

Simulación de daños en la costa occidental de Huelva como consecuencia de tsunami

EMILIO CARREÑO HERRERO
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

ALBERTO SELLER
INGENIERÍA DE SISTEMAS PARA LA DEFENSA DE ESPAÑA (MINISTERIO DE DEFENSA)

El presente trabajo se ha llevado a cabo a partir de los fondos documentales del Instituto Geográfico Nacional (IGN), y de resultados de los estudios sobre tsunamis realizados por el propio centro dentro de proyectos internacionales en los que ha participado. Se ha realizado mediante una recopilación de datos de Internet, trabajos de teledetección, el uso de modelos digitales del terreno del IGN y la colaboración en los aspectos económicos, del Consorcio de Compensación de Seguros. Dada la extensión del trabajo, se presenta aquí un resumen del mismo. La valoración de los posibles daños se ha efectuado en forma económica para aquellos elementos de los que se dispone de información en el año 2000. Para aquellos otros de los que no se dispone de esa información, solamente se ha evaluado la superficie afectada o las unidades de diversa índole que podrían sufrir daño y su gravedad.

Existe, que conozcamos, una única valoración de daños de tsunami y terremoto como consecuencia del sismo del primero de noviembre de 1755 en base a los daños referenciados de la época. El estudio de Martínez Solares y López Arroyo (2004), recoge las evaluaciones estimadas de la época, de 53 millones de reales de vellón para todas las poblaciones afectadas y lo transforma al valor actual de 512 millones de euros. En dicho trabajo se estiman los daños correspondientes al tsunami en el 4,7% del total, teniendo información de dos localidades solamente.

PROCEDIMIENTO GENERAL DE EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS

En este estudio, se ha llevado a cabo una evaluación de los posibles daños que produciría un tsunami de características similares al ocurrido

en 1755, como consecuencia del llamado sismo de Lisboa (Portugal), sobre la costa occidental de la provincia de Huelva, Comunidad de Andalucía (España). El área considerada en este trabajo comprende, desde la frontera con Portugal, hasta la propia ciudad de Huelva, con una longitud de costa aproximada de 50 km.

Se ha efectuado una valoración de la forma en que afectaría humana y económicamente el tsunami, atendiendo a la superficie afectada, tipos de usos de suelo existentes en cada una de ellas, la altura de la inundación y la penetración del agua desde la costa.

De los datos históricos sobre el terremoto de 1755, se deduce una altura de ola de 12 metros para la ciudad de Cádiz. Estudios de modelización recientes (GITEC TWO, 1999), dan como resultado para esta ciudad una altura máxima de ola de 6 metros, valor que coincide con la única reseña existente en la ciudad y que corresponde a la curva de nivel de 6 metros. Ahora bien, estos últimos y que corresponde a la curva de nivel de 6 metros. Ahora bien, estos últimos estudios suponen el hipocentro del terremoto en el Banco de Gorridge con lo que tienen en cuenta una determinada batimetría local. El foco del terremoto está recientemente cuestionado y diversos autores (Baptista *et al.*, 1998; Zitellini *et al.*, 1999) lo sitúan en un lugar más próximo a la costa portuguesa. Siendo conservadores en este estudio, se ha considerado una altura de ola de 10 metros aplicando este valor a la provincia de Huelva, donde no existen datos precisos al respecto.

Se ha dividido el escenario de inundación en tres partes; una primera zona de cota comprendida entre 0 y 2,5 metros, donde las consecuencias de este fenómeno serían las más graves; una segunda zona de cota entre 2,5 y 5 metros, en la que los efectos de la inundación y del impacto directo de la ola no serían tan graves como en la anterior pero, en la que sin duda, también habría serios daños; y por último, la zona de cota entre 5 y 10 metros, que sería la zona menos dañada, aunque también sufriría los efectos de las inundaciones.

No hay que olvidar que por la subida del nivel de las aguas, tanto en la zona colindante al mar

como en los estuarios río arriba, mas alejados, también ocasionaría daños.

Posteriormente y una vez delimitados los tres tipos de zonas, mediante sus curvas de nivel correspondientes, estas se han georreferenciado con el mapa de usos de suelo, Corine (Corine, 1991) donde cada polígono figura con un color representando un tipo de uso de suelo diferente. Con este procedimiento se obtiene un gran número de polígonos para cada zona comprendida entre las anteriores alturas, de los que se determinó su superficie, obteniendo así la superficie de cada tipo de uso de suelo en cada zona de inundación y, dependiendo de su altitud, darle una ponderación.

El criterio de ponderación se ha establecido de la siguiente manera: se multiplicó por 1 la superficie comprendida entre 0-2,5 m; por 0,75 la comprendida entre 2,5-5m y se multiplicó por 0,5 la comprendida entre 5-10 m. Con este criterio de ponderación, por ejemplo, serían iguales los daños en una superficie de un uso determinado de 5.000 m² en la zona entre 0-2,5 m, que en otra del mismo uso de 10.000 m² en la zona entre 5-10 m, puesto que en esta última la superficie se multiplicaría por 0,5 y consideraríamos dañados los 5.000 m².

A continuación se ha hecho un estudio de la morfología de la zona de estudio, y posteriormente, una valoración geográfica de los parámetros a tener en cuenta para el riesgo de tsunami dadas las características de la Provincia de Huelva. Se han representado todas las superficies, con su código de color respectivo correspondientes al tipo de uso de suelo, las cuales vienen representadas en 21 mapas a escala 1:100.000 y en 3 mapas a escala 1:200.000 que cubren toda la zona afectada, junto con una tabla que nos referencia la superficie de cada uso de suelo en su zona correspondiente, con su color, si bien en esta presentación por razones de espacio, solamente se muestran dos mapas de resultados finales para inundación y usos de suelo. Los daños evaluados se han dividido en *Sociales*, en los que se determinan las víctimas y como afectaría a las necesi-

dades primarias de la población, *Económicos*, donde se ha incluido un valor económico de pérdidas en aquellos conceptos en los que se ha dispuesto de datos, en nuestro caso los que nos ha proporcionado el Consorcio de Compensación de Seguros y *Ecológicos*, que afectarían directamente el medio-ambiente de la zona, efectos indirectos a posteriori que provocaría esta circunstancia, contaminación peligros y abastecimientos a la población.

La superficie total que comprende este estudio, es decir, la susceptible de ser inundada por un tsunami de 10 metros de altura, es de 230.382.901 m², es decir, 23.038 Has, de la cual la mayor parte es costa.

VALORACIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOGRÁFICO DEL RIESGO DE TSUNAMIS EN LA PROVINCIA DE HUELVA

La valoración desde el punto de vista geográfico del riesgo de tsunamis se realizó una vez efectuado el análisis de los efectos producidos por los tsunamis de mayor tamaño observados en las costas objeto de nuestro estudio, es decir, a partir de los resultados ya expuestos. Al existir una corta historia temporal de los tsunamis que han afectado a la Península, (GITEC, 1991), no se pudo efectuar un estudio probabilístico, sino determinista.

En la valoración han intervenido de manera fundamental los cambios y transformaciones que se han producido en las costas en los últimos años. Por tanto, si pretendiésemos trasladar los efectos destructivos del Tsunami de 1755 a nuestros días, (el mayor tsunami ocurrido hasta el presente y el

de mayor tamaño que cabría esperar), no sería realista, tal comparación sin considerar las actuales condiciones del litoral, en donde ni las infraestructuras, construcciones, ocupación, utilización del territorio, ni volumen de población, son las mismas que las existentes en el siglo XVIII.

El análisis de los parámetros del terremoto que originó el gran Tsunami de 1755, terremotos posteriores en la misma zona epicentral, así como el marco sismotectónico en que se produjo, nos muestra la posibilidad razonablemente esperada de que un tsunami de gran tamaño pueda registrarse en las costas atlánticas andaluzas. El tamaño del tsunami resultante guardaría relación, en primer lugar con los propios parámetros del sismo oceánico generador, y en segundo lugar con la configuración de la costa. Por tal causa la altura de las olas y su comportamiento podrían variar de un tramo a otro, en función de la batimetría y relieve submarino, de la morfología litoral y de la orientación de la línea de costa en relación a la procedencia de las ondas marinas.

Señalaremos cuales fueron los aspectos más importantes a tener en cuenta en el estudio:

En relación al medio físico

Estudio de las características físicas del litoral donde se presenta un análisis geomorfológico del mismo por sectores, diferenciando, por ejemplo, las zonas acantiladas de las bajas y arenosas; las áreas de dunas y marismas; la existencia de desembocaduras fluviales y la formación de estuarios, deltas, barras, flechas litorales, ensenadas, bahías, cabos, etc.

Estudios oceanográficos donde se indica el relieve submarino y la batimetría en un área próxima a la costa, así como la presencia de islas, islotes o promontorios frente a las playas.

Los aspectos mencionados adquieren una gran importancia ya que son los responsables del tamaño y comportamiento que el tsunami alcanza cuando llega a la costa. La extensión en profundidad de la inundación tierra adentro y del arrasamiento hacia abajo, así como el nivel alcanzado por

las aguas, dependerá de la configuración e inclinación de la plataforma costera, mayor si la costa es baja y arenosa y no encuentra obstáculos que se lo impidan, multiplicándose sus efectos cuando se trata de bahías estrechas.

A través del análisis de los efectos del tsunami de 1755 encontramos numerosos ejemplos que dan idea de la importancia de lo anterior como por ejemplo, el papel que desempeñaron las desembocaduras de los ríos Tajo, Sado, Guadiana, Tinto, Odiel y Guadalete, en el grado de inundación de las poblaciones algo alejadas del litoral como son Lisboa, Setubal, Ayamonte y Huelva, al verse las márgenes fluviales anegadas por el agua del océano que penetró por el río aguasarriba formando grandes olas.

Las playas rectilíneas, bajas y arenosas de la provincia de Huelva se vieron totalmente cubiertas por las aguas, quedando temporalmente inundadas algunas zonas y desapareciendo pequeños islotes frente a ellas. Se cerraron barras formadas por los ríos y en algunos casos se trasladó su boca a gran distancia. Una vez que pasó el tiempo se pudieron observar las transformaciones experimentadas en algunas playas a causa de la gran inundación. La existencia de marismas en esta parte de la costa con numerosas lagunas litorales colmatadas, permiten que los caños o brazos de los ríos que llegan al mar se llenen y vacíen al ritmo de las mareas y que durante el tsunami de 1755 fueron completamente anegadas.

Otro aspecto interesante en el estudio del medio físico litoral, es el relacionado con las condiciones medio ambientales de la zona, dado que en estas costas existen importantes áreas de alto valor ecológico y cuyo deterioro e inundación causaría un impacto negativo medioambiental, con irremediables pérdidas en la fauna, flora y en el conjunto de dunas vivas.

En relación a las infraestructuras, obras públicas y servicios

En este apartado se debe hacer referencia al extraordinario desarrollo que estas han experi-

mentado, fundamentalmente en la construcción de carreteras, puentes, líneas férreas, red telefónica, tendidos eléctricos, conducciones de agua, gas, etc., para comunicar y servir a los nuevos núcleos de población que, sobre todo en Huelva, han ido surgiendo con los años. Se debería estudiar el trazado de estas vías y servicios y su proximidad a la línea costera, ya que en este caso podrían quedar inutilizadas como consecuencia de quedar en este caso podrían quedar inutilizadas a la línea costera, ya que en este caso podrían quedar inutilizadas como consecuencia de quedar cubiertas por las aguas. Aspecto este muy importante por tratarse de las vías que se tomarían para huir y evacuar las ciudades, teniendo en cuenta además que podrían haber quedado ya anteriormente dañadas a causa de los efectos del propio terremoto.

Las carreteras de acceso a la costa son más numerosas en la parte occidental de la provincia de Huelva que en la oriental, a partir de Ayamonte y hasta Mazagón aproximadamente. Estas carreteras sirven para comunicar con el interior a los núcleos de Mazagón, Punta Umbría, La Antilla, Isla Cristina y Ayamonte y a las demás instalaciones balnearias existentes en la playa, como el Portil, El Rompido, Nueva Umbría etc. Lo mismo podríamos decir del ferrocarril que se aproxima a la costa al llegar a Isla Cristina desde Lepe y Cartaya. La situación entre Mazagón y la desembocadura del Guadalquivir es diferente, puesto que a lo largo de la extensa playa de Castilla no se ha construido ninguna carretera que comuniqua a Cádiz con Huelva.

En relación a la ocupación y utilización del litoral, y las actividades productivas

El grado de ocupación del territorio no es el mismo en toda la franja costera atlántica andaluza. A lo largo de este siglo las playas onubenses han visto como han ido surgiendo núcleos residenciales de carácter balneario como los que jalonan las playas de Isla Cristina, La Antilla, El rompido, El Portil y sobre todo Punta Umbría,

Mazagón y Matalascañas. Todas estas nuevas poblaciones no existían como tales en el siglo XVIII y únicamente estas playas estaban ocupadas por chozas o barracas que habitaban los pescadores, y que como se puede comprobar en las descripciones del Tsunami de 1755, fueron totalmente anegadas y destruidas ocasionando la muerte de muchos de sus habitantes.

La masiva ocupación hoy día del litoral, como consecuencia del desarrollo del turismo, se vería reflejado en un gran mayor de daños, así como de víctimas, cuando las olas de gran tamaño rompiesen contra las edificaciones de estas poblaciones, situadas en muchos casos a escaso metros del mar.

Dentro de las actividades productivas, el aprovechamiento agrícola del suelo y la actividad pesquera, son también dos aspectos importantes a tener en cuenta en este estudio, ya que las zonas agrícolas más próximas al litoral, como por ejemplo en Huelva, dedicadas preferentemente al cultivo hortofrutícola y donde Lepe representa el primer productor de fresas, podrían verse también perjudicadas por las inundaciones que se producirían con las consiguientes pérdidas económicas. No obstante pocas son las explotaciones agrícolas que se encuentran cerca del litoral, estando la mayoría situadas hacia el interior, por lo que cabría esperar que no fuese un sector demasiado perjudicado.

No podríamos decir lo mismo de la pesca marítima, que ha jugado tradicionalmente un papel muy importante en la región, sobre todo en el sector occidental de la costa de Huelva entre Ayamonte y Punta Umbría, como demuestran los puertos de pescadores que aún existen, y que todavía hoy tiene una cierta tradición e importancia en la costa atlántica andaluza, encontrándose algunos de sus puertos entre los primeros del país en cuanto a volumen de pesca desembarcada y valor de la misma.

Debemos considerar a la flota pesquera de esta zona como una de las más importantes del país, detrás de la costa noroeste, situándose los puertos de Huelva, Algeciras y Cádiz entre los primeros de España por el volumen de pesca desem-

barcada, siendo las zonas de pesca más características las localizadas en las desembocaduras de los ríos Guadiana y Piedras, en los estuarios de los ríos Tinto y Odiel, en la desembocadura del Guadalquivir y en la bahía de Cádiz.

La importancia de la modalidad de pesca de superficie y cerco que se practica mucho en Isla Cristina y Ayamonte, dentro de la provincia de Huelva, realizada por pequeñas y convencionales embarcaciones, es un dato muy significativo y que hay que tener muy en cuenta. Decimos esto porque en el caso de verse sorprendidos por olas de gran altura causa de un tsunami, estas embarcaciones sin duda son las que sufrirían mayores daños, quedando muchas destrozadas y otras impelidas hacia el interior, mientras que las de mayor tonelaje y que faenan alejadas de la costa percibirían con mucha menor intensidad los efectos del tsunami. Igualmente la pesca que se realiza a pie en la misma playa quedaría destruida, junto con las especies que se encuentran en aguas superficiales que experimentarían una gran mortandad, quedando igualmente destruidos los viveros instalados en las costas.

Evidentemente el número de víctimas entre los pescadores estaría sujeto al momento en que se produjese el tsunami, ya que si este se presenta cuando los barcos no están faenando sino amarrados a los puertos, aunque las embarcaciones quedasen destrozadas sus tripulantes podrían quedar a salvo, lo que no sucedería si la catástrofe ocurriese en pleno día. Basta mirar lo sucedido durante el tsunami de 1755 para comprobar lo que se acaba de exponer, ya que el mayor número de víctimas se produjo entre los pescadores de la sardina que en ese momento se encontraban faenando.

En la costa atlántica andaluza, tiene un gran peso la actividad industrial y portuaria, sobre todo esta última. Se deberá por tanto estudiar también la localización de los establecimientos industriales, en relación a su proximidad a la costa, ante la eventual llegada de un tsunami.

El principal núcleo industrial de la región se sitúa en el Polo de desarrollo de Huelva que tie-

ne sus instalaciones junto a las márgenes de los ríos Tinto y Odiel, próximo a la capital, y que por su cercanía al litoral a través de los caños y brazos de las marismas, podría verse afectado por las inundaciones.

La actividad portuaria es también sin duda la que más gravemente resultaría dañada, pues en esta zona se encuentran los puertos más importantes en cuanto a volumen de mercancías embarcadas. El puerto de Huelva es de gran actividad en el transporte de productos de la industria pesada y química.

La industria del turismo, que también ha experimentado en los últimos años un espectacular crecimiento en toda esta franja litoral, se vería gravemente amenazada y con grandes pérdidas económicas, al destruirse muchos de los establecimientos hoteleros y de consumo ubicados en las primeras líneas de las playas.

Por último, el aspecto relativo a las consecuencias que podrían producirse sobre la población por la irrupción repentina de grandes olas sobre las playas, es de gran importancia, puesto que si bien hoy pensamos que las víctimas mortales podrían ser muy superiores a las habidas en el siglo XVIII, (dada la diferencia de volumen de la población actual respecto al de 1755), estas también dependería de diversos factores. Entre estos factores destacaremos en primer lugar, el momento exacto en que se produjese el tsunami, puesto que no tendría las mismas consecuencias si sucede de día que si sucede de noche, y sobre todo según la época del año que fuese.

Si el tsunami se produce durante los meses de verano cuando la afluencia de los bañistas a las playas es muy numerosa, es evidente que el resultado sería mucho más terrible que si se produce durante el invierno. Además, si ocurre durante las horas centrales del día, las víctimas mortales serían muy superiores a si sucede durante la noche.

Si el tsunami de 1755 produjo relativamente pocas víctimas fue debido, fundamentalmente, a la época del año y que por ser el día de Todos los Santos y a la hora de la Misa Mayor, mucha gen-

te estaba en las iglesias, aunque también es cierto que no creemos que hubiera la misma afluencia a las playas con intención de ocio, en el siglo XVIII, que la que hay actualmente. Sin embargo aquellos que si estaban en las playas y en las aguas próximas a ellas desempeñando su trabajo, fueron precisamente las víctimas que se vieron sorprendidas por las enormes olas.

SUPERFICIES INUNDABLES POR EL TSUNAMI SEGÚN LA ALTURA Y USO DE SUELO. DIVISIÓN EN POLÍGONOS

En este apartado se ha determinado cual es la zona susceptible de ser inundada por un tsunami de 10 metros de altura, y a que tipo de uso de suelo afectaría.

Para ello se ha superpuesto un mapa vectorial de altimetría de la zona, con equidistancia de curvas de 5 metros, con el mapa de usos de suelo CORINE. Con esto se ha delimitado mas estrechamente la zona concreta que se vería afectada por la inundación. Posteriormente y mediante la interpolación de la curva de 2,5 m, se han determinado las tres zonas de inundación; entre 0 y 2,5 m, entre 2,5 y 5 m y entre 5 y 10 m, caracterizando los polígonos en función del diferente uso de cada zona.

Una vez hecho esto se ha calculado la superficie de cada polígono en cada zona, obteniendo así las superficies afectadas según a la altura a la que se encuentren y el uso del suelo a la que correspondan.

Estas superficies serán los datos de partida en los que nos basaremos para hacer un análisis de los daños según su cada uso y superficie afectada, posteriormente completados con otras informaciones. Todo esto se ha hecho con las aplicaciones Autocad 2000 y Microstation.

Los gráficos resultantes son 21 mapas a escala 1:100.000 donde 6 corresponden a la franja comprendida entre 0-2,5; 7 a la franja 2,5-5 y 8 a la franja 5-10, 3 mapas a escala 1:200.000 con todas las áreas de inundación, también se incluyen dos mapas más; uno con toda la zona representada y las curvas 2,5; 5 y 10; y otro que sería el mapa general de usos de suelo afectados por el tsunami con sus colores correspondientes.

DAÑOS Y EFECTOS PRODUCIDOS POR TSUNAMI SEGÚN LOS MUNICIPIOS AFECTADOS

En primer lugar se localizarán los términos municipales y localidades afectadas por la inundación, entraría todos los que tuvieran zonas de altitud de 10 metros o menores, aunque la altitud media del municipio fuera mayor este quedaría en parte afectado si tuviese zonas de cota 10 o menores. Estos son: Huelva, Ayamonte, Aljaraque, Cartaya, Isla Cristina, Punta Umbría, Palos de la Frontera, Lepe, Moguer.

Daños y efectos económicos directos en los municipios afectados

Valoraremos las posibles pérdidas económicas, basándonos en los datos suministrados por el Consorcio de Compensación de Seguros en los

conceptos en los que nos han proporcionado información para la provincia de Huelva. Y también en aquellas infraestructuras o bienes inmóviles que, a nuestro entender, su destrucción supondría una grave pérdida económica.

Superficies industriales o comerciales

– Superficies afectadas

Las superficies industriales o comerciales susceptibles de ser afectadas son:

1.112.561 m² correspondientes a la zona comprendida entre las curvas de 0 y 2,5 m.

2.177.118 m² correspondientes a la zona comprendida entre las curvas de 2,5 y 5 m.

3.047.577 m² correspondientes a la zona comprendida entre las curvas de 5 y 10 m.

Aplicamos el criterio de ponderación explicado anteriormente; factor 1 para la zona entre 0-2,5, factor 0.75 para la zona entre 2,5-5 y factor 0.5 para la zona entre 5-10, debido a que la altura del agua no será la misma en cada una de estas zonas, con lo cual no se puede hacer la misma consideración de daños.

$$1.112.561 \times 1 = 1.112.561 \text{ m}^2$$

$$2.177.118 \times 0.75 = 1.632.839 \text{ m}^2$$

$$3.047.577 \times 0.5 = 1.523.789 \text{ m}^2$$

El total de superficie industrial o comercial afectada es:

$$(1.112.561 + 1.632.838 + 1.523.789) = 4.269.188 \text{ m}^2$$

– Tipos de Industrias

Dentro de las industrias que se pueden ver afectadas, tendremos que considerar que la mayor parte se encuentran en el Término Municipal de Huelva y Palos de la Frontera y concretamente en las inmediaciones del Puerto. Esto es debido a que el desarrollo del Puerto de Huelva ha seguido un camino con un marcado objetivo desde 1964: promocionar el desarrollo industrial de Huelva.

ESTUDIO

Hay varios factores que apoyan este propósito.

- La situación estratégica.
- La disponibilidad de terrenos.
- Comunicaciones por carretera y ferrocarril.
- Grandes reservas de agua dulce.

Es un puerto Industrial con terrenos disponibles con las siguientes superficies.

Zona de servicio: 1539 Hectáreas

| | Ocupada (Ha) | Disponible (Ha) |
|---------------------------------|--------------|-----------------|
| <u>En Huelva:</u> | | |
| Margen derecha | 75 | 483 |
| Margen izquierda | 693 | 60 |
| <u>En Palos de la Frontera:</u> | | |
| Actualmente | 123 | 105 |
| Total | 891 | 648 |
| Recintos | | 60 |
| Futuras zonas | | 93 |
| Zona disponible | | 801 |

Valoración económica

El Consorcio Compensación de Seguros ha proporcionado unas cifras de Riesgos asegurados mediante pólizas, con capital en riesgo igual o superior a 3.000 millones de pesetas, para la provincia de Huelva en el momento de cerrar este trabajo. A partir de este dato se puede hacer una primera evaluación en cifras de las posibles pérdidas económicas que afectarían a la industria y el comercio en caso de inundación. Al no disponer de más datos de capital asegurado en el resto de la provincia, nos limitaremos a dar una estimación con las ci-

fras que conocemos, y en el resto a realizar una descripción de las unidades correspondientes de pérdidas para que en caso de disponer de dichos datos se pueda dar una cifra de las pérdidas desde el punto de vista económico.

Las pérdidas en industria para los términos que nos afectan son las correspondientes a los municipios de Huelva y Palos de la Frontera.

Teniendo en cuenta los valores totales para estos municipios, y teniendo en cuenta que casi toda la superficie industrial de Huelva y Palos queda dentro de la inundación provocada por el tsunami, podremos determinar mediante una ponderación, según la altura de la zona afectada, la estimación del vapor total de pérdidas en la industria. Se ha mantenido una filosofía conservadora en este trabajo.

- Superficie total de zona industrial o comercial: 6.337.256 m².

Aplicaremos la siguiente fórmula para cada zona,
 $(SZ * CT / ST) * P$

Siendo:

SZ = Superficie de la zona considerada, según altitud del inundación provocada por el tsunami.

CT = Capital total en Riesgo para industria y comercio.

ST = Superficie total de zona industrial o comercial.

P = Ponderación según la zona, siendo:

- × 1: para zona entre 0-2,5 m.
- × 0,75: para zona entre 2,5-5 m.
- × 0,5: para zona entre 5.10 m.

Obtenemos que;

Tabla 1. Valoración de activos en la zona expuesta

| | Zona 0-2,5 | Zona 2,5-5 | Zona 5-10 | Total |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Capital Total (euros) | 521.462.150 | 765.318.470 | 714.206.260 | 2.000.986.880 |

ESTUDIO

Pérdidas económicas esperadas en la industria en Palos y Huelva: 2.000.986.880 Euros.

También debemos de tener en cuenta, puesto que disponemos del dato, el riesgo en Comercio y Restos Sencillos asegurado en Isla Cristina, que también sería fuertemente castigada si ocurriera dicha circunstancia. Debido a que Isla Cristina queda totalmente afectada por el tsunami y la inundación, consideraremos toda la superficie de este municipio.

- Superficie Total de Isla Cristina: 995.566 m² (411.778 correspondiente a la franja entre 1-2,5 m. mas 583.788 correspondiente a la franja entre 2,5-5 m.)

Haciendo la misma ponderación anterior por 1 y 0,75, aplicando la misma fórmula obtenemos el Capital de Riesgo (Tabla 2), que refleja unas pérdidas económicas esperadas en el Comercio en Palos y Huelva: 87.295.550 Euros.

Otro datos de posible interés, a tener en cuenta, referentes al puerto pueden ser los siguientes:

Muelles y atraques particulares:

Clasificación por dársenas

Del servicio:

- Longitud total de dársenas comerciales: 3.077 m.
 - Longitud total de dársenas pesqueras: 503 m.
- Total: 3.607 m.

De particulares:

Total: 3.251 m.

Clasificación por empleos y calados

Del servicio:

- Longitud total entre muelles comerciales y otros muelles: 1.897 m.

Tabla 2. Estimación de pérdidas económicas en el comercio de Huelva y Palos

| | Zona 0-2,5 | Zona 2,5-5 | Zona 5-10 | Total |
|-----------------------|------------|------------|-----------|------------|
| Capital Total (euros) | 42.308.830 | 44.986.720 | 0 | 87.295.550 |

Zonas Portuarias

La inundación provocada por el tsunami afectaría a todo el Puerto de Huelva. Primeramente daremos algunas características técnicas de este para hacernos una idea de los posibles daños; además de la superficie de flotación, tiene la superficie terrestre distribuida tal como se indica en la Tabla 3.

Tendremos en cuenta los barcos a los que puede afectar, consideraremos que se producirán daños en embarcaciones de hasta 3.000 toneladas. Para esto daremos el tráfico de embarcaciones de hasta 3.000 toneladas que ha habido en el año 1999, (ver Tabla 4).

Con estas cifras se podría estimar la cantidad de barcos que podrían estar amarrados al puerto en un día cualquiera del año.

De particulares:

Total: 290 m.

Otras instalaciones del puerto:

- *Depósitos*: del servicio y de particulares y depósitos francos.
- *Instalaciones al servicio del comercio y la navegación*: diques secos y flotantes, varaderos, astilleros, almacenes, instalaciones pesqueras y marítimas.
- *Instalaciones suministro de buques*
- *Medios mecánicos de tierra*: grúas, grúas automóviles, resumen del número de grúas e instalaciones para la carga y descarga.
- *Material flotante*: remolcadores y grúas flotantes.

ESTUDIO

Tabla 3. Usos de la superficie ocupada por el Puerto de Huelva

| | Almacenes (m ²) | Viales (m ²) | Resto (m ²) | Total (m ²) | Zona II (m ²) |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Muelle Ingeniero Juan Gonzalo | 103.409 | 34.920 | 207.903 | 409.313 | - |
| Muelle de Levante | 28.092 | 53.050 | 14.785 | 95.927 | - |
| Muelle de Pertrechos | | | | | - |
| Terminal Graneles sólidos T. Arenillas | 26.750 | 58.300 | 89.800 | 174.850 | - |
| Zona depósitos | - | - | - | - | - |
| Marísmas | - | - | - | - | 9.656.845 |
| Puerto Exterior | - | - | - | - | 1.682.954 |
| Polígono Pesquero Norte | - | - | - | - | 289.088 |
| Antiguo Depósito de Minerales | - | - | - | - | 170.951 |
| Centro | - | - | - | - | 646.207 |
| Punta del Sebo | - | - | - | - | 2.259.822 |
| Total | 158.332 m² | 146.270 m² | 375.488 m² | 680.090 m² | 14.705.867 m² |

Tabla 4. Parque de buques en el Puerto de Huelva

| | Españoles | Extranjeros | Totales |
|-----------------|-----------|-------------|---------|
| Cabotaje | 63 | 69 | 132 |
| Exterior | 139 | 491 | 630 |

Como se ve en nuestros mapas el Puerto quedaría afectado totalmente, en toda su superficie, por la inundación provocada por el tsunami en estas proporciones:

- Zona de 0-2,5 m (ola de ≈ 9 m) = 0 m².
- Zona de 2,5-5 m (ola de ≈ 7 m) = 465.792 m².
- Zona de 5-10 m (ola de ≈ 3 m) = 908.093 m².

Superficie Total afectada del Puerto de Huelva: 1.373.885 m².

Pérdidas en el campo

Otro dato que extraemos son las zonas correspondientes a zonas de cultivo que estarían afectadas por la inundación viendo los tipos y la altura

de agua que afectaría a estas. Para determinar una evaluación homogénea del daño ocasionado, se ha ponderado multiplicando la superficie de cada uso comprendida entre 0-2,5 por 1 ya que aquí la altura de agua sería la mayor (aproximadamente 9 metros), por 0,75 en la zona entre 2,5-5 m. donde la altura de agua sería menor que en la anterior (de aproximadamente 7 metros), y por 0,5 a las zonas comprendidas entre 5-10 metros (con alturas de ola aproximadamente 3 metros).

Podemos estudiar estas clasificaciones agrupadas en 4 tipos:

Superficie de las tierras de cultivo afectadas:

Tierras de labor en secano: $(3.322.629 + 689.353 + 1.589.802) = 5.601.784 \text{ m}^2 = 560 \text{ Ha.}$

Cultivos herbáceos en regadío: $164.107 \text{ m}^2 = 16 \text{ Ha.}$

Otras zonas de irrigación: $(305.786 + 525.255) = 831.041 \text{ m}^2 = 83 \text{ Ha.}$

Frutales en secano: $22.442 \text{ m}^2 = 2 \text{ Ha.}$

Cítricos: $(17.831 + 14.799 + 260.200) = 292.830 \text{ m}^2 = 29 \text{ Ha.}$

Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes: $(857.457 + 3.327.410 + 6.149.194) = 10.334.061 \text{ m}^2 = 1.033 \text{ Ha.}$

Terrenos principalmente agrícolas pero con importantes espacios de vegetación natural: $(2.250.437 + 283.811) = 2.534.248 \text{ m}^2 = 253 \text{ Ha.}$

Otros pastizales: $(855.489 + 642.467 + 988.314) = 2.486.270 \text{ m}^2 = 249 \text{ Ha.}$

Principales actividades productivas afectadas

Es importante considerar las principales actividades productivas de cada municipio afectado, con el fin de tener una idea en lo que más quedaría dañado económicamente cada uno de ellos directa o indirectamente. Estas son las siguientes;

Ayamonte: Cereales. Hortalizas y legumbres. Frutales. Pesca.

Aljaraque: Cereales y Olivares. Legumbres. Frutales. Ladrillares.

Cartaya: Vid. Olivo. Pesca. Salazones. Canteras. Cerámica.

Gibraleón: Vid. Olivo. Legumbres. Granjas avícolas.

Punta Umbría: Mariscos. Pesca. Salazones. Turismo.

Isla Cristina: Cereales. Almendros e higueras. Pesca e industrias derivadas. Turismo.

Palos de la Frontera: Fresones y hortalizas. Naranjos. Patatas. Pesca.

Término M. de Lepe: Algodón. Fresas. Hortalizas. Pesca. Serrería. Turismo.

Término M. de Moguer: Cereales. Vid. Olivos. Fresones. Naranjos. Explotación forestal.

Unidades ganaderas afectadas

La inundación causada por el tsunami también ocasionaría pérdidas en las unidades ganaderas, con sus consiguientes repercusiones económicas. Daremos un inventario de las mismas para cada término municipal afectado (ver Tabla 5).

Superficie total de los Términos Municipales: 1.019 km^2 .

Superficie total afectada en la zona 0-2,5: 69 km^2 .

Superficie total afectada en la zona 2,5-5: 72 km^2 . $\text{Pondera} \times 0,75 = 54 \text{ km}^2$.

Superficie total afectada en la zona 5-10: 89 km^2 . $\text{Pondera} \times 0,5 = 45 \text{ km}^2$.

Superficie total afectada: 168 km^2 .

Aplicando $\text{UGA} = \text{SA} \times \text{UGT}/\text{ST}$ siendo,

UGA = Unidades ganaderas afectadas de cada especie.

UGT = Unidades ganaderas totales.

SA = Superficie afectada.

ST = Superficie total.

Cabezas de ganado afectadas:

Ovinos afectados: 207 uds.

Caprinos afectados: 56 uds.

Porcinos afectados: 242 uds.

Aves afectados: 406 uds.

Equinos afectados: 164 uds.

Conejas afectados: 0 uds.

Bovinos afectados: 227 uds.

ESTUDIO

Tabla 5. Inventario de ganadería

| | Ovinos | Caprinos | Porcinos | Aves | Equinos | Conejas madres | Bovinos |
|---------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|
| Aljaraque | 92 | 6 | 13 | 67 | 44 | 0 | 27 |
| Ayamonte | 191 | 21 | 1.074 | 63 | 157 | 0 | 320 |
| Cartaya | 330 | 63 | 227 | 967 | 191 | 0 | 236 |
| Huelva | 56 | 66 | 18 | 55 | 36 | 0 | 159 |
| Isla Cristina | 59 | 30 | 33 | 530 | 52 | 0 | 85 |
| Lepe | 409 | 79 | 77 | 409 | 263 | 0 | 296 |
| Moguer | 18 | 64 | 16 | 352 | 186 | 0 | 242 |
| Palos | 9 | 7 | 8 | 20 | 58 | 0 | 11 |
| Punta Umbría | 0 | 2 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| Total | 1.256 u | 338 u | 1.466 u | 2.463 u | 994 u | 0 u | 1.376 u |

Patrimonios familiares afectados

Las viviendas y turismos afectados, sin duda suponen una gran pérdida económica, pero como no podemos precisar con detalle el valor total en pesetas que supondría para toda la zona afectada por el tsunami, incluiremos el total de viviendas y turismos afectados dentro del apartado de daños sociales, dentro de pérdidas en el patrimonio familiar, porque además del propio daño económico es también un verdadero daño social con sus consecuencias posteriores. Así mismo ocurre con el resto de las pérdidas en las cuales no disponemos de datos para sopesar la cifra económica en pesetas que supondría dichas pérdidas.

Con respecto al número de turismos afectados, disponemos de un dato concreto dado por el Consorcio de Compensación de Seguros, que es el Capital total en riesgo en el municipio de Huelva. Con lo cual podremos hacer una estimación concreta de las pérdidas económicas respecto a este concepto en el municipio de Huelva.

Si observamos los mapas vemos que la ciudad de Huelva afectada, está toda comprendida en la zona de 5-10, con lo cual ponderaremos el total por 0,5.

Aplicando la fórmula de ponderación anterior:

$$\frac{SZ \cdot CT}{ST} \cdot P$$

siendo,

SZ = Superficie total de Huelva ciudad (11.100 m + 11.210 m): 8.189.729 m².

ST = Superficie de la zona afectada = 2.666.664 m² (del uso 11.100) + 2.110.330 m² (del uso 11.210): 4.776.994 m².

CT = Capital total en riesgo de vehículos automóviles: 3.072.000.000 pts.

P = para la zona 5-10: 0,5.

Capital total de pérdidas esperadas en vehículos automóviles (consideramos turismos particulares): 5.384.676 Euros.

Efectos y daños sociales

Víctimas

Para determinar el número de víctimas, se tendrá en cuenta la población total que hay en los municipios que están afectados por las inundaciones provocadas por el tsunami. Sabiendo la po-

blación total que tienen estos y considerando que la mayoría se encuentran en los centros urbanos, se hará una determinación relativa dependiendo de la superficie urbana que esté afectada y de la zona de inundación a la que corresponda.

Como ocurre en otras estimaciones, esta no será exacta puesto que también habrá habitantes tanto en zonas de campo como en puertos, en las playas etc..., y además esta variará dependiendo de la época del año y de la hora del día. Pero como hay que optar por un criterio de valoración, nos hemos decidido por considerar la población condensada en los casos urbanos y urbanizaciones y sólo considerar la superficie de estos. Lo que sí haremos es distinguir entre tejido urbano continuo, laxo y urbanizaciones, puesto que la densidad de población es distinta en cada una de estas zonas. También se distinguirá por zonas de inundación, según las hemos dividido en nuestro estudio, entre 0-2,5 entre 2,5-5 y entre 5-10.

Por tanto siguiendo este criterio obtenemos los siguientes resultados aplicando la siguiente fórmula para cada zona:

$$PA_x = \frac{ST_x \cdot PT}{ST} \cdot P_x$$

siendo;

ST_x = Superficie total para cada una de las zonas dependiendo su altitud (0-2,5; 0-5 y 5-10).

PT = Población total.

ST = Superficie total.

P_x = Peso para cada una de las zonas dependiendo de su altura (1; 0,75; 0,5).

PA_x = Población afectada para cada zona dependiendo de su altura (0-2,5; 0-5 y 5-10).

Superficie y población total en zonas de tejido urbano continuo

Huelva: superficie = 4.089.079 m²; población = 100.000 habitantes.

Punta Umbría: superficie = 1.189.835 m²; población = 11.170 habitantes.

Ayamonte: superficie = 1.080.224 m²; población = 16.059 habitantes.

Aljaraque: superficie = 402.050 m²; población = 8.029 habitantes.

Cartaya: superficie = 739.946 m²; población = 11.151 habitantes.

Isla Cristina: superficie = 995.566 m²; población = 18.109 habitantes.

Palos de la Frontera: superficie = 340.385 m²; población = 6.907 habitantes.

Superficie y población total en la Estructura Urbana laxa

Huelva: superficie = 4.100.650 m²; población = 45.700 habitantes.

Superficie y población total en Urbanizaciones extensas o ajardinadas

Pinos de Mar: superficie = 656.273 m²; población = 4.800 habitantes.

Urb. Bellavista: superficie = 652.123 m²; población = 4.500 habitantes.

Urb. La Laguna del Portil: superficie = 752.774 m²; población = 5.500 habitantes.

Urb. San Carlos: superficie = 630.366 m²; población = 4.200 habitantes.

Playa Isla Canela: superficie = 279.695 m²; población = 2.400 habitantes.

Isla del Moral: superficie = 86.478 m²; población = 1.000 habitantes.

Población total afectada en Tejido Urbano Continuo

ST = Superficie total de las zonas afectadas: 8.837.085 m².

PT = n^o total de habitantes en esta zona: 171.425 m².

$ST_{0,2,5} = 2.271.130 \text{ m}^2$.

$ST_{2,5,5} = 1.002.289 \text{ m}^2$.

$ST_{5,10} = 3.161.336 \text{ m}^2$.

$PA_{0,2,5} = 44.056 \text{ m}^2$.

ESTUDIO

$$PA_{2,55} = 14.582 \text{ m}^2.$$

$$PA_{5-10} = 30.662 \text{ m}^2.$$

$PA = PA_{0,2,5} + PA_{2,55} + PA_{5-10} = 89.300$ Habitantes afectados en tejido urbano continuo.

Población total afectada en Estructura Urbana laxa

$ST =$ Superficie total de las zonas afectadas: 4.100.650 m².

$PT = n^{\circ}$ total de habitantes en esta zona: 45.700 m².

$$ST_{5-10} = 2.259.585 \text{ m}^2.$$

$PA_{5-10} = 12.591$ Habitantes afectados en estructura urbana laxa.

Población total afectada en Urbanizaciones extensas o ajardinadas (código 11220).

$ST =$ Superficie total de las zonas afectadas: 3.057.709 m².

$PT = n^{\circ}$ total de habitantes en esta zona: 22.400

$$ST_{0,2,5} = 844.428 \text{ m}^2.$$

$$ST_{2,55} = 456.081 \text{ m}^2.$$

$$ST_{5-10} = 586.941 \text{ m}^2.$$

$$PA_{0,2,5} = 6.186 \text{ m}^2.$$

$$PA_{2,55} = 2.506 \text{ m}^2.$$

$$PA_{5-10} = 2.150 \text{ m}^2.$$

$PA = PA_{0,2,5} + PA_{2,55} + PA_{5-10} = 10.842$ Habitantes afectados en urbanizaciones extensas o ajardinadas.

Población total afectada: 89.300 + 12.591 + 10.842 = 112.733 víctimas.

Patrimonio viviendas y vehículos turismos

Dentro de las pérdidas económicas que produciría una inundación de estas características, tendremos que tener en cuenta las posibles pérdidas materiales que se producirían a nivel personal en los bienes materiales que poseen los habitantes. Para esto consideraremos dos tipos de bienes

personales que son principales, como la vivienda y los vehículos turismo.

Disponemos de esta información en los pueblos y ciudades afectadas.

Tabla 6. Inventario de vehículos y viviendas

| | Turismos | Viviendas familiares |
|----------------------|---------------|----------------------|
| Huelva | 50.848 | 46.790 |
| Putá Umbría | 2.553 | 11.456 |
| Ayamonte | 4.265 | 6.491 |
| Aljaraque | 3.220 | 2.639 |
| Cartaya | 5.658 | 3.223 |
| Isla Cristina | 7.069 | 3.788 |
| Palos de la Frontera | 3.030 | 2.512 |
| Total | 76.643 | 76.899 |

Con respecto al número de pérdidas en vivienda, es muy difícil de precisar, ya que no es lo mismo una vivienda baja que un bloque de viviendas, también depende de la altura del piso en el bloque de viviendas.

Con respecto a las viviendas habría que distinguir entre tejido urbano continuo, estructura urbana laxa y urbanizaciones extensas o ajardinadas.

No obstante, vamos a suponer el caso más desfavorable en el que todas las viviendas se viesen afectadas. Consideraremos las zonas donde más concentración de viviendas se pueden producir, que serían los casos urbanos, como evaluaremos sobre estas superficies, no tendremos en cuenta las que hubiera en otras zonas de campo, tampoco consideramos el número de vehículos y viviendas de términos municipales como Lepe o Moguer, que aunque el propio pueblo no estaría afectado directamente, sí que lo estaría su Término Municipal, pero no obstante creemos que quedarán unas cosas compensadas con otras dando un valor estimativo de las pérdidas totales, en nuestra opinión bastante aproximado a la realidad.

ESTUDIO

- Entre todas las zonas, la superficie total afectada será de 15.995.444 m².
- Superficie afectada para la zona 0-2,5: 2.271.130 + 0 + 844.428 = 3.115.558 m².
- Superficie afectada para la zona 2,5-5: 1.002.289 + 0 + 456.081 = 1.458.370 m².
- Superficie afectada para la zona 0-2,5: 3.161.336 + 2.259.585 + 586.941 = 6.007.862 m².

Viviendas afectadas

Aplicamos la expresión

$$VA_x = \frac{VT \cdot SA_x}{ST} \cdot P_x$$

Siendo,

VT = nº total de viviendas: 76.889 viviendas.

ST = superficie total de los núcleos de población.

SA_x = Superficie afectada en zona x .

P_x = Peso dado para la zona x (0-2,5; 2,5-5 y 5-10), los pesos son 1, 0,75 y 0,5.

VA_x = nº total de viviendas afectadas para la zona x (0-2,5; 2,5-5 y 5-10).

Nos da como resultado los siguientes valores:

$VA_{0,2,5} = 14.976$ viviendas.

$VA_{2,5,5} = 5.258$ viviendas.

$VA_{5,10} = 14.440$ viviendas.

Total de viviendas que estarían afectadas: 34.674 viviendas.

Vehículos Turismos afectados

Con los turismos se hará la misma consideración y cálculos que con las viviendas. Aplicaremos la expresión,

$$TA_x = \frac{TT \cdot SA_x}{ST} \cdot P_x$$

siendo,

TT = nº total de turismos: 76.643 turismos.

ST = superficie total de los núcleos de población.

SA_x = superficie afectada en zona x .

P_x = Peso dado para la zona x (0-2,5; 2,5-5 y 5-10), siendo los pesos 1, 0,75 y 0,5.

TA_x = nº total de turismos afectados para la zona x (0-2,5; 2,5-5 y 5-10).

Nos da como resultado los siguientes valores:

$TA_{0,2,5} = 14.928$ turismos.

$TA_{2,5,5} = 5.241$ turismos.

$TA_{5,10} = 14.393$ turismos.

Total de turismos afectados: 34.562 turismos.

Patrimonio histórico y artístico

Para evaluar los daños en el Patrimonio histórico que ocasionaría un tsunami de estas características, describiremos los monumentos y lugares de interés de las localidades y término municipales afectados, que podrían ser susceptibles de ser dañados por las inundaciones y la avalancha de agua, y el posterior deterioro que esta ocasionaría y dada la limitación de esta presentación, aquí no se relacionan.

Centros públicos de primera importancia

En este apartado se incluyen, centros de salud, consultorios, los centros de enseñanza, farmacias, bibliotecas públicas y oficinas bancarias.

Se puede ver el número de cada uno de estos centros en cada localidad afectada en la Tabla 7.

Los hospitales que hay en Huelva en 2000 son:

- Clínica Blanca Paloma. Nº de camas: 211.
- Complejo Hosp. Juan Ramón Jiménez. Nº de camas: 762.
- Hospital Infanta Elena. Nº de camas: 359.
- Clínica Los Naranjos. (citra, s.a.). Nº de camas: 30.
- Policlínica san Pedro. Nº de camas: 7.

Es conveniente tener en cuenta estos hospitales y el número de cama de que disponen, para saber el número de víctimas que podrían ser atendidas en los mismos en caso de no resultar seriamente dañados en una catástrofe de estas características.

ESTUDIO

Tabla 7. Inventario de Centros Públicos

| | Hospitales | Centros de Salud | Consultorios | Enseñanza | Farmacia | Biblioteca Municipal | Oficinas Bancaria |
|----------------------|------------|------------------|--------------|------------|------------|----------------------|-------------------|
| Huelva | 4 | 4 | 2 | 118 | 74 | 6 | 129 |
| Punta Umbría | – | 1 | – | 11 | 4 | 1 | 9 |
| Ayamonte | – | 1 | 1 | 10 | 8 | 1 | 16 |
| Aljaraque | – | – | 3 | 8 | 2 | 2 | 5 |
| Cartaya | – | 1 | 1 | 7 | 4 | 1 | 10 |
| Isla Cristina | – | – | 2 | 19 | 7 | 1 | 12 |
| Palos de la Frontera | – | – | 1 | 7 | 4 | 1 | 8 |
| Total | 4 | 7 | 10 | 180 | 103 | 13 | 189 |

Transportes públicos

Los transportes públicos es otra variable digna de tener en consideración, ya que es otro servicio importantes para la sociedad, y en los cuales se podría ocasionar grandes pérdidas en caso de inundaciones, Tabla 8.

Tabla 8. Parque de transportes públicos

| | Taxis | Mercancías | Viajeros |
|----------------------|------------|--------------|------------|
| Huelva | 244 | 1.453 | 333 |
| Putá Umbría | 13 | 116 | 13 |
| Ayamonte | 15 | 129 | 17 |
| Aljaraque | 10 | 92 | 10 |
| Cartaya | 13 | 225 | 15 |
| Isla Cristina | 18 | 168 | 19 |
| Palos de la Frontera | 8 | 476 | 15 |
| Total | 321 | 2.659 | 422 |

Líneas de comunicación afectadas. Estaciones de servicio

Se verían afectadas una serie de tramos de carreteras debido a la inundación que podrían afectar

tar a la población para ser utilizadas como vías de evacuación, no obstante estas vías de evacuación se estudiarán con más detalle más adelante.

Respecto a las carreteras y vías de ferrocarril afectadas, estas se pueden ver en el mapa anexo de comunicación, como las incluidas dentro de la línea azul de inundación. Las líneas amarillas corresponden a carreteras locales, las rojas a nacionales, y las líneas de ferrocarril vienen representadas en negro.

El total de vías de comunicación afectadas sería más ó menos de;

- 80 km. de carreteras locales de anchura de pavimento entre 3 y 5 m.
- 20 km. de carreteras nacionales con una anchura de pavimento de 7 m.
- 15 km. de vías de ferrocarril.

El número de estaciones de servicio (gasolineras), que caen dentro de la zona de inundación y por lo tanto se verían afectadas, es el siguiente:

- Estaciones de servicio en Huelva capital: 4
- Estaciones de servicio en Palos de la Frontera: 3
- Estaciones de servicio en La Rábida: 3
- Estaciones de servicio en Punta Umbría: 4
- Estaciones de servicio en El Rompido: 2
- Estaciones de servicio en Cartaya: 1

ESTUDIO

- Estaciones de servicio cerca de La Antilla: 1
- Estaciones de servicio en Isla Cristina y alrededores: 4

Total estaciones de servicio que pueden verse afectadas: 24.

Ocio y turismo

Las costas de Huelva son muy propicias para el turismo, ya que además de tener un animado ambiente en áreas totalmente equipadas también tienen lugares salvajes y solitarios con playas de arenas doradas y finas, dunas, pinares y aguas muy limpias.

Playas

Dentro de la zona correspondiente a nuestro estudio muchas de estas playas se verían afectadas por un tsunami como el descrito en las siguientes: Isla Canela y Punta del Moral, Isla Cristina, Islantilla, La Antilla, El Rompido, El Portil, Punta Umbría, y la playa del Espigón.

Puertos deportivos

En general, toda la costa de Huelva es perfecta para la práctica de los deportes de vela. La larga tradición marinera, unida a la bondad de sus aguas en cualquier época del año hacen que la náutica sea un deporte habitual en estas costas. Es por esto que debemos tener en cuenta, lo que podría ocurrir en caso de que se produjera un tsunami. Este causaría graves daños en estos puertos deportivos, los

cuales tienen embarcaciones pequeñas que indudablemente se perderían, además de las posibles víctimas que se producirían tanto en los puertos como los que estuvieran navegando o practicando actividades acuáticas en ese momento.

Existen diferentes puertos deportivos y zonas de abrigada en el litoral onubense:

- Club Marítimo de Huelva.
- Club Marítimo y tenis de Punta Umbría.
- Club Náutico río Piedras en El Rompido.
- Puerto Deportivo Isla Cristina.
- Puerto Deportivo de Mazagón.

Campos de golf

También se verían afectados los campos de golf cerca de la costa.

- Bellavista golf en la carretera Huelva Aljaraque Km. 5.
- Isla Canela golf, en Carretera de la Playa s/n, Isla Canela (Huelva).
- Islantilla golf, en Carretera La Antilla, Isla Cristina.

Alojamientos turísticos y restaurantes

En lo referente al turismo, este se vería afectado dependiendo de la época del año en que se produjese el tsunami, no obstante el número de hoteles, pensiones, restaurantes y campings que habría en las zonas afectadas serían los siguientes, (habría sin duda más pero es una estimación en las localidades principales).

Tabla 9. Inventario de usos varios

| | Clínicas | Pensiones | Restaurantes |
|----------------------|-----------|-----------|--------------|
| Huelva | 6 | 8 | 85 |
| Punta Umbría | 6 | 5 | 64 |
| Ayamonte | 4 | 3 | 34 |
| Aljaraque | - | 1 | 11 |
| Cartaya | 2 | 2 | 19 |
| Isla Cristina | 6 | 1 | 36 |
| Palos de la Frontera | 4 | 5 | 13 |
| Total | 28 | 25 | 262 |

Los campings y campamentos que serían afectados

- En Punta Umbría, Camping Derena Mar. En Isla Cristina, Campamento Giralda.

Daños Ecológicos

Nuestro estudio está centrado en una zona con un gran valor ecológico, es por esto que debemos considerar los daños en este sentido que ocasionarían las inundaciones provocadas por un tsunami.

Dentro de las zonas que nos afectan, no se encontraría ninguna declarada como Parque Nacional.

En nuestra zona de estudio hay los siguientes Parajes Naturales:

- Enebrales de Punta Umbría, Estero de Domingo Rubio, Lagunas de Palos y Las Madres, en Moguer y Palos de la Frontera, Marismas de Isla Cristina, Marismas del Odiel, Marismas del río Piedra y Flecha del Rompido.

En nuestra zona de estudio hay las siguientes Reservas Naturales:

- Isla de Enmedio, Laguna de El Portil, Marisma de El Burro.
- Superficie total dañada correspondiente a Paraje Natural: $52.169.507 \text{ m}^2 \approx 5.217 \text{ Ha}$.
- Superficie total dañada correspondiente a Reserva Natural: $6.619.850 \text{ m}^2 \approx 662 \text{ Ha}$.
- Superficie total dañada correspondiente a Reserva Natural Concertada: $12.932.534 \text{ m}^2 \approx 1.293 \text{ Ha}$.
- Superficie total de otro tipo de superficies ecológicas dañadas: $5.720.197 \text{ m}^2 \approx 572 \text{ Ha}$.

También habría que tener en cuenta las zonas de cultivos, que sin duda suponen un valor ecológico.

Fauna afectada

Es muy difícil determinar el número de especies animales afectadas por las inundaciones pro-

vocadas por el tsunami y como sería el daño provocado. Pero si se puede dar el tipo de especies salvajes más importantes que hay en la zona, y a las que seguro les afectaría este tipo de suceso causando un gran desastre ecológico en la fauna de la zona.

Una de las especies que más predomina en la zona es el ansar común, además hay 33 especies diferentes de mamíferos entre los que se encuentran el Gamo, el Ciervo, el Meloncillo, la Nutria, la Gineta y el Conejo.

También hay 12 especies distintas de peces y 18 de reptiles. De aves hay 300 especies diferentes. Y animales en peligro de extinción están el Lince Ibérico y el Águila Imperial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORINE (1991): *Base de Datos. Agencia Europea de Medio Ambiente/Instituto Geográfico Nacional.*
- GITEC TWO (1991): *Genesis and Impact of Tsunamis on the European Coasts. Tsunami Warning and Observations.* Instituto Geográfico Nacional.
- BAPTISTA, M. A., MIRANDA, D.M.A., MIRANDA, J. M. y L. MENDES VICTOR (1998): *Constraints on the source of the 1755 Lisbon tsunami inferred from numerical modelling of historical data on the source of the 1755 Lisbon earthquake.* J. Geodynamics vol. 25. Nº 2 pp. 159-174.
- MARTÍNEZ SOLARES, J. M. y A. LÓPEZ ARROYO. (2004). *The great historical 1755 earthquake. Effects and damage in Spain.* Journal of Seismology. Vol. 8, 275-294.
- ZITELLINI, N., CHIERICI, F., SARTONI, R. y L. TORELLI. (1999). *The tectonic source of the and the 1755 Lisbon earthquak and tsunami.* Annali di Geofisica, Vol. 42. Nº 1. pp. 49-54.