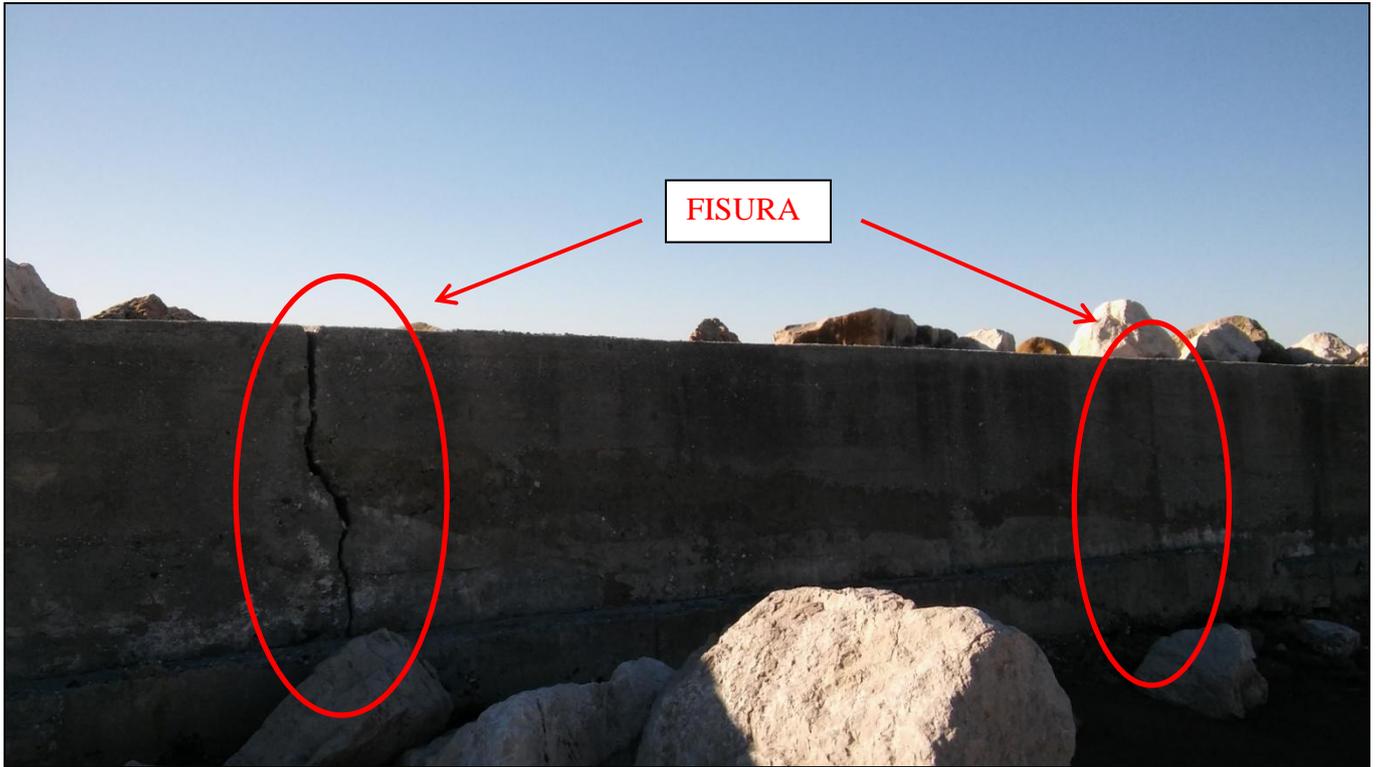
FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN Nº4 (FMU4)



FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN Nº5 (FMU5)



FOTOGRAFIAS MURO UBICACIÓN N°6 (FMU6)





Ubicador de las anteriores fotografías.

4.1.2. FOTOGRAFÍAS DE LA PENETRACIÓN DEL AGUA DE MAR POR LAS ZONAS DERRUIDAS Y DETERIORADAS EN EL TEMPORAL DEL 20 DE FEBRERO DE 2016









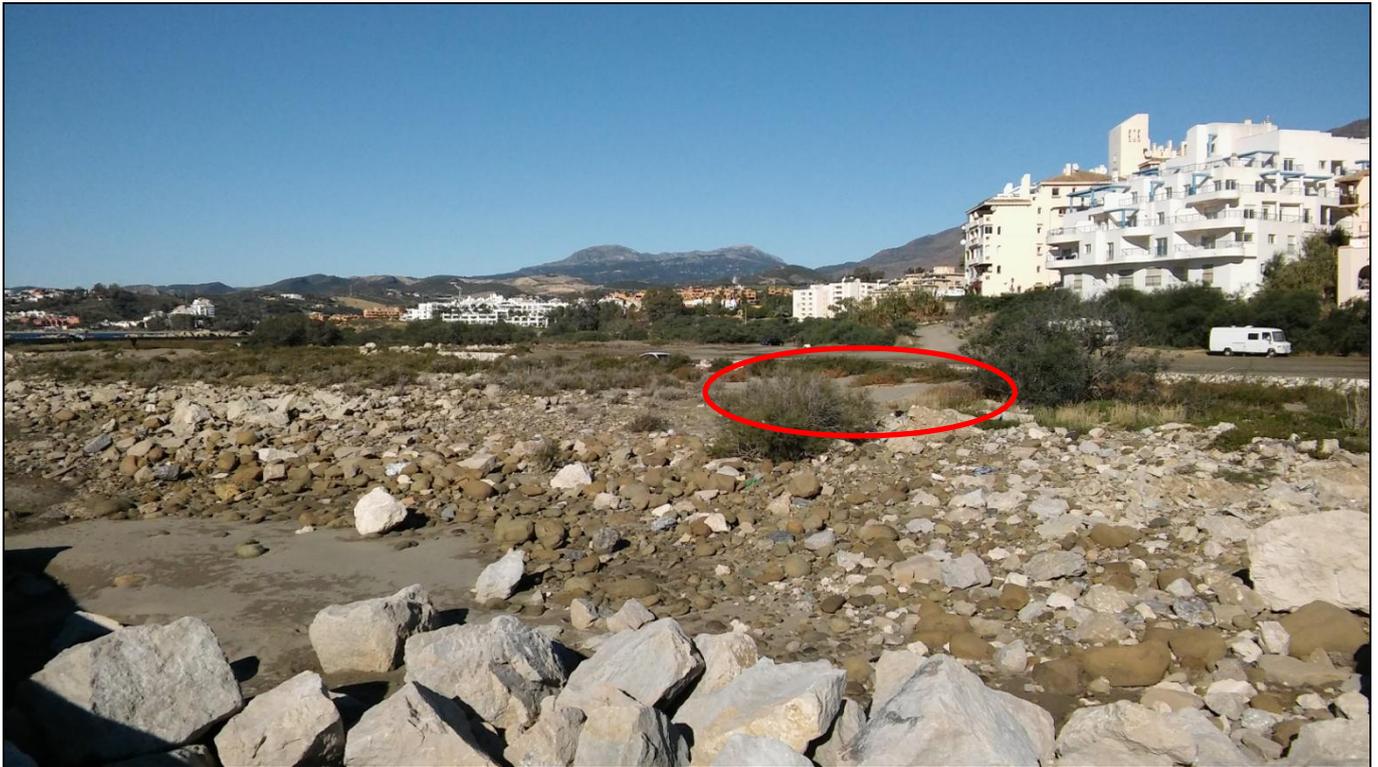
4.1.3. FOTOGRAFÍAS DE LAS ZONAS DE ACUMULACIÓN DE MATERIALES SUELTOS (ARENAS SEDIMENTADAS) Y DE ZONAS DUNARES

FOTOGRAFIAS ARENAS Y PEQUEÑAS DUNAS UBICACIÓN Nº1 (FDU1)





FOTOGRAFIAS ARENAS Y PEQUEÑAS DUNAS UBICACIÓN Nº2 (FDU2)







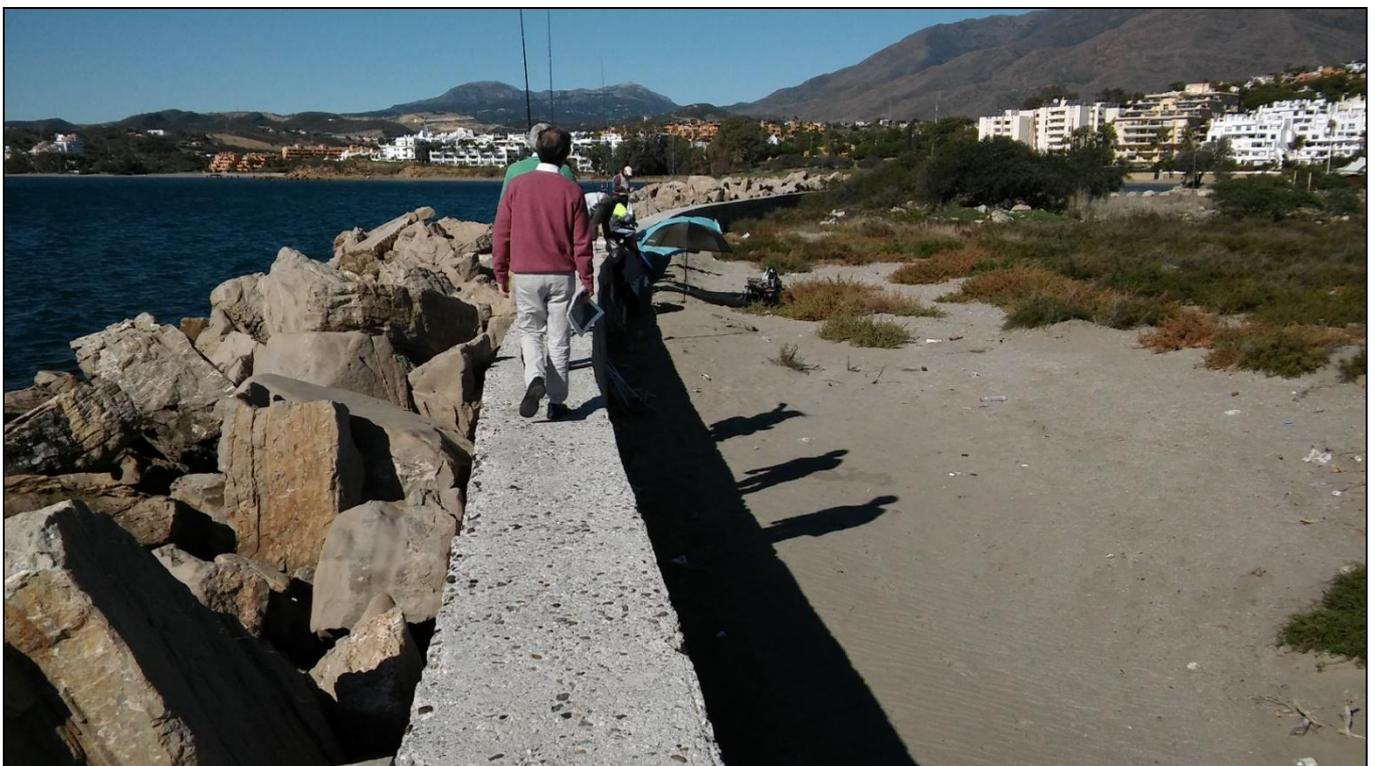
FOTOGRAFIAS ARENAS Y PEQUEÑAS DUNAS UBICACIÓN Nº3 (FDU3)







FOTOGRAFIAS ARENAS Y PEQUEÑAS DUNAS UBICACIÓN Nº4 (FDU4)



FOTOGRAFIAS ARENAS, Y PEQUEÑAS DUNAS UBICACIÓN Nº5 (FDU5)







Ubicador de las anteriores fotografías.

4.1.4 FOTOGRAFÍAS DE LAS INFILTRACIONES DEL AGUA DE MAR A TRAVÉS DE LAS ZONAS DERRUIDAS Y FALLAS DEL MURO, TAMBIÉN EN ESTADOS DE MAR ORDINARIOS DE AUSENCIA DE TEMPORAL
FOTOGRAFIAS AGUA DE MAR UBICACIÓN Nº1 (FAU1)





FOTOGRAFIAS AGUA DE MAR UBICACIÓN Nº2 (FAU2)







Ubicador de las anteriores fotografías.

4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON GPS DE PRECISIÓN

Fueron realizados los días 7 y 8 de noviembre, trabajos topográficos sobre la zona de estudio, al objeto de obtener datos topográficos de precisión complementarios a los de la cartografía a escala 1/1.000 de la ecocartografía, a la vez que asegurar que los datos altimétricos que se están manejando para los estudios de inundación provenientes de dicha cartografía, resultan fiables en los rangos de tolerancia para la escala cartográfica.

Se emplearon equipos de doble frecuencia TOPCON HIPER V, de precisión centimétrica RTK, procesadora de datos TOPCON FC500 software topográfico Magnet Field, con correcciones mediante conexión al servidor de datos GNSS de la Red de bases emisoras de Andalucía. El sistema-datum de trabajo fue el oficial, ETRS89, huso 30, coordenadas en proyección U.T.M.

Los resultados del levantamiento topográfico, en el que fueron tomados tanto puntos del terreno como de los muros, incluyendo sus roturas y zonas de desmoronamiento, ratifica lo que se había ya evidenciado en varios episodios de temporal in situ, como los reflejados en los reportajes fotográficos que se incluyen en el presente estudio, y es que la cota altimétrica de la zona de estudio, es inferior a las cotas de inundación calculadas, y en consecuencia tiene lugar la inundación de los terrenos objeto de estudio en los episodios de temporal, tanto en el supuesto reglamentario como en los temporales concretos analizados.

Dada la modalidad de trabajo, la precisión de las cotas altimétricas obtenidas en este levantamiento taquimétrico realizado, tiene un $RMSEz \leq 5$ cm., de forma que estos datos altimétricos, tienen mayor precisión que los datos altimétricos reflejados en la cartografía de la ecocartografía.

Los resultados del taquimétrico G.P.S., reflejados sobre ortoimagen de la zona, se han superpuesto por sus coordenadas ETRS89 sobre la ortofoto del PNOA en el mismo sistema-datum, en tres exportaciones GIS consecutivas, recogiendo la primera los puntos terreno, la segunda puntos de la parte superior del muro no derruido salvo dos de los puntos tomados sobre el terreno a pie de muro (señalados), y la tercera los puntos que acotan las dos zonas de desmoronamiento del muro (miden 17 m. y 30 m.).

El levantamiento taquimétrico G.P.S. de precisión, corrobora la inundación de los terrenos objeto del presente estudio, en los tres cálculos de temporal realizados (según el



Reglamento General de la Ley de Costas, en el temporal del 1 de noviembre de 2015 y en el temporal del 20 de febrero de 2016).



Levantamiento taquimétrico G.P.S. del terreno de la zona de estudio.



Capturas G.P.S. de puntos de la parte superior del muro, y dos puntos a pie de muro en una de las zonas de desmoronamientos.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)

C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid

Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail: idyma@idyma.es



Tomas G.P.S. de los puntos extremos que delimitan las dos zonas derruidas de muro y escollera.



INGENIERIA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)
C/ Navarra nº 2, Urb. Alcor 1, 28280 El Escorial, Madrid
Tfno.: 918961731; Fax: 918903410; e-mail: idyma@idyma.es

MADRID, ABRIL DE 2017, LA EMPRESA CONSULTORA



INGENIERÍA DIGITAL Y
MEDIO AMBIENTE S.L.
CIF: B53278283

INGENIERÍA DIGITAL Y MEDIO AMBIENTE S.L. (IDYMA)
FDO: CRISTIAN JESÚS MONTERO LLERANDI
INGENIERO DE MONTES COLEGIADO Nº 2713