



## ANEJO N°2

### Estudios previos



## ESTADO DE LOS TRABAJOS

Versión	Fecha	Modificaciones
A	03/04/2014	
B	15/05/2014	Inclusión resultados campañas de campo
C	31/07/2014	Versión Proyecto Básico





## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>1</b>
2.1	<i>OBJETO.....</i>	<i>1</i>
2.2	<i>INFORMACIÓN DE PARTIDA.....</i>	<i>1</i>
2.3	<i>DISEÑO DE LA CAMPAÑA.....</i>	<i>3</i>
2.3.1	Área a levantar .....	3
2.3.2	Sistema de coordenadas .....	4
2.3.2.1	Sistema de referencia planimétrico.....	4
2.3.2.2	Sistema de referencia altimétrico.....	6
<b>3</b>	<b>CAMPAÑA GEOTÉCNICA .....</b>	<b>7</b>
3.1	<i>OBJETO.....</i>	<i>7</i>
3.2	<i>DISEÑO DE LA CAMPAÑA.....</i>	<i>8</i>
3.2.1	Prospecciones de campo.....	8
3.2.2	Ensayos de laboratorio.....	10
3.2.3	Resumen de la campaña.....	11

### **Apéndice 2.1.- Planos levantamiento topográfico**

### **Apéndice 2.2.- Informe campaña geotécnica**





## 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la descripción de los estudios previos llevados a cabo en la costa nerjeña de El Playazo a fin de que sirvan como base de cálculo para el desarrollo del Proyecto.

Se procede así al planteamiento y diseño de las campañas topográfica y geotécnica de campo.

Tanto la metodología seguida para la realización de los trabajos de campo, como los resultados obtenidos de su desarrollo, quedará contenida en los informes presentados por las empresas especializadas contratadas, a adjuntar como Apéndices del presente Anejo.

## 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

### 2.1 OBJETO

Disponer de una topografía de detalle actualizada de la zona de actuación que permita obtener un conocimiento exhaustivo de las elevaciones del terreno en la misma, complementando la información topo-batimétrica disponible en el "*Estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Málaga*" descrito a continuación.

### 2.2 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Dicha información, facilitada por la Demarcación de Costas de Andalucía Mediterráneo, corresponde al levantamiento topo-batimétrico de la zona de actuación efectuado desde septiembre de 2004 a septiembre de 2005 por Tecnoambiente como parte del "*Estudio ecocartográfico del litoral de la provincia de Málaga*" (ECOMÁLAGA) a cargo de la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente.





Figura 1. Detalle de la topobatemetría del área de estudio. Curvas cada metro. Fuente: ECOMÁLAGA.

La cartografía de la costa, se obtuvo por dos sistemas de levantamiento; el primero por restitución de un vuelo fotogramétrico y el segundo por topografía clásica de todas las playas secas, con definición de las obras de fábrica existentes.

El vuelo utilizado fue suministrado por la Dirección General de Costas. Dicho vuelo fue realizado en enero de 2003, a color con escala de fotograma 1:5,000.

La escala de representación y captura de datos, corresponde a la escala 1:1,000 con equidistancia de curvas de nivel de 1 metro.

Con el vuelo existente y con el apoyo de campo se escanearon los fotogramas, colocándolos por este proceso a escala, seguidamente se efectuó el montaje en mosaico de la línea de la costa, cortando dicho mosaico georreferenciado a escala 1:5,000.

Los levantamientos topográficos en las zonas de playa seca se llevaron a cabo mediante topografía clásica entrando en el agua con equipo ligero de buceo para definir hasta la cota con valor aproximado de -1.50 m para poder efectuar la unión de los datos procedentes de la playa sumergida y la playa seca.

Los trabajos batimétricos realizados, que definen la playa sumergida, consistieron en el levantamiento de la totalidad del litoral malagueño mediante el empleo de dos ecosondas multihaz desde la cota mínima navegable hasta la -80 m, o como mínimo 1 km desde la línea de playa, aunque se sobrepasara la profundidad descrita anteriormente.





El empleo del sistema multihaz mejora a los clásicos con ecosonda monohaz en los siguientes puntos:

- Buena resolución (1.25 cm)
- Cobertura total del área estudiada
- Control de los movimientos del barco
- Mayor número de sondas por ha
- Permite obtener hasta 40 haces por segundo

Los perfiles fueron trazados con espaciamiento variable según profundidad, de modo que las zonas someras fueron levantadas con perfiles cada 15-50 m, y a profundidades mayores los transectos se realizaron con una separación de 100 m.

Todo el estudio está referido al elipsoide *Hayford* (ED50) con proyección U.T.M. (*Universal Transversa Mercator*), Huso-30. Tomándose como sistema de referencia altimétrico el nivel medio del mar en Alicante (NMMA).

## 2.3 DISEÑO DE LA CAMPAÑA

### 2.3.1 Área a levantar

El Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) establece, para el desarrollo del levantamiento topográfico, una franja de al menos 40 m por encima del dominio público marítimo-terrestre (DPMT) a escala 1/500, no obstante, para una correcta definición de las obras, se considera necesario que éste abarque el área en la que se proyecta la actuación, trazado del paseo marítimo diseñado, comprendida entre las desembocaduras de los ríos Chillar y Seco de anchura variable según la zona (véase Figura 2).

Ésta se complementará con el levantamiento del perfil longitudinal de las desembocaduras de los ríos Chillar y Seco en el tramo previsto para la implantación de las pasarelas de cruce sobre los mismos.



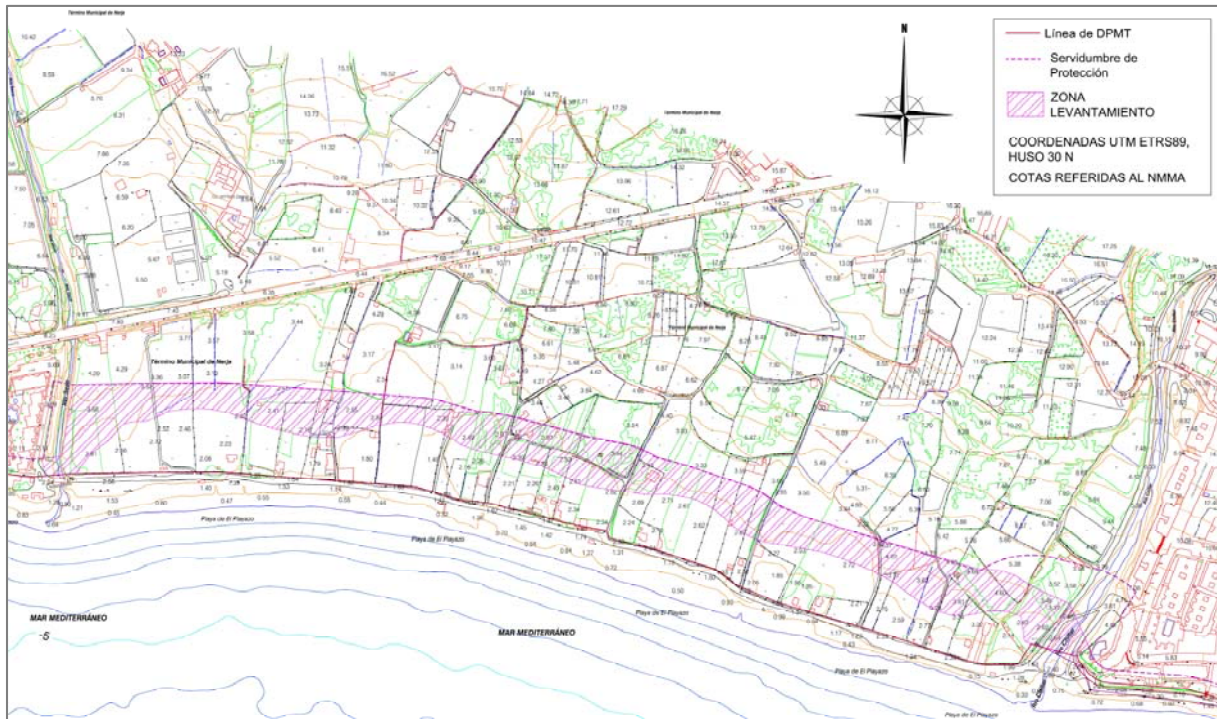


Figura 2. Zona de levantamiento topográfico.

### 2.3.2 Sistema de coordenadas

#### 2.3.2.1 Sistema de referencia planimétrico

El sistema de coordenadas utilizado será el de la Proyección Universal Transversa Mercator (U.T.M.), huso 30, elipsoide internacional.<sup>1</sup>

El sistema de referencia terrestre internacional convencional se materializa a través de las coordenadas de una serie de estaciones distribuidas por todo el mundo en ese sistema de referencia, constituyendo el ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*), establecido y mantenido por la IERS (*International Earth Rotation and Reference System Service*).

La realización práctica de un marco geodésico global de referencia tiene que establecer una serie de puntos con un conjunto de coordenadas. Para la obtención de un conjunto de puntos consistentes infieren:

- la localización de un origen
- la orientación del sistema de ejes cartesianos ortogonales

<sup>1</sup> PPT



- una escala

Un conjunto de estaciones con coordenadas bien determinadas constituyen o representan una realización de un Marco de Referencia Terrestre (TRF). Como consecuencia de estos efectos temporales se definen los sistemas y marcos de referencia terrestres (ITRF). Hasta ahora existen 11 realizaciones del ITRF publicadas por el IERS: ITRF88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, combinada 96+97, ITRF2000 e ITRF2005. Los ITRFyy consisten por tanto en una lista de estaciones con sus coordenadas en una época de referencia (definición del ITRFyy) y velocidades anuales<sup>2</sup>.

El Real Decreto 1071/2007 establece como sistema de referencia geodésico oficial en España para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares, el ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), recomendado por la Subcomisión de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) para su adopción en Europa.

Este sistema, y el REGCAN95 para Canarias, tienen asociado el elipsoide GRS80 y están materializados por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE y sus densificaciones.

La siguiente tabla recoge los vértices geodésicos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) presentes en la zona de actuación y sus inmediaciones, base para el posicionamiento:

Vértices y Clavos IGN	Coordenadas Geográficas ETRS89		Coordenadas UTM ED50		Coordenadas UTM ETRS89	
	ID	longitud	latitud	x	y	x
Faro de Torrox (105463)	-	-	414638.84	4065135.65	414526.54	4064929.684
Puerto de Torrox (105475)	-	-	417008.93	4067999.58	416896.691	4067793.644
Torreçilla (105494)	-	-	421165.53	4066682.77	421053.347	4066476.794
Sol (105515)	-	-	428961.66	4069140.35	428849.709	4068934.389
NGS 395 (521044)	-3° 47' 16.64"	36° 45' 1.49"	429773.59	4067680.97	429661.69	4067474.95
SSK 301.2 (521045)	-3° 47' 35.38"	36° 44' 53.48"	429306.88	4067437.99	429194.96	4067231.97
NGO 44 (521046)	-3° 47' 45.20"	36° 45' 03.65"	429065.98	4067753.38	428954.05	4067547.37
NGZ 188 (521047)	-3° 48' 21.397"	36° 44' 59.152"	428167.28	4067622.28	428055.32	4067416.27
NGS 396 (521048)	-3° 49' 07.576"	36° 45' 16.426"	427026.77	4068164.26	426914.77	4067958.28
NGS 397 (521049)	-3° 49' 12.0"	36° 45' 15.9"	426916.94	4068148.99	426804.93	4067943.01

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Nacional (IGN).



Vértices y Clavos IGN	Coordenadas Geográficas ETRS89		Coordenadas UTM ED50		Coordenadas UTM ETRS89	
	ID	longitud	latitud	x	y	x
SSK 297.0 (521050)	-3° 49' 42.492"	36° 45' 28.357"	426164.22	4068539.33	426052.19	4068333.37
SSK 296.0 (521051)	-3° 50' 17.175"	36° 45' 33.291"	425305.63	4068698.85	425193.57	4068492.9
SSK 294.1 (521054)	-3° 51' 25.4"	36° 45' 19.1"	423610.2	4068276.53	423498.09	4068070.58
NGZ 189 (521055)	-3° 51' 25.313"	36° 45' 19.601"	423612.49	4068291.95	423500.38	4068086
NGO 50 (521057)	-3° 52' 36.3"	36° 45' 05.4"	421848.38	4067870.29	421736.23	4067664.34
SSK 291.0 (521058)	-3° 53' 04.20"	36° 44' 53.82"	421153.27	4067519.83	421041.11	4067313.87
NGO 55 (521059)	-3° 53' 58.920"	36° 44' 43.126"	419793.28	4067202.94	419681.08	4066996.98
NGO 56 (521060)	-3° 53' 59.3"	36° 44' 42.6"	419783.7	4067186.82	419671.51	4066980.86

Tabla 1. Coordenadas vértices geodésicos del IGN.

### 2.3.2.2 Sistema de referencia altimétrico

La nivelación de los trabajos estará referida al cero del mar en Alicante o Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA).

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece el origen de altitudes en tierra. En la Península Ibérica se utiliza el Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA) obtenido a partir de datos de nivel del mar en este puerto. Constituye la única referencia nacional terrestre.

La relación existente entre este Datum y los Ceros Hidrográfico (LAT<sup>3</sup>) y de los Mareógrafos del Puerto de Málaga (Cero del Puerto), establecida por Puertos del Estado, se detalla a continuación.

➤ Mareógrafo de Málaga (3542)

El cero del Mareógrafo de Málaga está situado a 1.244 m por debajo del clavo geodésico SSK-236 (ubicado frente a la puerta de la caseta). Las relaciones entre los datos de nivel del mar (NM) medidos por el mareógrafo y los ceros geodésico (IGN) e hidrográfico (H) de referencia son:

$$NM_{IGN} = NM_{mareógr.} - 0.415 \quad (1)$$

$$NM_H = NM_{mareógr.} - 0.068 \quad (2)$$

<sup>3</sup> *Lowest Astronomical Tide* (Mínima Marea Astronómica): definida como la menor bajamar que puede ser predicha en condiciones meteorológicas medias y bajo cualquier combinación de condiciones astronómica.



➤ Mareógrafo de Málaga 3 (3546)

El cero del mareógrafo concuerda con el Cero del Puerto, a 3.333 m bajo Clavo de Referencia SP FARO (NGAB) emplazado sobre la esquina NW de la peana del faro situado junto al mareógrafo. Para referir los datos del mareógrafo al cero geodésico nacional:

$$NM_{IGN} = NM_{mareógr.} - 0.431 \quad (3)$$

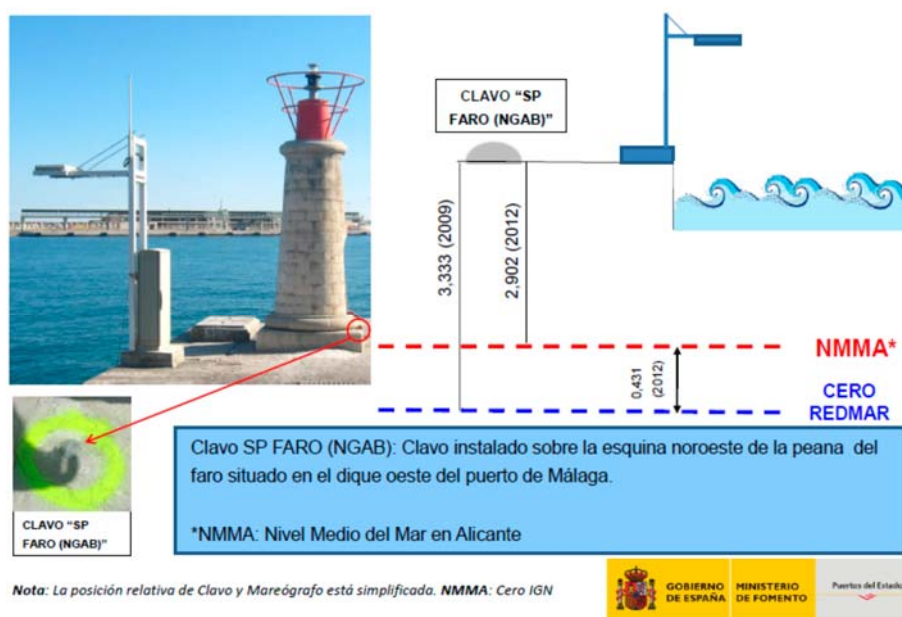


Figura 3. Esquema del Datum del Mareógrafo REDMAR Málaga 3 (cotas en metros). Fuente: Puertos del Estado, Ministerio de Fomento.

### 3 CAMPAÑA GEOTÉCNICA

#### 3.1 OBJETO

El objeto del estudio geotécnico es el de conocer la calidad del suelo en el lugar donde la implantación de las estructuras tendrá lugar. Esto es, sobre el cauce del río Seco, al oeste de la zona de actuación y sobre el cauce del río Chillar, al Este de la zona de actuación.

En concreto, y siguiendo el ejemplo de pasarela existente aguas arriba del río Chillar, en la que la cimentación se realiza mediante estribos, la zona de estudio se limita a la de estribos. Mientras que para el caso de la pasarela sobre el río Seco, que previsiblemente se realizará





en madera, la cimentación se realizará sobre zapatas, por lo que el reconocimiento de la zona se limitará a los primeros 3.0 metros de profundidad.

La investigación geotécnica cubre ensayos in situ y ensayos de laboratorio.

## 3.2 DISEÑO DE LA CAMPAÑA

### 3.2.1 Prospecciones de campo

Se detallan los análisis que se utilizarán en la caracterización geotécnica.

De cada uno de los ensayos se toman coordenadas o referencias por distancias a puntos bien definidos de la cartografía. Todos los ensayos se representan, reflejando su identificación, en los planos geológicos.

Se realizará una calicata hasta una profundidad de, al menos, 3 m o hasta encontrar el sustrato rocoso en la posición planteada para la pasarela sobre el río Seco, acompañada de un ensayo de penetración dinámica (Figura 4).



Figura 4. Punto de situación de calicata para pasarela sobre río Seco

Se realizarán dos calicatas hasta una profundidad de, al menos, 3 m o hasta encontrar el sustrato rocoso en la posición planteada para la pasarela sobre el río Chillar, acompañada de 2 ensayos de penetración dinámica (Figura 5).





Figura 5. Emplazamiento calicatas desembocadura Río Chíllar.

Se realizarán dos calicatas hasta una profundidad de, al menos, tres metros o hasta encontrar el sustrato de arena y su espesor planteada para el reconocimiento de arenas bajo superficie de terreno actual (ver su localización en la Figura 6).



Figura 6. Posición de las calicatas para la identificación de arenas.

En el momento de la excavación debe estar presente un técnico cualificado, quien anotará las principales características de la misma: dificultades de excavación, aparición de agua en el fondo o en las paredes de la misma (con indicación cualitativa del caudal), estabilidad del corte, etc.



Dicho técnico realizará la descripción de los suelos y estimará la consistencia de los materiales cohesivos, encargándose también de la toma de, al menos, dos muestras por calicata para la realización de ensayos.

Las calicatas se volverán a rellenar inmediatamente, salvo que se solicite lo contrario para poder observar durante cierto tiempo la afluencia de agua, estabilidad de las paredes, etc.

Este método de investigación deteriora el sustrato base de cimentación, por lo que se recomienda evitar situarlas bajo puntos donde se proyecte apoyar zapatas o cerca de cimentaciones existentes, para prevenir problemas de estabilidad, descalces, etc.

### **3.2.2 Ensayos de laboratorio**

Con las muestras obtenidas se realizarán ensayos de laboratorio para poder definir las características geotécnicas y químicas de los materiales que forman las distintas capas del subsuelo de la zona de estudio, así como las propiedades químicas del agua en caso de existir un nivel freático. Los ensayos de laboratorio necesarios son:

- Ensayos de Identificación:
  - Análisis granulométrico (suelos). UNE 103101:1995.
  - Límites de Atterberg (suelos). UNE 103103:1994, UNE 103104:1993.
  - Clasificación e índice de grupo (suelos). ASTM 2487:2000.
  - Determinación de humedad mediante secado en estufa (suelos). UNE 103300:1993.
- Ensayos Mecánicos:
  - Ensayo de penetración dinámica.
- Ensayos Químicos:
  - Determinación cuantitativa de contenido en sulfatos solubles (suelos). UNE 103201:1996, UNE 103201:2003, ERR.
  - Determinación de la acidez de Baumann-Gully (suelos). UNE 83962:2008.

En base a los resultados obtenidos, se calculará la resistencia del terreno para cada uno de los casos y se emitirán las recomendaciones para la cimentación de las estructuras. Dichos resultados serán los que se utilicen en los correspondientes cálculos del proyecto.





### **3.2.3 Resumen de la campaña**

En resumen, la campaña consta de la realización de 3 catas de 3.0 m de profundidad, 1 en la pasarela oeste sobre el río Seco y 2 en las posiciones de los estribos de la pasarela sobre el cauce del río Chillar, además de la prospección en dos puntos intermedios del tramo, actualmente parcelas de uso agrario, al objeto de determinar la existencia de arena de playa bajo la superficie.

Los ensayos a realizar son todos los indicados en el punto 3.2.2 para las calicatas, y sólo los de identificación para las dos prospecciones.

Deberá existir una correlación explícita entre los datos geotécnicos y los topográficos, de manera que sean perfectamente localizables la situación de los ensayos de campo, y sondeos y las características del terreno, especialmente en las zonas de cimentación donde se colocarán las zapatas o estribos.

