

**Colegio Gaztelueta - Bachillerato Internacional
Monografía de sistemas medioambientales**

**“LA ISLA DE LA PALMERA (DUBAI)
PROBLEMAS DE LA CONSTRUCCIÓN
Y SU IMPACTO ECOLÓGICO”**

Adrián Ibarra Pérez

Marzo 2008

SUMARIO

El presente trabajo tiene como objeto el análisis de los problemas a los que ha tenido que hacer frente durante su construcción el proyecto de la Palmera (Dubai), iniciado en 1997. Se trata de cuestiones tanto de carácter técnico como en lo que se refiere a los impactos medioambientales.

INDICE

- I. DUBAI: INTRODUCCIÓN HISTÓRICA**
- II. LA ISLA DE LA PALMERA: LA CONSTRUCCIÓN DEL ROMPEOLAS**
- III. LA CONSTRUCCIÓN DE LA ISLA DE LA PALMERA**
- IV. ISLA DE LA PALMERA: IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LAS OBRAS**
- V. CONCLUSIONES**
- VI. BIBLIOGRAFIA**

I. DUBAI: INTRODUCCIÓN HISTORICA

Dubai, situado a orillas del Golfo Pérsico, forma parte de lo que desde 1971 se llama los Emiratos Árabes Unidos, un conjunto de siete emiratos que forman un pequeño país limitante con Arabia Saudí y Omán. En apenas 30 años los Emiratos han pasado de ser un país pobre y polvoriento, poblado por mercaderes y beduinos, a convertirse en uno de los países más ricos del mundo, refugio para los ricos del Golfo Pérsico y procedentes cada vez más de todo el globo. El descubrimiento de yacimientos petrolíferos, en la década de los 60, fue el detonante de la proliferación de un país que aún no ha alcanzado su apogeo económico.

Dubai, no mucho más grande que la isla de Mallorca (España), no es el más grande ni el más bonito de los 7 hermanos, pero sí es, hoy por hoy, la ciudad más sorprendente de Oriente Medio. Es la joya más preciada en el Golfo Árabe. Y es que su gobernante, el jeque Mohammed bin Rashid al Maktoum, viendo las expectativas próximas de sequía de los pozos de petróleo, se propuso evitar la debacle futura de su emirato transformando su país en la ciudad del futuro. Proponer conquistar el mar construyendo estructuras inimaginables; adornarlo con lujos propios del más exigente de los exigentes; terminar la obra alfombrando parte de su desierto con nieve para la práctica del esquí. Estos son los ingredientes necesarios para crear de Dubai una de las más ultramodernas metrópolis, así como la carta de presentación de una ciudad que sueña con pulverizar varios records del Guinness.

Las obras con las que Dubai pretende encandilar al resto del mundo son muy variadas. Van desde la construcción del edificio más alto del mundo, el Hotel Burj-Al-Arab, único siete estrellas en el mundo, pasando por el Hydropolis, primer hotel enteramente submarino en el mundo, llegando a alfombrar de nieve gran parte de su desierto para posibilitar la práctica del esquí. Pero lo que era y sigue siendo su apuesta principal es la conquista del mar, y para eso, el jeque mandó comenzar el proyecto de la estructura más grande que jamás se había construido en el mar: The Palm Island.

La isla palmera, uno de los primeros caprichos del jeque Mohammed, constituye el pilar central del ambicioso proyecto. Ésta se comenzó a construir en junio de 2001, pero fue en 1997 cuando la empresa encargada del proyecto, Nakheel Properties, empezó a planificar la futura maravilla. No es la única isla con forma de palmera que se está construyendo en la costa de Dubai, pero sí la primera. Y ha sido ésta, la que más problemas ha dado a los ingenieros, tanto en temas de construcción como en el ámbito medioambiental.

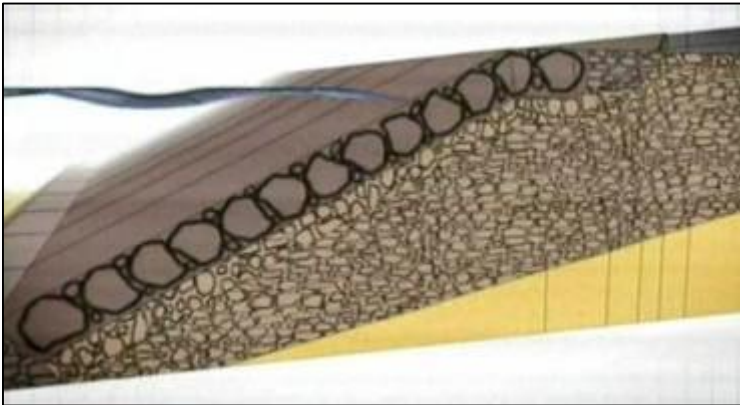
II. LA ISLA DE LA PALMERA: LA CONSTRUCCIÓN DEL ROMPEOLAS

Básicamente el problema en la construcción a la que se han tenido que enfrentar los ingenieros durante el proyecto, fue que por primera vez se intentaba construir algo de una enorme magnitud: una isla en forma de palmera de 5,5 Km de largo, la cual extiende la línea costera la friolera de 56 Km. Además, se suma a los planes del jeque la utilización exclusiva de materiales naturales en la construcción de la isla, de modo que esta se mezcle completamente con el entorno, en vez de usar acero y hormigón, que sería lo natural hablando de una estructura de tales dimensiones.

Por ello, en la mesa de trabajo y frente a los planos, los ingenieros decidieron que lo mejor para proteger la estructura sería crear un rompeolas. Tras hacer cálculos,

y teniendo en cuenta la posibilidad de que ese rompeolas se tuviera que enfrentar en un futuro a una supertormenta, los ingenieros descubrieron que el Golfo Pérsico, con apenas 30 metros de profundidad y 150 km de largo, no es un sitio peligroso para la construcción de la isla, ya que las olas no llegan a ser devastadoras. Creían que bastaría con un rompeolas de 3 metros de alto por encima del agua y 11 kilómetros de largo: un total de 7 millones de toneladas de roca. Cada roca debería estar cuidadosamente colocada en su respectivo sitio por medio del GPS para evitar que una tormenta lo dañe y ponga en peligro la seguridad de la isla.

De este modo, los componentes básicos de la isla y el rompeolas, arena (94 millones de m³) y roca (7 millones de toneladas), suman la desorbitada cantidad de más de 100 millones de toneladas, suficiente para levantar un muro de 1 metro de alto que de casi tres vueltas a la tierra.



El primer reto al que se enfrentaron los ingenieros fue construir el lecho marino donde se asentaría el gigantesco muro que protege la isla. Para ello tuvieron que reunir un ejercito de supermáquinas formado por 9 barcasas, 15 remolcadores, 4 dragadoras, 30

excavadoras de tierra y 10 grúas flotantes. Las dragadoras cogen arena del cercano lecho marino y la descargan en una capa de hasta 8 metros de espesor sobre la que se sostendrá el muro. De este modo, el rompeolas tendrá una altura total de 7 metros, 4 por debajo del agua y tres por encima. Las capas en pendiente reducen la fuerza de las olas cuando golpean el muro. Pero es la capa exterior la que protege realmente la frágil isla de la fuerza del mar, por lo que es en esa capa donde los ingenieros deben colocar grandes rocas. Y la extracción de roca suficiente para levantar el muro de 11,5 Km, es una tarea impresionante.

Se comienza la extracción de roca en 16 canteras por todos los emiratos árabes, noche y día, sin parar. Se carga en decenas de camiones que la llevan hasta la costa en un viaje inferior a las 24 horas. En total se necesitarán 5,5 millones de m³ de rocas. Éstas deben colocarse exactamente en su posición, en la que deberán aguantar sin moverse durante siglos sin cemento que las contenga. Por eso, después de estudiar detalladamente cada piedra y de ser clasificadas por tamaño y peso, se colocan con precisión por grúas, sin dejar al azar ni una parte de la superestructura. Después buceadores comprueban regularmente que las rocas no se han movido de la posición en que fue colocada.



Paso a paso, con constancia y esfuerzo, en enero de 2002, 6 meses después de empezar el trabajo, asoma una gran parte del rompeolas a 4,5 Km de la costa. Y aunque es un importante logro para el equipo, aún quedan por construir 10 Km de muro gigantes.

De pronto surge un nuevo reto: toda la superestructura debe estar terminada para el año 2006, así que cuentan con tan solo 2,5 años para hacer la isla y el rompeolas, y dos años para construir la ciudad. Que el rompeolas y la isla se construyan al mismo tiempo parece ser la única forma de cumplir con la fecha, lo cual supone arriesgarse a que durante la construcción, el rompeolas proporcione protección mínima a la isla palmera contra el mar. Y para que la isla salga del mar, el mínimo está en terminar al menos 550 metros del rompeolas. Al fin, en abril de 2002, esos primeros 550 metros de rompeolas surgen de la superficie del mar a 3 metros por encima del agua, y es entonces cuando el equipo 2, encargado de la isla palmera, entran en acción para sacar la isla del agua.

III. LA CONSTRUCCIÓN DE LA ISLA DE LA PALMERA

Lo que es la isla está compuesta básicamente por arena: 94 millones m³ de arena. El equipo 2 tenía por tanto la enorme tarea de encontrar tal cantidad de arena, con la que se podrían llenar completamente 50 piscinas olímpicas. Pero aunque parezca irónico, y a pesar de que Dubai tiene más arena de la que jamás necesitará, ésta no era adecuada para el trabajo ya que es muy fina y las partículas no se adhieren, lo que significaría que la isla se podría deshacer en cualquier momento.

Tras buscar, encuentran la arena perfecta a 11 Km mar adentro. Esta arena es gruesa, se apelmaza bien y es más resistente a las olas. Para la extracción y transporte se utilizaron una flota de 4 dragadoras: dos THSD (dragas de arrastre y succión con tolva) y otras dos mas pequeñas que disponen de un mecanismo de bombeo. Las dos grandes, las THSD, son las que se habían usado para formar la base de la isla. Con una capacidad de 18.000 m³, estas succionaban el fondo marino en el área indicada y depositaban el material por el método del vaciado en el fondo del mar hasta que se alcanzaron los -5 metros. El método de vaciado es muy simple: se

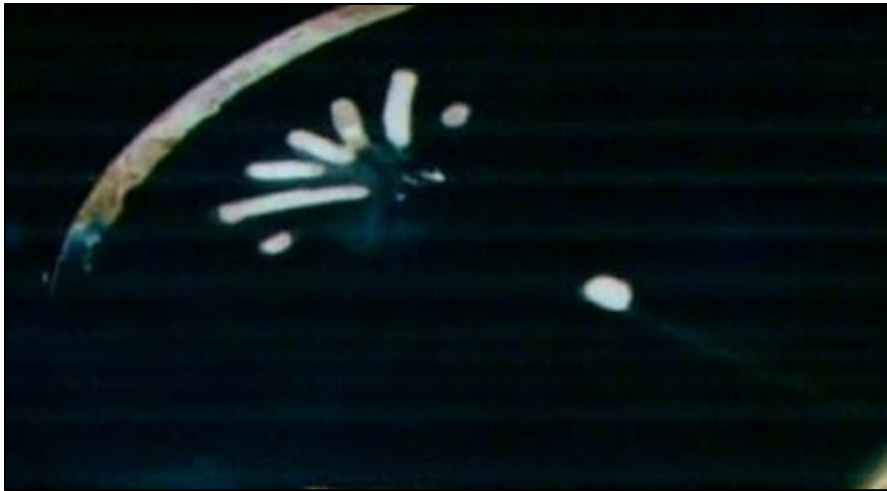


(una de las dragadoras de 8.000 toneladas vaciando arena por el método de "rain-bowing")

coloca la dragadora cargada de arena encima del punto donde se quiere depositar el material, y se abre la base de esta dejando caer en un momento toda la carga, ahorrando así tiempo y dinero. Esto es lo que el equipo había hecho hasta abril de 2002, lo "fácil". Ahora, con el tramo suficiente del rompeolas terminado, todos sabían que comenzaba lo difícil: darle la forma de palmera a la isla.

Las dragadoras encargadas de esta tarea son más pequeñas, por lo que su precisión es mayor a la hora de depositar la arena. Además el dragar arena del lecho marino del golfo presenta un importante beneficio: el ahorro del tiempo. En tan sólo una hora la dragadora llena un tanque de 8.000 TN. Después vuelve a la obra y rocía la arena en su sitio. Todo en un tiempo de 3 horas, mucho menos de lo que se necesitaría si la arena se obtuviese del desierto. En esta etapa de delineación de la isla, ya no se puede utilizar el método del vaciado para depositar la arena. El nuevo proceso se denomina "rain bowing", y consiste en proyectar mediante chorros las 8.000 TN de arena. Esta se acumula en bancos alzándose 4 metros sobre el agua. Sin embargo, este método es mucho más lento que el de vaciado, por lo que el equipo debe trabajar día y noche si quiere cumplir con el programa.

De pronto surge el miedo: los ingenieros se dan cuenta de que es posible que la forma de la isla no esté progresando adecuadamente. Pero entre el revuelo originado, Dubai demuestra de nuevo que posee la exclusividad y los medios que hacen falta para llevar a cabo los impresionantes proyectos que se proponga. Su increíble solución se encuentra a 700 Km de altura en el espacio: el satélite IKONOS. Dubai tiene acceso a este satélite, único en propiedad privada del mundo, que orbita la tierra tomando fotografías. Con ellas los ingenieros pueden vigilar el proyecto, que debido a la forma única de la palmera resulta una pesadilla construirla. Todo el diseño se basa en la precisión, y de los 56 Km de orilla casi todos son curvos. Para completar la tarea satisfactoriamente es necesario usar tecnología de vanguardia: el GPS. Observando que en todo el proyecto solo hay dos líneas rectas, seguramente antes del GPS no se podría haber llevado a cabo.



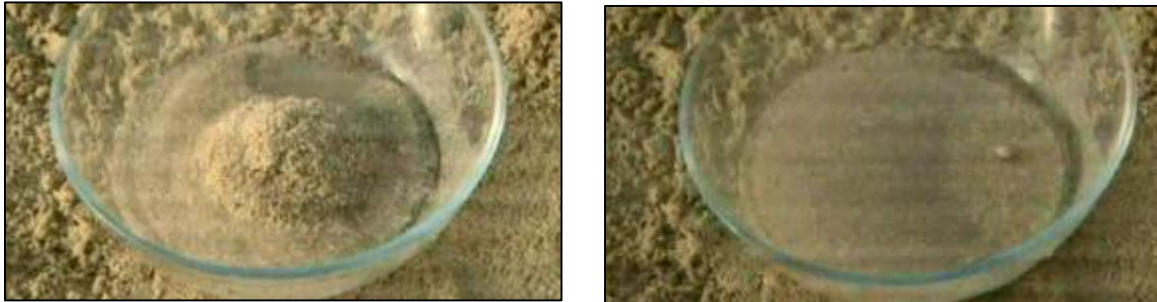
A esta altura, un año después del inicio, el equipo va adelantado a pesar de ser un proceso complicado y difícil de ejecutar. La sincronización entre los dos equipos, el del rompeolas y el de la isla, es

perfecta y ya se han construido 8 Km de rompeolas y al mismo tiempo 8 hojas de palmeras sobresalen entre las aguas azules del golfo. La paciencia y el esfuerzo de todos los integrantes terminan por acabar por fin la isla y el rompeolas en enero de 2004. Lo conseguido ya es en sí mismo todo un logro de la ingeniería. Pero el mayor reto para los ingenieros llega a continuación: cómo hacer que sea seguro construir sobre la isla.

Esta majestuosa isla esta hecha, como ordenó el príncipe, sólo de arena. El problema que presenta la arena a la hora de construir en ella es que es inestable, muy susceptible al movimiento del agua a su alrededor. Con el tiempo la arena se compacta de forma natural, haciendo seguro construir sobre ella. Pero eso es algo que tardaría años, y tiempo es algo que los ingenieros no tienen. La isla debe soportar una ciudad con más de 100.000 personas, y para ello esta tiene que ser sólida como la roca. Así, los ingenieros deben encontrar una forma de compactar la arena, de hacerla

firme, y no sólo para que sea posible construir encima, sino por una razón más importante: Dubai descansa en una zona importante de terremotos.

Si un terremoto alcanzara la zona, la arena perdería cohesión desde abajo, y la fuerza lateral de este haría que la isla desapareciera. Este fenómeno se llama licuación.



(En la foto de la derecha lo que sería una isla de arena. A la izquierda la isla desaparece tras el impacto lateral de un terremoto)

La licuación ocurre cuando un temblor sacude la superficie terrestre haciendo que las partículas de arena se muevan y se compacten. Al compactarse fuerzan el agua que hay entre ellas hacia arriba, de modo que la tierra se licua, lo que significa el hundimiento de la isla en el mar.

Después de realizar numerosos cálculos, llegaron a la conclusión de que necesitaban una capa compacta de arena de 12 metros de profundidad. Inspirándose en el fenómeno de la licuación, el equipo encontró la solución en un principio llamado hidrocompactación que se basa en los principios de la licuación.

Enseguida se pusieron manos a la obra. 15 máquinas trabajan a toda prisa para reafirmar la tierra. Primero se hacen más de 200.000 agujeros en la arena por toda la superficie de la isla. La máquina introduce agua a alta presión y aire, haciendo que la sonda llegue muy abajo. Entonces, el asta de la máquina vibra desde abajo, agitando la tierra a su alrededor y haciendo que se compacte. Como en la licuación, la parte de arriba se hunde, pero a medida que esto ocurre se hecha más arena hasta que la alrededor de la sonda es sólida. Por supuesto el trabajo es arduo y largo, pero debe hacerse para garantizar la seguridad de las más de 100.000 personas que vivirán en la isla. Se tarda 8 meses en estabilizar toda la isla, pero a los tres meses, cuando el tronco central ya se ha estabilizado, Palm Jumeirah está lista para comenzar las obras en ella.

En marzo de 2004, comienzan las obras de construcción en la isla, y miles de camiones y grúas, toneladas de materiales y miles de trabajadores llegan a la isla. La instalación de la infraestructura, tuberías de gas, cables eléctricos, suministros de agua y edificios es la parte más enrevesada de la obra. Además tienen que construir la ciudad entera en 2 años. Aunque principalmente se había acordado tener listo todo para el año 2006, a cada paso el proyecto se ha ido complicando, y la fecha para el tronco se ha retrasado hasta este año (2008). Pero los primeros clientes empezaron a llegar a la isla a finales de 2006, y hoy en día cientos de personas ya viven en la palmera. Desde el comienzo del proyecto en 2001 los cambios han sido muy significativos casi día a día. De hecho, Palm Jumeirah se diseñó originalmente para albergar y dar servicio a 60.000 personas, pero en 2004 los promotores se dieron cuenta de que la idea gustaba mucho al público y decidieron doblar la capacidad. Así, el tronco de la palmera, columna vertebral del proyecto, se ha ido complicando en diseño y superficie año tras año. Pero el esfuerzo ha merecido la pena: la isla se ha

vendido completamente, y entre sus compradores se encuentran celebridades como los deportistas David Beckham, Michael Schumacher y Michael Owen o el ex-presidente norteamericano Bill Clinton.



IV. ISLA DE LA PALMERA: IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LAS OBRAS

Desde la concepción de la isla los ecologistas han estado convencidos de que construir esta superestructura destruiría la vida marina local arruinando, entre otras cosas, una de las mejores atracciones: el mar cristalino del golfo de Dubai. Las discrepancias vienen siendo constantes desde el comienzo entre ecologistas y promotores.

Por un lado, los promotores alegan en su defensa los 4 años previos al comienzo del proyecto en los que éste se planificó escrupulosamente, realizándose exhaustivos estudios de viabilidad en Dubai, con los que asegurasen que las islas no dañarían el medio ambiente. Sin embargo, en la teoría las cosas no han salido como ellos pensaban.

En octubre de 2005, saltó la alarma cuando miles de peces aparecieron muertos en las costas de Sharjah, uno de los 7 hermanos que forman los Emiratos Árabes Unidos. Las investigaciones por parte de las autoridades de este emirato comenzaron, no creían que la causa proviniera de ellos mismos. Y tenían razón: las conclusiones apuntaban a que el causante era Dubai. Al parecer los peces habían llegado arrastrados por las corrientes marinas desde el litoral de Dubai. No conformándose con esta prueba, los expertos estudiaron exhaustivamente la calidad del agua en las costas de Sharjah, y determinaron que la razón no era la contaminación en la zona.

"Los peces estaban descompuestos. No han muerto por contaminación química o biológica. Los peces murieron debido a los trabajos de construcción del proyecto Islas Palmera, que se desarrolla en un área cercana a Sharjah", insistió al-Midfa, director general de la oficina de Medioambiente y Zonas Protegidas de Sharjah.

El verdadero problema es que se cree que el ambicioso proyecto puede tener consecuencias medioambientales aún más devastadoras. Los ecologistas han criticado y puesto en el punto de mira todo lo que rodea al tema de la isla palmera, viendo venir que su construcción podría desencadenar una tragedia ecológica en toda la zona.

El simple hecho de dragar tantas toneladas de arena del fondo del mar puede ser algo trágico si se piensa con detenimiento. Al aspirar la arena, la dragadora se lleva consigo toda vida existente en el suelo marino, tanto arrecifes de coral, como peces y otras criaturas marinas. Pero además, la arena y roca que se recoge se vuelca después en otro lugar, enterrando todo a su paso y acabando también con la vida en el lugar en que se deposita. Tanto removimiento de tierras produce además una especie de efecto invernadero dentro del agua, no dejando pasar la luz.

Es obvio el impacto producido, y sin embargo, la promotora Nakheel desestima la importancia de tales ocurridos. Responden a las acusaciones poniéndolas en duda. Según el ayuntamiento de Dubai, totalmente involucrado en el proyecto, apunta a que no se han encontrado peces muertos cerca de la isla artificial en construcción. Tanta presión acabó por obligar a los promotores de la obra a tomar responsabilidades y ofrecieron una serie de soluciones. En primer lugar, se comprometieron a vigilar constantemente las aguas. Para ello cada 6 semanas buceadores contratados especialmente para la tarea comprobarían el agua, vigilarían y liberarían peces y cultivarían nuevos corales.

El esfuerzo de grupos medioambientales de concienciar que el proyecto estaba causando grandes estragos fue crucial para que se tomasen medidas, y gracias a ello, la cantidad de perjuicios en el medioambiente no llegó a un punto sin retorno. Ahora, la superestructura parece tener el efecto contrario, según los promotores. El rompeolas, perfectamente asentado, ha creado un refugio para peces y está atrayendo a especies nuevas. Este cambio pretende contentar a todos. Sin embargo, siguen en construcción otras islas artificiales mucho más grandes que las primeras, y por ello los grupos ecologistas siguen descontentos. Los datos que anuncian los promotores parecen contradictorios en comparación con lo que dice la WWF(World Wildlife Fund). Según esta, el fondo del mar sigue revolviéndose y el lodo no acaba de asentarse, por lo que las cristalinas aguas del Golfo son ahora todo menos transparentes. Nakheel responde a esto con que ya se asentarán por sí solas con el tiempo. Pero más importante aún es el cambio en las corrientes marinas que se están produciendo. Esto desconcierta a muchas especies, que no saben dónde asentarse, lo cual perjudica seriamente su supervivencia.

Sin embargo, a Nakheel le puede la ambición, y pretenden poner a su favor los pocos avances que se han hecho en la preservación del medio ambiente. En junio de 2004 echaron al mar dos aviones Jumbo para que la gente pudiera bucear entre ellos. La idea les gustó, y desde entonces han echado siete barcos más y un autobús inglés de 2 pisos con la intención de atraer vida marina, creando un parque temático bajo el agua para buceadores. Se prevé que en unos años el arrecife que se formará en Dubai competirá con el de Australia, el Mar Rojo y las Maldivas.

V. CONCLUSIONES

De una manera o de otra, Dubai ha conseguido que se hable de este megaproyecto por todo el mundo. Es cierto que no todo el mundo ha salido contento. De hecho, las discrepancias saltan a la vista entre grupos medioambientales y constructores, financieros y partidarios de la expansión por mar.

Primera:

La Isla de la Palmera ha sido un proyecto de gran éxito desde el punto de vista turístico y comercial, pero su construcción ha tenido como consecuencia un notable impacto ecológico.

Segunda:

En la fase de proyecto es cierto que se realizaron los estudios pertinentes para calcular ese impacto. La conclusión fue que el impacto de las obras no iba a ser de importancia. Actualmente se ha visto que esos estudios no se realizaron debidamente o, en su defecto, que la magnitud del proyecto obliga a contraponerse a la conservación de la naturaleza circundante

Tercera

No obstante, cuando la fase de construcción ya estaba avanzada, empezaron a aparecer los problemas. Fue entonces cuando, después de mucha insistencia por parte de grupos conservadores de medioambiente, se decidieron algunas medidas para hacer frente al problema.

Cuarta

Aunque a primera vista no tiene relación con el medio ambiente, llego también a la conclusión de que el proyecto ha sido un gran triunfo para la ingeniería. Los avances tecnológicos realizados y retos a los que los ingenieros se han tenido que enfrentar han sido tales que el mundo de las megaconstrucciones ha dado un paso gigante. Son por tanto dos bienes los que entran en conflicto en el proyecto: la dimensión técnica y la ecológica. De ambas he tratado en este trabajo.

Quinta:

Al término de esta monografía mi opinión personal es que el total equilibrio entre ambos valores en conflicto no es posible. Puestos a primar alguna de las dos dimensiones habría que pensar primero en el medioambiente por causas como la siguiente. El descuido de nuestro mundo está causando actualmente cambios drásticos en el clima del mundo. Sobre todo hasta ahora habían sido países primer mundistas los que causaban estos cambios, pero ahora los países que comienzan a desarrollarse a marchas forzadas como India o China se suman a los contaminadores. Una de las consecuencias del cambio climático es el aumento de temperatura, y por consiguiente el aumento del nivel del mar debido al derretimiento de los polos. Islas como la de la palmera de Dubai serian lo primero que el mar se tragaría cuando este aumente su nivel dentro de unos años.

En definitiva, las autoridades de Dubai han dejado que el medioambiente sufra a favor de hacer realidad sus sueños. Es seguro que los medios se podían o se pueden poner ya que a este emirato, o al menos a su jeque, si algo le sobra, a parte de arena, es dinero. Sin embargo, en Dubai se toman las quejas y manifestaciones de

grupos ecologistas como amenazas políticas, y en vez de intentar mejorar las situaciones atacan más fuerte a este tipo de organizaciones.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Episodio National Geographic, Megaestructuras, "Imposible Islands" emitido en National Geographic Channel TV el 27 de septiembre de 2007
- Diario local Dubai "Arab News"
- Declaraciones de Joe Valencic, consultor subacuático del proyecto
- <http://www.ead.ae/en/?T=4&ID=1376> (Study by the UAE University conducted in Abu Dhabi)
- www.bajoelagua.com/articulos/reportajes-buceo/1509.htm
- <http://www.elmundo.es/suplementos/magazine/2005/318/1130523635.html>
- http://www.elcorreodigital.com/vizcaya/prensa/20070128/deportes/galacticos-vida-grande_20070128.html
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Dubai>
- http://maresyoceanos.blogspot.com/2005_10_01_archive.html
- <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=5250718>