



2.4. Propuesta de alternativas del trazado

*Estudio de soluciones para la ampliación del puerto de
Veracruz (México)*



UNIVERSITAT
POLITÉCNICA
DE VALÈNCIA



ÍNDICE

1. Introducción.....	2
2. Planteamiento de alternativas del trazado	2
2.1. Supuestos iniciales	2
2.1.1. <i>Trazado propuesto en el Proyecto Base</i>	<i>2</i>
2.1.2. <i>Condiciones limitantes</i>	<i>3</i>
2.2. Planteamiento de alternativas.....	4
2.2.1. <i>Alternativa 0:</i>	<i>4</i>
2.2.2. <i>Alternativa 1:</i>	<i>5</i>
2.3 Criterios de evaluación	6
2.4. Valoración y elección de alternativas.....	9
3. Diseño de sección	12



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



1. Introducción

En el presente apartado se tratará de describir de forma detallada cada una de las diferentes alternativas que se plantean con referencia al trazado de los diques, y por tanto a su distribución en planta sobre el plano.

Para ello se especificarán las características de cada una de las alternativas, así como sus ventajas o desventajas con respecto a la alternativa base, incluyendo las que sean específicamente dirigidas al dragado y suministro de materiales, para poder hacer una elección de alternativa acorde a mejor las especificaciones concretas respecto a estas dos tareas concretas

Con el fin de decantarse por la mejor alternativa posible o la más óptima, se realizará un análisis multivariante, el cual permitirá establecer la solución más adecuada desde un punto de vista general de la obra (económico, técnico, constructivo, medioambiental etc.)

2. Planteamiento de alternativas del trazado

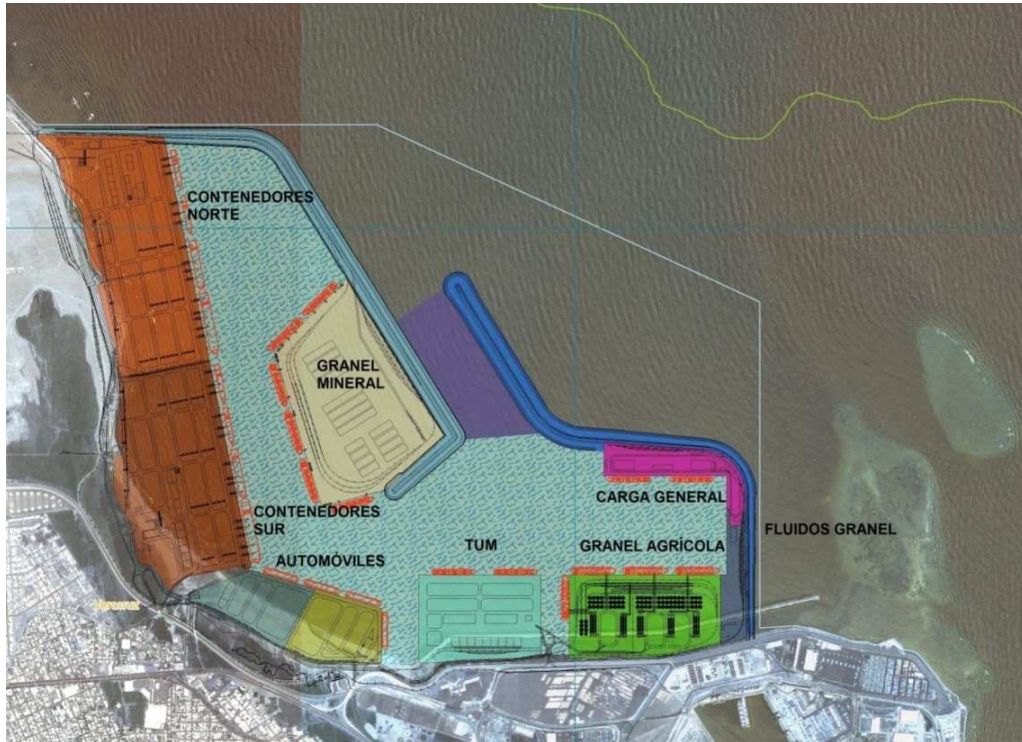
Tenemos por objetivo en este apartado definir cuál será el trazado de los diques de nueva construcción del puerto de Veracruz.

Definimos por tanto , una serie de condiciones aclaratorias iniciales, sirviéndonos de base para plantear y posteriormente valorar las alternativas posibles.

2.1. Supuestos iniciales

2.1.1 Trazado propuesto en el PB.

Con tal de comparar las distintas soluciones que se van a proponer, se parte de la solución del trazado que viene definida en el proyecto base. El trazado definido que se presenta en la imagen siguiente consta de dos diques (Poniente y Oriente) que permiten una nueva distribución de las terminales n el interior del puerto.

Figura 1. Diseño en planta del proyecto base

A partir de dicho planteamiento, las diferentes alternativas consistirán en modificaciones del mismo para valorar si podría ser una solución más óptima que la proporcionada.

2.1.2 Condiciones limitantes en la elección de alternativas.

Partiendo del trazado definido, podemos presentar alternativas tanto en su geometría como en su proceso de ejecución. Definimos como condición indispensable para la valoración de las alternativas que el trazado geométrico del proyecto deberá mantenerse afín al del proyecto base y propondremos alternativas a su ejecución, de forma que estas sí que puedan dar lugar a una correcta analogía y puedan valorarse comparativamente.

La complejidad que supondría una comparación de dos alternativas con geometrías diferentes y posteriormente con procesos diferentes hace que definamos esta condición.

Por tanto seleccionamos que el trazado geométrico permanece invariable y planteamos a continuación otras alternativas.

2.2. Planteamiento de alternativas

2.2.1 Alternativa 0.

Planteamos la Alternativa como la no modificación de la ya propuesta, es decir, continuar con el proceso establecido por el proyecto base.

Dicha propuesta consiste en realizar los diques por fases, empezando por el de poniente y posteriormente el de oriente. De esta forma se puede utilizar la zona de fondeo actual (ubicada al sur del puerto existente) tras la finalización de la primera fase (dique poniente).

Sin embargo, dicha zona de fondeo no se podrá utilizar una vez acabada la segunda fase (dique oriente) debido a la configuración del dique de oriente, el cual dificultaría el acceso al puerto. Por tanto, mientras se esté realizando la segunda fase será necesaria la construcción de una nueva zona de fondeo, lo que implicaría el estudio de la necesidad de dragado en una zona situada al norte de la bahía de Vergara .

Durante la ejecución de las dos fases se mantendría el mismo circuito de transporte de materiales, así como la misma cantera o canteras suministradoras, puesto que la configuración de los diques en cuanto a su sección incluye la misma tipología de materiales, (independientemente de la cantidad necesaria de cada uno)

Principales ventajas (alternativa 0):

- Puesto que esta alternativa propone la ejecución de los dos diques por separado, resulta interesante poder aprovechar la zona de fondeo existente (y que da servicio al puerto actual) ubicada al sur del actual puerto por los buques que vayan a operar en el nuevo puerto. Ventaja únicamente en primera fase , y posible desventaja en ejecución de la segunda fase.
- Otra de las ventajas que presenta esta alternativa es el progresivo desembolso financiero que supone no tener que ejecutar los dos diques simultáneamente, ya que esto supondría una inversión financiera inicial muy elevada.
- Una ventaja mas a la hora de realizar el trabajo en dos fases es la facilidad de ejecutar el dragado de un canal de navegación para mantener la actividad del puerto

Principales inconvenientes (alternativa 0):

- El principal inconveniente que presenta esta solución es el incremento de tramo de dique que se debe materializar al final del mismo con tal de mantener el abrigo (y por tanto las condiciones de operatividad) en el recinto portuario. Este tramo resultará inservible estructuralmente hablando cuando se ejecute el segundo tramo de la obra, ya que quedará en una zona totalmente abrigada.
- Otra desventaja a destacar será la congestión de tráfico que podrá existir cuando se vayan a empezar las obras pertinentes al dique de oriente. En dicho caso deberá existir un plan lo suficientemente organizado que evite la aglomeración y la interacción entre los buques e servicio y la maquinaria de construcción o de dragado de las nuevas obras.
Incluso llevaría a la creación de un nuevo canal de acceso alternativo o una terminal provisional para los buques que evite esta situación y con ello, accidentes, demoras o percances en el proceso constructivo.
- Los plazos de ejecución podrán no cumplirse bajo lo previsto, sobretodo de la segunda fase. Las demoras, la necesidad de la pronta puesta en servicio o la falta de presupuesto tras la primera fase pueden hacer que se retrase , incluso , a veces, que no se comience la segunda fase de forma indefinida.

2.2.2. Alternativa 1

Con el mismo trazado que en el caso base se propone realizar las obras simultáneamente en una única fase. En este caso, se llevaría a cabo simultáneamente la ejecución de los dos diques.

En este caso no se podrá utilizar la zona de fondeo actual debido a la construcción del dique de oriente de forma simultánea, por tanto se deberá llevar a cabo la nueva zona de fondeo mencionada en el caso anterior al norte de la Bahía. Deberá habilitarse previamente al inicio de las obras y por tanto estará activa durante toda la actuación.

Es evidente decir, que, el tramo final del dique de poniente es prescindible puesta que en el momento de finalización de las obras ese tramos ay estará suficientemente abrigado por la existencia del dique de Oriente.

Principales ventajas (alternativa 1):

- Supone una reducción en cuanto a los plazos de ejecución de las obras. El hecho de llevar a cabo la construcción de los dos diques al mismo tiempo se traducirá en una considerable reducción de los plazos de ejecución, reflejándose en un beneficio económico importante.

- Además, disponiendo esta alternativa se conseguiría eliminar el problema antes comentado del tramo final del dique de poniente. De este modo, al realizar los dos diques simultáneamente no sería necesario disponer dicho tramo, traduciéndose esto en un ahorro significativo en el presupuesto total de la obra, además de un ahorro en el tiempo de ejecución del propio dique.

Principales inconvenientes (alternativa 1):

- El inconveniente más sustancial que supone la elección de esta alternativa es el gran desembolso económico que se debe producir con tal de ir cumpliendo los plazos de ejecución de cada una de las diferentes partes que constituyen la ampliación del puerto.
- Contrariamente al caso de la alternativa 0, el hecho de realizar la totalidad de la obra en una sola fase supone no poder utilizar la zona de fondeo habilitada en el sur del actual puerto. De este modo, se tendría que habilitar una nueva zona de fondeo (con todo lo que esto supone: operaciones de dragado, etc.) Que se ubicaría al norte del nuevo emplazamiento portuario. Esto se traduciría en un incremento de presupuesto total de la obra.

2.3. Criterios de evaluación de alternativas

Con tal de elegir la alternativa que resulte más adecuada, se empleará un método multicriterio, el cual se basará en la técnica de las sumas ponderadas. Para llevarlo a cabo se siguen los siguientes pasos:

- 1) Definición de los criterios que se tendrán en cuenta en el análisis.
- 2) Ponderación de cada criterio asignándole un peso.
- 3) Análisis de cada alternativa, asignándole una calificación para cada criterio.
- 4) Suma, para cada alternativa, de los productos de sus calificaciones para cada uno de los criterios por las ponderaciones de estos criterios.
- 5) Elección de la alternativa con mayor calificación.

Para asignar los pesos que adoptará cada alternativa, a continuación se presenta la puntuación a establecer según el grado de cumplimiento de cada uno de los criterios (detallados más adelante), por tanto dichas puntuaciones serán:

Muy bueno: 5

Bueno: 4

Normal: 3

Malo: 2

Muy malo: 1

Se definen a continuación los criterios sobre los cuales se ha basado la valoración e cada una de las alternativas, y por tanto, los criterios que definen la elección de la más adecuada de las dos alternativas.

Criterios Medio Ambientales

Se considerará que la opción que presente una afección o impacto menor al medio ambiente será la opción con mayor valoración dentro de estos criterios. De este modo se analizarán aspectos relacionados con las posibles afecciones sobre el medio terrestre y el medio marino. Las consideraciones serán:

- 1) Se produce una menor afección sobre el medio marino durante la etapa de Construcción.
- 2) Se produce una menor afección sobre el medio físico durante la etapa de Construcción.
- 3) Menor ocupación del tramo de costa
- 4) Plantea un impacto visual en general menor (durante la construcción)
- 5) Influencia en la dinámica litoral

La ponderación que se le asignará a estos criterios será del **25% del global**.

Criterios Económicos

El criterio de elección teniendo en cuenta el aspecto económico será analizar cuál de las alternativas es más económica; diferenciando entre la inversión inicial y el coste total d ejecución de las obras, hecho diferenciador en las dos alternativas propuestas.

Sera alternativa que suponga una inversión de capital más bajo a la cual se le asignará un peso mayor, es decir se valorará mejor. Se considerará:

- 1) Se produce un menor desembolso económico inicial para abordar las obras
- 2) Se produce un menor coste económico en cuanto a la magnitud de las obras.

La ponderación que se le asignará a estos criterios será del **55% del global**

Criterios Constructivos

Se asignará una valoración mayor a aquella alternativa que mayor simplicidad en el programa de trabajo presente. Esto es que se eviten en la medida de lo posible las interferencias en el programa de trabajo, lo cual se puede traducir en una mayor eficiencia constructiva (teniendo en cuenta la ausencia de mezcla de tráfico comercial y constructivo, accidentes, etc.)

- 1) Menor longevidad en los plazos
- 2) Menores interferencias en el tráfico durante la obra
- 3) Mayor facilidad constructiva
- 4) Sobredimensionamiento

La ponderación que se le asignará a estos criterios será del **20% del global**.

2.4. Valoración y elección de alternativas.

Criterios Medioambientales

- 1) Se considera la misma afección para cada alternativa debido a que se tiene que habilitar una zona de fondeo para ambos, sea en un momento u otro del proceso. Para la *alternativa 0* se realizará en la segunda fase, mientras que para la *alternativa 1* se ejecutará durante las obras.

Así, se asignará un peso de **3 para ambas**

- 2) El volumen de obra de la alternativa 1 es claramente mayor, por ello, la afección sobre el medio físico es mas repentina e intensa en el caso de realizarse en una sola fase. Se le asigna una mayor puntuación a la *alternativa 0* respecto a la *alternativa 1*.

Así, se asignará un peso de **3 para la alternativa 0 y 1 a la alternativa 1**

- 3) Una vez finalizadas las dos alternativas se ocupará el mismo tramo de costa. No obstante, durante el proceso, será necesaria una mayor área de accesos y de almacenaje y por tanto, aunque no muy dispar, habrá una mayor ocupación para la alternativa 1. Considerando que dicha ocupación es reversible, no existirá una gran diferencia de valor. Se asignará un valor de **3 para alternativa 0 y 2 para alternativa 1**

- 4) La *alternativa 1*, realizada en una fase, presentará una mejor puntuación ya que el tiempo total de ejecución de obra será menor. Así, se asignará un peso de **2 para la alternativa 0 y 3 a la alternativa 1**.
- 5) Se considerará que afectarán de igual forma en la dinámica litoral a largo Plazo, por lo que se asignan un valor de **2 para ambas**.

Criterios Económicos

- 1) Para el caso de la *alternativa 0*, el desembolso inicial será notablemente menor puesto que se requiere del recurso económico necesario para una fase. Así, se asignará un peso de **5 para la alternativa 0 y 3 a la alternativa 1**
 - 2) En cuanto al coste de ejecución total de la obra, tiene una mayor puntuación la *alternativa 1* ya que ésta permite una solución de menor volumen material que la *alternativa 0*, al poder prescindir del tramo final del dique de poniente (esto representa un ahorro constructivo de alrededor de un 15%). Por otro lado, hay que analizar que el alquiler de grandes maquinarias proporciona un ahorro cuando la obra se ejecuta en dos fases puesto que podremos utilizar el mismo volumen de maquinaria doblando tiempos y no necesitando tomar más máquinas simultáneamente, lo que dificultaría incluso encontrarlas o transportarlas. (este ahorro no sería suficiente para compensar el 15% anterior).
- Así, se asignará un peso de **3 para la alternativa 0 y 4 a la alternativa 1**

Criterios Constructivos

- 1) La *alternativa 1* presenta, en un principio, un menor tiempo de ejecución material de la obra al realizarse los dos diques simultáneamente. Así, se asignará un peso de **3 para la alternativa 0 y 4 a la alternativa 1**.
 - 2) En este caso, existirán menores interferencias de tráfico durante la ejecución de las obras en el caso de la *alternativa 1* debido a que no existirá tráfico comercial hasta que no se finalicen las obras.
- Así, se asignará un peso de **2 para la alternativa 0 y 5 a la alternativa 1**

- 3) Desde el punto de vista de tareas de dragados y de interacción y programación de los trabajos la alternativa 0 supera a la alternativa 1.

4 para la alternativa 0 y 3 para la alternativa 1.

- 4) Debido a que en la alternativa 0 de ejecutará un tramo de obra prescindible, dicha alternativa estará peor valorada. Así, se asignará un peso de **3 para la alternativa 0 y 5 a la alternativa 1.**

Exponemos a continuación la síntesis de los valores y sus cálculos ponderados acordes al porcentaje especificado. Para ello se realiza un porcentaje de cada puntuación de las dos respecto de la suma de ellas y se divide el eso asignado a ese criterio de acorde al porcentaje de cada una de las alternativas en el.

Figura 2. Tablas valoración de alternativas

Resulted	Alternativa 0	Alternativa 1
Criterios MPA	13	11
Porcentajes Valor	0,54	0,46
Ponderado	13,5	11,5
Criterios €	8	7
Porcentajes	0,54	0,46
Valor Ponderado	29,7	25,3
Criterios Constructivos	12	17
Porcentajes	0,41	0,59
Valor Ponderado	8,2	11,8
	Alternativa 0	Alternativa 1
Total Ponderado	51,5	48,5

Tal y como se puede observar en la tabla anterior la “Alternativa 0” es la más ventajosa, aunque con una pequeña diferencia respecto a la “Alternativa 1”. En cualquier caso, no sería descabellado cualquiera de las dos soluciones. La elección dependerá del punto de vista del encargado de su ejecución, y en este caso concreto y específicamente para las tareas del presente proyecto, la “Alternativa 0” será la elegida para llevar a cabo las tareas definidas en el proyecto en cuanto al trazado en planta.

3. Diseño de sección

A continuación procedemos a aclarar la solución adoptada respecto a la sección de los diques. En primer lugar, se parte del diseño del trazado en planta establecido en el apartado anterior, es decir, ejecutar las obras en una misma fase con el mismo trazado propuesto por el proyecto base.

Como ya habíamos especificado en el documento 2.3. el oleaje que tomamos por referencia es el proporcionado por el proyecto recalculado, y por tanto las secciones deberán ser acordes con dichos valores.

La valoración de las alternativas referentes a la sección de dique es una información directa de la que precisamos y por tanto dicho análisis ya está efectuado y dichas secciones calculadas.

Es coherente que la solución debe ser la que se nos proporciona, e ir tanto las secciones que serán utilizadas como base para el análisis de los materiales que las componen son las proporcionadas en los planos adjuntos y que veremos en los próximos apartados.

