



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



# EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE BILBAO

Trabajo realizado por:

*María de Prado Corral*

Dirigido:

*Saúl Torres Ortega (UC)*

*Rogelio Olavarri Fernández (UC)*

*Claire Eveno (ENPC)*

Titulación:

*Máster Universitario en Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos*

Santander, diciembre de 2017

TRABAJO FINAL DE MASTER

## RESUMEN

### “Evaluación Socioeconómica del Proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao”

**Autor:** María de Prado Corral

**Directores:** Saúl Torres Ortega (UC), Rogelio Olavarri Fernández (UC) y Claire Eveno (ENPC)

**Convocatoria:** Santander, diciembre 2017

**Palabras clave:** Análisis Coste-Beneficio, análisis socioeconómico, inversión, rentabilidad, indicadores de rentabilidad, VAN (Valor Actualizado Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno), variables críticas, análisis de sensibilidad, análisis de riesgo, sistema portuario español, transporte marítimo, Puerto de Bilbao, Espigón Central.

## RESUMEN

Fue en el año 1990 cuando se redactó el primer Proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao, con vistas a crear una gran dársena abrigada por el Dique de Zierbena y el Contradique de Santurtzi y a poder albergar explanadas portuarias. Desde entonces, las expectativas favorables de aumento del tráfico de mercancías en el Puerto, unidas a la necesidad de ampliar las superficies portuarias en la zona de la desembocadura del Nervión, debido a la desafectación de las zonas portuarias situadas aguas arriba de la Ría, impulsaron el desarrollo de sucesivas obras de ampliación. El proyecto del Espigón Central, nombrado así debido a su ubicación en el centro de la gran dársena, constituye la última fase de dicho proyecto ampliación iniciado en los años 90.

Actualmente, y según los datos recogidos de la Autoridad Portuaria, la tasa de ocupación del suelo portuario es cercana al 80%. El incremento de los tráficos previsto para los próximos años y la demanda continua de suelo hacen intuir que, si no se crea nuevo suelo, en 2022 se llegue al límite de su capacidad. Así, gracias al nuevo muelle, se ganará terreno útil que evitará la pérdida de oportunidades y la fuga de empresas. La Autoridad Portuaria prevé que el espacio ganado sea utilizado para acoger mercancía general convencional y contenerizada, y a su vez posibles tráficos nuevos.

El nuevo Espigón Central estará constituido por tres muelles perimetrales (Muelles A-4, A-5 y A-6) y tendrá una superficie total de 600.000 m<sup>2</sup>. Tanto con su emplazamiento como con el análisis de alternativas se busca aprovechar lo mejor posible el espacio abrigado disponible sin comprometer la operatividad y explotación de los muelles contiguos. Una vez finalizado el citado análisis se selecciona la alternativa más adecuada, esto es una solución de paramento vertical formado por cajones de hormigón armado.

Por otro lado, en lo que respecta al coste total de la obra de ampliación, la cantidad aumenta hasta los 170 millones de euros de los cuales el 60% corresponderían a la realización de la primera fase y el 40% restante a la segunda. A su vez, el 20% del coste total de la inversión del proyecto estará subvencionado por la Comisión Europea. El plazo total de ejecución de la infraestructura es de 55 meses, de los cuales 39 meses se emplearían en la primera fase y los 16 restantes en la segunda. Actualmente, solo se ha otorgado a construcción de la primera fase, cuyo plazo de ejecución empezó a contar desde el momento de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo el pasado junio del 2016.



El objetivo principal de este trabajo es el estudio de la rentabilidad socioeconómica de la inversión realizada para la obra del Espigón. Dicho estudio de rentabilidad se ha basado en la metodología del Análisis Coste-Beneficio, un método que persigue cuantificar en términos monetarios los efectos que tendría la realización de un determinado proyecto de inversión sobre la sociedad afectada. Es decir, todo ello busca estimar las pérdidas y las ganancias de bienestar que provoca la realización del proyecto frente a la alternativa de no construcción, con el fin de comparar los proyectos y determinar el beneficio social. En consecuencia y con el objetivo principal de determinar la viabilidad socioeconómica de la inversión, el documento se estructura en los apartados siguientes:

En primer lugar, en el capítulo inicial se desarrolla en profundidad la metodología, principios y procedimientos a seguir para el análisis coste-beneficio. Los resultados de este análisis se emplearán en su etapa final como herramienta de ayuda en la toma de decisiones y para lograr un uso más eficiente de los recursos públicos. Por otro lado, el método ACB, busca evolucionar desde la visión de la inversión como proyecto constructivo hacia un concepto de inversión económica productiva. En este mismo apartado, también se introducirán las dos guías de trabajo cuyas recomendaciones y criterios se han empleado para la realización del estudio: La primera de ellas se trata de la “Guía para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión”, publicada por la Comisión Europea y la segunda el “Método de Evaluación de Inversiones portuarias”, elaborada por Puertos del Estado.

El capítulo segundo ha servido para realizar una descripción detallada tanto del sistema portuario español como del puerto de Bilbao en particular. En consecuencia, primeramente, se han descrito las características principales del Sistema Portuario español, de sus Autoridades Portuarias y del modelo Landlord para la gestión de los puertos españoles. Posteriormente, se presenta un estudio de contexto del puerto de Bilbao, de sus antecedentes y de sus condiciones de contorno. Todo ello, busca de introducirnos en el contexto del proyecto, para luego poder comprender su interacción con cada agente y el exterior. Por otro lado, este segundo capítulo ha sido terminado con un apartado de descripción del proyecto del Espigón; se han presentado sus objetivos tanto directos como indirectos del mismo, su perímetro de afectación, se han definido sus características básicas y por último realizado las proyecciones de demanda para los tráficos afectados en base a parámetros socioeconómicos.

Finalmente, y una vez tanto la metodología a utilizar como el proyecto, han sido completamente descritos, se puede comenzar la aplicación del método ACB al proyecto del Espigón Central. Para ello, se empieza por definir ciertos parámetros básicos como son: la tasa de descuento, el horizonte temporal, y el año base del estudio. En base a recomendaciones de las guías previamente citadas, la tasa de descuento se ha establecido en un 3.5%, el horizonte temporal se fija en 30 años, y la vida útil del proyecto en base a las Recomendaciones de Obras Marítimas, en 50 años. Por último, el año de referencia ha sido establecido en el 2016, año de inicio de la construcción.

Tras dicha etapa de preparación al cálculo, se han identificado los tipos de agentes sobre los que pueden recaer los efectos de la inversión y se han obtenido tanto los ingresos como los costes asociados al proyecto. En este punto es importante destacar el enfoque diferencial del cálculo, ya que los efectos se calcularán a través de las diferencias de valores entre las situaciones con y sin proyecto, y posteriormente estos excedentes (beneficios o pérdidas) se agregarán para el cálculo de los indicadores de rentabilidad. Algunos de estos efectos, se miden directamente en unidades monetarias, sin embargo, otros hay que transformarlos a términos monetarios para



poder efectuar el cálculo. Una vez obtenidos todos los excedentes anuales para cada agente, se ha procedido al caculo de resultados.

Los primeros valores obtenidos han sido los indicadores de rentabilidad: el Valor Actualizado Neto (VAN) o resultado de agregar los excedentes anuales, descontados al año de referencia mediante la tasa de descuento y la Tasa Interna de Retorno (TIR):

-Autoridad Portuaria:

<b>VAN</b>	21.039.224 €
<b>TIR</b>	4.43%

-Total de la sociedad:

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
<b>TIR</b>	19%

Los resultados obtenidos para la Autoridad Portuaria, desde un punto de vista puramente económico son 21.039.224€ de VAN y 4.43% de TIR. Analizando el valor positivo del VAN se deduce en un primer momento que la inversión podría ser rentable para la AP ya que ésta recuperaría la inversión y a su vez generaría beneficios gracias al proyecto. A pesar de ello, el bajo valor del 4.43% obtenido para la TIR, aunque se sitúa por encima de la tasa de descuento del 3.5%, podría hacer dudar sobre el interés del proyecto para el operador. Tal y como ocurre en muchos proyectos de inversión de carácter público la rentabilidad para el inversor no parece muy elevada, al no superar la barrera del 5% a partir de la cual el proyecto sería atractivo para este agente. Por otro lado, si se estudian los valores de rentabilidad esperados para el total de los agentes; es decir si añadimos los criterios sociales al estudio, observamos que el valor tanto del VAN como de la TIR se disparan con respecto a los precedentes. Esto es, el proyecto pasa a ser muy rentable atendiendo a criterios socioeconómicos. Por ello, en proyectos de carácter público donde se busca invertir recursos para la consecución de mejoras o beneficios dirigidos a la población, es de elevada importancia evaluar no solo los efectos económicos de la inversión sino también los excedentes sociales, en donde quedan reflejados los beneficios y ganancias que la sociedad puede recibir con su ejecución.

Para continuar, se ha realizado un Análisis de Sensibilidad, para encontrar las variables críticas cuyas variaciones respecto a lo considerado en el escenario base tienen un mayor impacto sobre los indicadores de rentabilidad. Para el caso del Espigón Central, éstas son el crecimiento de tráfico, la tasa de descuento, el ahorro en el tiempo de transporte y el ahorro coste directo del transporte. Se ha observado que la variable que juega un papel más importante en la viabilidad del proyecto es la demanda, mientras que las otras tienen un impacto mucho menos significativo. Adicionalmente, a través de un estudio complementario se ha calculado el valor mínimo de crecimiento anual de la demanda que tendría que darse para que el proyecto dejase de ser rentable, o lo que es lo mismo el VAN total fuese cero. Los resultados muestran que dicho valor debería de situarse en el 0.17% de crecimiento interanual de tráfico o lo que es lo mismo un crecimiento anual del PIB real de 0.12. Ambos se tratan de valores muy bajos, más normales de periodos de crisis y con escasa probabilidad de extenderse durante periodos de tiempo tan largos como el total del horizonte temporal. Por ello, el VAN con una probabilidad muy alta será positivo y el proyecto rentable. Por otro lado, y en relación con lo expuesto, mediante los datos obtenidos en el Análisis de Escenarios, donde se buscan simular situaciones pesimistas y optimistas respecto al escenario



base, se puede constatar que el proyecto generará un VAN positivo, es decir seguiría siendo rentable, aunque en menor medida incluso para los escenarios más pesimistas.

Para concluir, se ha efectuado un Análisis de Riesgo, para analizar la probabilidad que tiene un proyecto de llevarse a cabo satisfactoriamente pese a su gran incertidumbre. Los indicadores de rentabilidad podrían llegar a ser muy inferiores a los obtenidos si el valor de los costes e ingresos varía. En este análisis, las variables variarán aleatoriamente 500 veces en función de sus distribuciones probabilísticas (uniforme o triangulares), dentro de un rango prefijado. Para la totalidad de iteraciones realizadas, el valor del VAN es positivo, lo que indica que el proyecto va a ser rentable desde el punto de vista socioeconómico. La probabilidad acumulada confirma esta teoría y se observa a su vez que con un 90% de probabilidad el VAN es superior a 1.250.000.000 €, valor superior al VAN del escenario pesimista.

En vista de todo lo aquí presentado, se puede concluir que el proyecto de Ampliación del Espigón Central es muy rentable atendiendo a criterios socioeconómicos. Así, su construcción considerada una obra estratégica para el Puerto de Bilbao, conseguirá lograr sus objetivos: Evitar su congestión, permitirle seguir creciendo, ayudar a dicho puerto a mantener su posición de puerto de referencia en el Cantábrico y a la generación de riqueza y empleo para la comunidad autónoma vasca.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

-Comisión Europea, 1997, Financial and economic analysis of development projects, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

- Ministerio de Fomento, Mayo 2016, Revisión y Actualización del Método de Evaluación de Inversiones Portuarias (MEIPOR2016).

- Autoridad Portuaria de Bilbao, Informes Anuales del BilbaoPort (2010 – 2016).

- Autoridad Portuaria de Bilbao, 2015, Proyecto Constructivo de Espigón Central de la Ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior (1ª Fase)

- Ministerio de Fomento, 2010, Evaluación económica de proyectos de transporte.

- Ministerio de Fomento, 2015, Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT)

- Torres, S., 2017, <https://sites.google.com/site/saultorresortega/docencia>

- Comisión Europea, 2016, Energy Observatory:  
[http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016\\_05\\_23\\_without\\_taxes\\_1802.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016_05_23_without_taxes_1802.pdf)

- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital:  
<http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>

- Comunidad Portuaria Bilbao: <http://www.uniportbilbao.es/Home.aspx?Id=89>

-Observatorio del Transporte y la Logística en España:  
[http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG\\_CASTELLANO/](http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG_CASTELLANO/)

- Short Sea Shipping Spain: <http://www.shortsea.es/index.php>



## ABSTRACT

### “Socio-economic analysis of the extension of the Port of Bilbao”

**Author:** María de Prado Corral

**Directors:** Saúl Torres Ortega (UC), Rogelio Olavarri Fernández (UC) and Claire Eveno (ENPC)

**Date:** Santander, December 2017

**Keywords:** Cost-Benefit Analysis, socio economic analysis, investment, viability, performance indicator, NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), critical variables, sensitivity analysis, risk assessment, Spanish Port System, maritime transport, port of Bilbao.

## ABSTRACT

In 1990 the first Extension Project of the Port of Bilbao was drafted, with a view to creating a large dock sheltered by the dams of Zierbena and Santurtzi and to generate new port esplanades. Since then, the positive expectations of the increase in traffic's merchandise in the Port, together with the need to expand the port terminals in Bilbao, because of the disaffection of the areas located upstream of the Nervión river, boosted the development of various works of expansion. The project of the Central Terminal, named like this due to its location in the centre of the basin, constitutes the last phase of this expansion project launched in the 90s.

Currently, according to the data collected from the Port Authority, the occupation rate of the port terminals is close to 80%. The significant increase in traffic expected for the next years and the continuous demand for ground suggest that, if new ground is not created, by 2022 the Port will reach the maximum of its capacity. Thus, thanks to the current project, useful land will be gained avoiding the loss of opportunities. The Port Authority foresees that the new space will be used to accommodate general cargo and containerized merchandises, as well as potential new traffics.

The new Terminal will be constituted by three perimeter docks (Docks A-4, A-5 and A-6) and will have a total area of 600,000 m<sup>2</sup>. Its location and the analysis of alternatives, attempt to make the best use of the space available without compromising the operability of the adjoining docks. As a result of the aforementioned study, the most suitable alternative was selected, leading to a vertical facing solution formed by caissons made of reinforced concrete. The project will be executed in two phases.

Furthermore, regarding the total cost of the extension works, the investment goes up to 170 million euros of which 60% would correspond to the execution of the first phase, and the remaining 40% to the second phase. Moreover, 20% of the total cost will be subsidized by the European Commission. In terms of planning, the expected construction period is 55 months; whereof 39 would be required for the first phase and the remaining 16 for the second. Currently, it has only been granted to the construction of the first phase, whose execution period began in June 2016 when the Certificate of the Layout Verification was signed.

The main objective of this work is the study of the socioeconomic profitability of the investment made for the works of the new Terminal. In order to achieve this, the



study has been based on the Cost-Benefit Analysis methodology, a method that seeks to quantify in monetary terms the effects that the realization of a specific investment project would have on the affected society. In other terms, it tries to estimate the losses and profits generated because of the realization of the project versus the non-construction alternative, so as to compare the projects and determine the social benefit. Consequently, the document is structured in the following sections:

First, the opening chapter develops the methodology, principles, and procedures to be followed for the cost-benefit analysis. The results of this analysis will be used in the final stage as an aid to decision-making and to achieve a more efficient use of the public resources. On the other hand, the Cost-Benefit Analysis seeks to evolve from the vision of the investments as constructive projects only, towards a concept of productive investments. In this same section, the two working guides whose recommendations and criteria have been used to carry out the study will also be introduced: The first one is the "Guide for the Cost-Benefit Analysis of investment projects", published by the European Commission and the second one is the "Port Investments Evaluation Method", elaborated by the Spanish Ports Authority.

The second chapter presents a detailed description of both the Spanish Port System and the Port of Bilbao. Consequently, firstly, the main features of the Spanish Port System, its Port Authorities, and the Landlord model for the management of the Spanish ports have been described. Subsequently, a deep study of the port of Bilbao, its background and its conditions are presented. All this, seeks to introduce us in the context of the project, to be able to understand its interaction with each agent and the outside. On the other hand, this second chapter also contains a section where the extension project is described: its direct and indirect objectives, its perimeter of affectation, its basic characteristics and finally the demand projections have been made for the affected traffics based on socioeconomic parameters.

Finally, and once the methodology to be employed and the project have been fully described, the application of the ACB method to the main project is carried out. To this effect, first of all it is necessary to define certain parameters such as: the discount rate, the time horizon, and the base year of the study. Based on recommendations from the previously mentioned guides, the discount rate has been established at 3.5%, the time horizon is set at 30 years, and the useful life of the project in 50 years. Finally, the reference year has been established in 2016, the year in which construction began.

After this stage of preparation for calculations, the types of agents on which the investment can take effects have been identified and both the revenues and the costs associated with the project obtained. At this point it is important to highlight the differential approach for the calculation: the effects have been calculated through the differences in values between the situations with and without project and, subsequently, these surpluses (benefits or losses) are added for the calculation of the indicators of profitability. Some of these effects are directly measured in monetary units, however, others must be transformed into monetary terms to make the calculation. Once all the annual surpluses have been obtained for each agent, the results are calculated.

The first values obtained are the profitability indicators: The Net Present Value (NPV) or the result of adding all the annual surplus, discounted to the reference year with the discount rate and the Internal Rate of Return (IRR):

-Port Authority

<b>NPV</b>	21.039.224 €
------------	--------------



<b>IRR</b>	4.43%
------------	-------

-Society

<b>NPV</b>	1.343.142.882 €
<b>IRR</b>	19%

The obtained results for the Port Authority, from an economic point of view are 21,039,224 € from NPV and 4.43% from IRR. Analysing the positive value of the NPV, it can be initially deduced that the investment could be profitable for the Port Authority because this institution would recover all the investment and, in addition, generate benefits thanks to the project. Despite this, the low value of 4.43% obtained for the IRR, although it is above the discount rate of 3.5%, could raise doubts about the interest of the project for the operator. As in many public investment projects, the profitability for the investor does not seem very high, as it does not exceed the 5% barrier from which the project would be attractive for this agent. On the other hand, studying the expected profitability values for the totality of the agents; or in other words, if we add the social criteria to the study, we observe that the value of both the NPV and the IRR grow a lot with respect to the previous ones. Consequently, the project becomes very profitable based on socioeconomic criteria. For this reason, in public projects where resources are required to achieve benefits to the population, it is very important to evaluate not only the economic effects but also the social surpluses, where other benefits and profits that society can receive with its execution are reflected.

To continue, a Sensitivity Analysis has been carried out to find the critical variables whose variations with respect to what has been considered in the baseline scenario have a greater impact on the profitability indicators. For the current case of study, these are the growth of traffic, the discount rate, the savings in transport time and the saving of direct cost of the transport. It has been observed that the variable that plays the most important role in the profitability of the project is the demand; while the others have a less significant impact. Additionally, through a complementary study, it has been calculated the minimum value of the demand that would make the project to stop being profitable, or what is the same, the total NPV equal to zero. The results show that this value should be 0.17% of year-on-year growth in traffic or, what is the same, an annual real GDP growth of 0.12. Both are very low values, more normal for periods of crisis and both have a low probability of occurrence for long periods of time, or for the total time horizon. Therefore, the NPV with very high probabilities will be positive, so the project profitable. On the other hand, and in relation to these ideas, through the data obtained in the Scenario Analysis, which seeks to simulate pessimistic and optimistic situations with respect to the baseline scenario, it can be seen that the project will generate a positive NPV, that is, it would remain profitable, even for pessimistic scenarios.

To conclude, a Risk Analysis has been carried out. In this analysis, the variables will vary randomly 500 times according to their probabilistic distributions (uniform or triangular), within a fixed range. For the totality of iterations carried out, the value of the NPV is positive, which indicates that the project will be profitable from the socioeconomic point of view. The accumulated probability confirms this theory and it is observed that with a 90% probability the NPV is higher than 1,250,000,000 € value of the NPV of the pessimistic scenario.

In view of everything presented, it can be concluded that the expansion project of the Central Terminal is very profitable based on socioeconomic criteria. Thus, this construction considered a strategic work for the Port of Bilbao, will be able to achieve its



objectives: Avoid its congestion, allow it to continue growing, help the port to maintain its position as a reference port in the Bay of Biscay and to generate wealth and employment for the Basque region.

## MAIN REFERENCES

- European Commission, 1997, Financial and economic analysis of development projects, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

- Ministry of Public Works and Transport, Mayo 2016, Review and Update of the Port Investment Evaluation Method (MEIPOR2016).

- The Port Authority of Bilbao, Annual Reports of the Port (2010 – 2016).

- The Port Authority of Bilbao, 2015, Construction Project of the Central Terminal for the Port of Bilbao (1st Phase).

- Ministry of Public Works and Transport, 2010, Economic evaluation of transport projects.

- Ministry of Public Works and Transport, 2015, Strategic Infrastructure and Transport Plan (PEIT).

- Torres, S., 2017, <https://sites.google.com/site/saultorresortega/docencia>

- European Commission, 2016, Energy Observatory:  
[http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016\\_05\\_23\\_without\\_taxes\\_1802.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016_05_23_without_taxes_1802.pdf)

- Ministry of Energy, Tourism, and the Digital Agenda:  
<http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>

- Bilbao Port Community: <http://www.uniportbilbao.es/Home.aspx?Id=89>

- Observatory of Transport and Logistics in Spain:  
[http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG\\_CASTELLANO/](http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG_CASTELLANO/)

- Short Sea Shipping Spain: <http://www.shortsea.es/index.php>



---

# EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE BILBAO

---

**Alumno:** María de Prado Corral  
**Tutores:** Saúl Torres Ortega (UC)  
Rogelio Olavarri Fernández (UC)  
Claire Eveno (ENPC)



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ABSTRACT</b> .....	6
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	11
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	17
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>2.2. MÉTODO ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO (ACB)</b> .....	17
<b>2.3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO</b> .....	18
<b>2.4. ANÁLISIS DE CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	19
<b>2.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</b> .....	20
<b>2.6. DEFINICIÓN DEL PROYECTO</b> .....	20
<b>2.7. ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	23
<b>2.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, DE ESCENARIOS Y RIESGOS</b> .....	25
<b>3. PUERTO DE BILBAO Y PROYECTO DE AMPLIACIÓN</b> .....	28
<b>3.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	28
<b>3.2. EL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL</b> .....	28
<b>3.3. EL PUERTO DE BILBAO</b> .....	38
<b>3.4. PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO</b> .....	47
<b>3.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS</b> .....	49
<b>3.6. DEFINICIÓN DEL PROYECTO</b> .....	55
<b>4. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO</b> .....	66
<b>4.1. CONSIDERACIONES INICIALES</b> .....	66
<b>4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES</b> .....	68
<b>4.3. CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS</b> .....	68
<b>4.4. CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD</b> .....	77
<b>5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, DE ESCENARIOS Y RIESGOS</b> .....	81
<b>5.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b> .....	81
<b>5.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS</b> .....	82
<b>5.3. ANÁLISIS DE RIESGOS</b> .....	84
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	89
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	91
<b>8. ANEXOS</b> .....	93
<b>8.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA</b> .....	93
<b>8.2. VALORES FINALES PROYECCIÓN DE LA DEMANDA</b> .....	95



<b>8.3. SHORT SEA SHIPPING: EJEMPLO DE SIMULACIÓN DE RUTAS</b>	<b>96</b>
<b>8.4. CÁLCULO COSTE DIRECTO TRANSPORTE TERRESTRE</b>	<b>97</b>
<b>8.5. CÁLCULOS INDICADORES DE RENTABILIDAD POR AGENTES</b>	<b>978</b>



## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1: Autoridades Portuarias de España. Fuente: Internet.....	30
Ilustración 2: Ingresos ligados a las tasas portuarias. Fuente: Puertos del Estado .....	33
Ilustración 3: Arco Atlántico Europeo. Fuente: Internet .....	38
Ilustración 4: Vista aérea del puerto de Bilbao. Fuente: Internet .....	39
Ilustración 5: Hinterland de Bilbao. Fuente: AP Bilbao .....	39
Ilustración 6: Estado del antiguo puerto de Bilbao. Fuente: AP Bilbao .....	40
Ilustración 7: Puerto de Bilbao Siglo XIX. Fuente: AP Bilbao .....	41
Ilustración 8: Mapa del Puerto de Bilbao. Fuente: AP Bilbao .....	41
Ilustración 9: Plano puerto Bilbao. Fuente: AP Bilbao .....	42
Ilustración 10: Proyecto del Espigón Central. Fuente: AP Bilbao .....	48
Ilustración 11: Alternativas geométricas en planta. Fuente: AP Bilbao .....	50
Ilustración 12: Planta (abajo izquierda), Alzado (arriba izquierda) y Sección (arriba derecha). .....	51
Ilustración 13: Ejemplo de configuración de cámaras de disipación. Fuente: AP Bilbao .....	52
Ilustración 14: Sección transversal (izquierda) y Alzado (derecha). Fuente: AP Bilbao .....	52
Ilustración 15: Fases de la alternativa 1. Fuente: AP Bilbao.....	53
Ilustración 16: Fases de la alternativa 2. Fuente: AP Bilbao.....	54
Ilustración 17: Fases de la alternativa 3. Fuente: AP Bilbao.....	54
Ilustración 18: 1ª Fase de Ampliación Espigón Central. Fuente: AP Bilbao.....	56
Ilustración 19: Porcentaje de buques en función de su tamaño (Año 2015). Fuente: Informe Anual 2015 de la AP Bilbao .....	57
Ilustración 20: Productos siderúrgicos y productos eólicos. Fuente: Bergé Marítima ..	58
Ilustración 21: Repartición superficie Espigón Central. Fuente: Elaboración propia ....	59
Ilustración 22: Cronología del proyecto. Fuente: Elaboración Propia .....	67
Ilustración 23: Impacto sobre el VAN de las variaciones en las variables críticas. ....	82
Ilustración 24: Distribución uniforme continua. Fuente: Internet .....	84
Ilustración 25: Distribución triangular. Fuente: Internet .....	85
Ilustración 26: Simulación ruta Bilbao-San Petersburgo.....	96
Ilustración 27: Simulación ruta Bilbao-Helsinki.....	96

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolución histórica del tráfico portuario español [millones de toneladas]. ...	35
Gráfico 2: Tráfico total 2015 en los principales puertos españoles. Fuente: Puertos del Estado .....	36
Gráfico 3: Evolución del tráfico de mercancías. Fuente: Puertos del Estado.....	36
Gráfico 4: Evolución del tráfico por mercancía. Fuente: Balances anuales AP Bilbao.	44
Gráfico 5: Evolución temporal tráfico. Fuente: Elaboración propia .....	61
Gráfico 6: Porcentaje de las mercancías de estudio sobre el tráfico total. Fuente: Elaboración propia.....	61
Gráfico 7: Representación gráfica variables para las proyecciones de crecimiento del tráfico.....	62
Gráfico 8: Relación entre el crecimiento del PIB y la Mercancía Contenerizada. ....	63
Gráfico 9: Evolución del PIB Real. Fuente: Elaboración propia.....	64
Gráfico 10: Vida útil instalaciones portuarias. Fuente: ROM 0.2-90 .....	67
Gráfico 11: Principales mercados del Puerto de Bilbao. Fuente: Elaboración Propia ..	72
Gráfico 12: Histograma y porcentaje acumulado.....	87



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Principales puertos españoles. Fuente: Puertos del Estado.....	35
Tabla 2: Muelles y terminales del puerto. Fuente: AP Bilbao .....	43
Tabla 3: Volumen de tráfico Puerto de Bilbao. Fuente: Puertos del Estado .....	44
Tabla 4: Foreland Puerto de Bilbao. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao....	45
Tabla 5: Principales mercados servidos. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao .....	46
Tabla 6: Impacto socioeconómico del Puerto. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao .....	47
Tabla 7: Capacidades totales del puerto según el tipo de mercancía.....	60
Tabla 8: Distribución de los costes de inversión.....	69
Tabla 9: Repartición de los costes de inversión. Fuente: Elaboración propia.....	69
Tabla 10: Costes de inversión en el tiempo para la Autoridad Portuaria. ....	69
Tabla 11: Tasa portuarias. Fuente: AP Bilbao.....	70
Tabla 12: Repartición de los costes de operación en puertos. ....	71
Tabla 13: Comparación principales líneas de TMCD, Carretera-Marítimo.....	73
Tabla 14: Coste directo del transporte marítimo y terrestre.....	73
Tabla 15: Valor del tiempo de las mercancías atendiendo al modo de transporte.....	74
Tabla 16: Coste de accidentes en carreteras con peaje.....	75
Tabla 17: Valores de emisiones de CO <sub>2</sub> . ....	76
Tabla 18: Agregación excedentes según agentes. Fuente: Elaboración Propia.....	78
Tabla 19: Distribuciones probabilísticas de las variables. ....	86
Tabla 20: Resultados de Análisis de Monte Carlo.....	87
Tabla 21: Resultados estadísticos análisis de Monte Carlo.....	87
Tabla 22: Cálculo proyecciones del crecimiento de la demanda .....	94
Tabla 23: Valores de la demanda de tráfico en situaciones SIN proyecto y CON proyecto.....	95
Tabla 24: ACOTRAM, Ministerio de Fomento: Cálculo coste directo transporte terrestre .....	97



## 1. INTRODUCCIÓN

La relevancia de los puertos marítimos para el desarrollo del comercio se vuelve especialmente significativa en el caso de un país como España, cuyas fachadas están volcadas a las principales rutas marítimas y superan los 8.000 kilómetros. Todo ello, beneficia a nuestro país para afianzarse como un lugar estratégico en el transporte marítimo internacional y como importante plataforma logística del sur de Europa.

En este contexto, cabe destacar el Puerto de Bilbao, uno de los centros de transporte y logística más importantes del Atlántico Europeo, el cual con sus 32 millones de toneladas anuales transportadas se sitúa como el puerto más importante de la Cornisa Cantábrica y del suroeste de Francia. Bilbao es la metrópoli de referencia del norte de España, así gracias a su situación estratégica y a sus condiciones físicas, su puerto se configura como la puerta de entrada a Europa desde los continentes americanos y africanos, y como eje del tráfico marítimo de corta distancia entre la Península Ibérica y la Europa Atlántica.

La zona de influencia del Puerto de Bilbao abarca la Península Ibérica y el Sur de Francia, un gran territorio con epicentro en el área metropolitana de Bilbao. Según la Autoridad Portuaria de Bilbao, en un radio de 200 kilómetros viven 4 millones de personas y más de 20 en 400 kilómetros de radio. Equidistante de Burdeos y de Madrid, el Puerto de Bilbao, opera en un área de influencia de proximidad jalonado también por las ciudades de Toulouse, sede de la industria aeroespacial europea y Zaragoza, gran plataforma logística e industrial y capital del corredor del Ebro, que une Bilbao con Barcelona, con extensión a Madrid.

No fue hasta el año 1990 cuando se redactó el primer Proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao, cuyo alcance contemplaba la creación de una gran dársena abrigada por el Dique de Zierbena y el Contradique de Santurce reservada a albergar explanadas portuarias. Posteriormente debido a las proyecciones favorables de aumento del tráfico de mercancías, unidas a la necesidad de ampliar las superficies portuarias en el Abra debido a la desafectación de las zonas portuarias situadas aguas arriba de la Ría, se impulsó el desarrollo de más obras de ampliación. Así se ejecutaron dentro de la dársena de la Ampliación los proyectos del Muelle A-2, Muelle A-3, Muelle AZ-1, Muelle AZ-3 y Muelle AZ-2. El proyecto del Espigón Central constituye la culminación de las obras de ampliación en el interior de la gran dársena.

El proyecto del Espigón Central es una obra estratégica para la Autoridad Portuaria bilbaína, cuya ejecución le permitirá mantener su posición como puerto de referencia en el Cantábrico. Actualmente, la tasa de ocupación de suelo portuario está cercana al 80%. El incremento previsto del tráfico para los próximos años y la demanda continua de suelo portuario hace prever que, si no se genera nuevo suelo, en 2022 se llegue al techo de su capacidad. Así, con la construcción del nuevo muelle, se ganará terreno útil que evitará la pérdida de oportunidades.

A nivel cualitativo el principal objetivo del proyecto es conseguir una reducción de la congestión para el tráfico actual, así como permitir la operación de mayores volúmenes de tráfico. Gracias a ello, a su vez se mejorará la calidad del servicio a través de la reducción de tiempos de espera de los buques, se impulsará la industria y al consumo en el área de influencia y se mejorarán las condiciones logísticas para los cargadores del perímetro del proyecto.



## OBJETIVOS

El objetivo principal del presente trabajo pasa por el estudio de la rentabilidad y viabilidad socioeconómica del proyecto de Ampliación del Espigón Central en el Puerto de Bilbao mediante el método del Análisis Coste Beneficio ACB.

El análisis coste-beneficio (ACB) es una de las técnicas más utilizadas en el cálculo de la rentabilidad socioeconómica de proyectos de inversión y sirve como herramienta de ayuda en la toma de decisiones. En el ACB se identifican y evalúan en términos monetarios todas las posibles ganancias o pérdidas de una determinada alternativa, con objeto de comparar distintos proyectos y determinar cuál de ellos resulta más beneficioso para la colectividad. Se desarrolla principalmente para la evaluación de proyectos públicos; proyectos que requieren de un método mediante el que sus beneficios y costes puedan ser identificados y valorados desde la perspectiva de la sociedad, buscando a su vez los objetivos de eficiencia y equidad de las inversiones. Cada intervención pública supone un impacto sobre la sociedad, así el ACB busca evolucionar desde la visión de la inversión como proyecto constructivo hacia un concepto de inversión económica productiva.

La elaboración del arriba citado análisis se ha realizado en base a los criterios y recomendaciones dispuestos en los siguientes documentos:

-Guía para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión, publicada por la Comisión Europea, diciembre 2014

-Método de Evaluación de Inversiones portuarias (Meipor 2016), elaborado por Puertos del Estado, mayo 2016

Para la consecución de dichos objetivos, se han marcado unos objetivos secundarios, los cuales han sido tratados a lo largo de la memoria y han influido en su estructuración:

- Estudio del Método del Análisis Coste Beneficio y de la metodología a seguir para su aplicación.

- Descripción del proyecto y su contexto: Sistema Portuario español, Puerto de Bilbao y proyecto del nuevo Espigón Central.

- Aplicación del Análisis Coste-Beneficio al proyecto de ampliación.

-Obtención de los resultados: Indicadores de rentabilidad, análisis de sensibilidad, análisis de escenarios y análisis de riesgo.



## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del proyecto actual pasa por el estudio de la rentabilidad y viabilidad socioeconómica del proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao. La inversión portuaria analizada consiste en la construcción de un nuevo espigón de 600.000 m<sup>2</sup> que culminará las obras de ampliación del puerto, iniciadas en el año 1990. Gracias a esta obra, se ampliará tanto la capacidad de almacenamiento del puerto como la longitud de su línea de atraque. Los cálculos de rentabilidad se realizarán atendiendo al método del Análisis Coste Beneficio ACB.

El método del análisis coste beneficio se trata de un planteamiento teórico aplicado a toda evaluación cuantitativa de un proyecto público o privado, para determinar si éste es oportuno desde una perspectiva pública o social y en qué medida. Así, esta técnica servirá para analizar los impactos de una determinada inversión, y determinar si las ventajas que proporcionaría su realización superarían a los costes incurridos.

Los apartados que siguen buscan describir la metodología a seguir para la realización de la evaluación socioeconómica del espigón central, atendiendo a las recomendaciones de los dos documentos siguientes; ambos elaborados a partir del método ACB:

-*Guía para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión*, publicada por la Comisión Europea, diciembre 2014

-*Método de Evaluación de Inversiones portuarias (Meipor 2016)*, elaborado por Puertos del Estado, mayo 2016

### 2.2. MÉTODO ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO (ACB)

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos del análisis coste-beneficio, método aplicado para la estimación de los efectos sobre el bienestar derivados de la realización del proyecto de ampliación.

El análisis coste-beneficio es una de las técnicas más utilizadas para el cálculo de la rentabilidad socioeconómica de los proyectos de inversión, a pesar de las limitaciones que pueda plantear. Se desarrolla principalmente para la evaluación de proyectos públicos, proyectos que requieren de un método por el que los beneficios y costes de éste puedan ser identificados y valorados desde la perspectiva de la sociedad, buscando a su vez los objetivos de eficiencia y equidad de las inversiones. Cada intervención pública supone un impacto sobre la sociedad, así el ACB busca evolucionar desde la visión de la inversión como proyecto únicamente constructivo hacia un concepto de inversión económica productiva.

En el ACB se identifican y evalúan en términos monetarios todas las posibles ganancias o pérdidas de una determinada alternativa, con objeto de comparar distintos proyectos y determinar cuál de ellos resulta más beneficioso para la colectividad. Una vez evaluados todos los costes y beneficios, éstos se emplean en el cálculo del valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de rentabilidad (TIR), parámetros que ayudarán a decidir sobre las mejores alternativas. Este análisis considera no solo los beneficios y



costes directos, sino también los indirectos e intangibles, como, por ejemplo, los efectos sobre el medio ambiente, impactos cualitativos en el servicio...

En definitiva, esta evaluación persigue cuantificar en términos monetarios los efectos que tiene la realización de un determinado proyecto de inversión sobre una sociedad. Para ello se estiman las pérdidas y las ganancias de bienestar que provoca la realización del proyecto frente a la alternativa de no construcción, con el fin de comparar los proyectos y determinar el beneficio social.

### 2.3.APLICACIÓN DEL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO

La elaboración del análisis socioeconómico del Proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao se ha realizado en base a los criterios y recomendaciones dispuestos en los siguientes documentos:

*-Guía para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión*

*-Método de Evaluación de Inversiones portuarias -Meipor 2016*

La Guía para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión, surge como una herramienta de trabajo, editada por la Comisión Europea (CE) cuyo objetivo principal es establecer unas bases sólidas y objetivas para la evaluación de proyectos de inversión. Así mismo, dicha comisión recomienda su utilización en proyectos de inversión cuyo coste sea superior a los 50 millones de euros. Esta guía, basa su estudio en el método del Análisis Coste Beneficio (ACB); el cual establece la conveniencia del proyecto de inversión mediante la enumeración y posterior valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados tanto directa como indirectamente del proyecto de estudio.

De igual modo, la Guía Meipor 2016, de ámbito estatal y elaborada por Puertos del Estado, órgano dependiente del Ministerio de Fomento, presenta una metodología para evaluar la rentabilidad tanto financiera como económica de proyectos inversión promovidos por las Autoridades Portuarias españolas. La primera edición de dicho documento fue publicada en el año 2004, y para su elaboración se contó con la colaboración de un grupo de trabajo compuesto por representantes de las distintas Autoridades Portuarias, además de otros expertos y profesionales del sector portuario. Transcurridos más de diez años de esta primera edición, se procedió a su revisión y actualización en base a la experiencia adquirida en ese intervalo de tiempo y a los cambios experimentados por el contexto económico y portuario. Así, la versión empleada para este análisis incorpora todas aquellas observaciones derivadas del uso de la metodología inicial, e integra los principales cambios acontecidos en el contexto macroeconómico general y en el sector marítimo-portuario. A su vez, busca alcanzar la máxima coherencia posible con recomendaciones europeas como las “Guías para el Análisis Coste-Beneficio de proyectos de inversión”, sin que por ello se pierda una fácil aplicabilidad del método en el sector portuario español, con sus propios y característicos principios de funcionamiento. Así, la Guía Meipor 2016 busca lograr los objetivos siguientes:

- Cubrir una serie de requisitos fundamentales, como:
  - promover una buena gestión de las inversiones en los puertos con criterios basados en la generación de valor,



- incorporar mecanismos que consideren los objetivos de servicio público o de interés general de las inversiones portuarias,
- evolucionar desde una visión de la inversión como proyecto constructivo hacia un concepto de inversión económica productiva,
- Servir como herramienta para la toma de decisiones y de gestión de inversiones en el sistema portuario,
  - dotando a sus evaluadores de un instrumento riguroso y útil, cuya aplicación aporte criterios sólidos para definir y ejecutar la política de inversiones,
  - promoviendo la experiencia, la visión de futuro y el conocimiento de los mecanismos de evaluación de Puertos del Estado.

Para la elaboración de la evaluación de un proyecto de inversión, se define una metodología en cinco etapas que cubre diversos análisis. El siguiente esquema gráfico ilustra las principales etapas de esta metodología:



## 2.4.ANÁLISIS DE CONTEXTO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

A la hora de evaluar un proyecto de inversión, conviene comenzar por la descripción conceptual del mismo, aunando los objetivos perseguidos con el contexto en el que se enmarca. Interesa con esta descripción relatar sintéticamente tanto las actuaciones previstas como los antecedentes que motivan su ejecución. Se trata de sentar las bases de partida que motivan el proyecto, y dar respuesta a la pregunta “¿para qué se promueve el proyecto?”. La respuesta a dicha pregunta no debe quedarse en el elemento físico que se obtiene como resultado de dicho proyecto, sino que exige el enmarque de ese proyecto en los sectores económico, social e institucional.

Este análisis se centra en tres aspectos fundamentales:

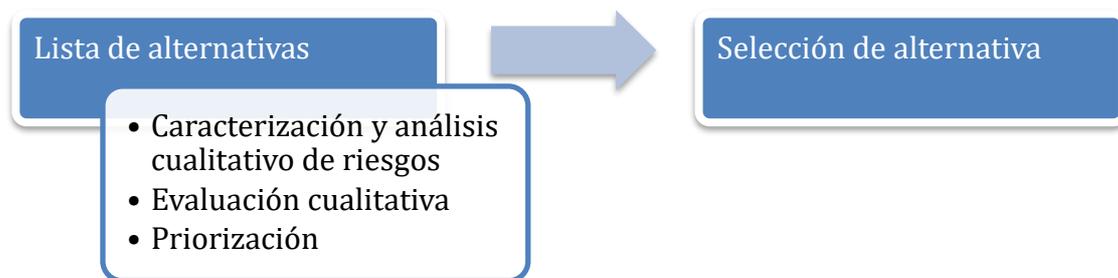
- Descripción conceptual del proyecto y definición de los objetivos: Dicha descripción, suele incluir una breve referencia a los antecedentes del proyecto, igualmente contará con una explicación del proyecto en cuanto a funciones, actuaciones, resultados esperados, estructura de implantación... Respecto a los objetivos, conviene incluir una serie clara de los mismos, en primer lugar, se identificarán los directos y más tarde los indirectos relacionados con elementos socioeconómicos.
- Contexto socioeconómico: El siguiente punto consiste en describir el contexto social, económico, e institucional en el que se llevará a cabo la inversión. Se trata de reflejar las condiciones de contorno y de estimar las variables económicas y sociales que se encuentran recogidas dentro del perímetro de estudio, y que están a su vez ligadas a los objetivos.



- Consistencia con las políticas de transporte en el marco nacional y europeo: La definición de un proyecto de inversión debe de ser entendida como parte de un ejercicio de planificación a medio-largo plazo; de ahí la importancia de tener en cuenta su consistencia con el marco general y las políticas de transporte nacionales y europeas.

## 2.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Tras analizar el contexto socioeconómico y las metas del proyecto, el siguiente paso es identificar las diferentes alternativas que podrían garantizar el cumplimiento de los objetivos definidos. El planteamiento del análisis de alternativas, parte de la base de considerar como escenario de referencia o escenario base la situación sin proyecto, y un conjunto de alternativas correspondientes a la situación con proyecto. Posteriormente se pasará a caracterizar de manera ejecutiva dichas alternativas, y se estimarán los aspectos críticos o riesgos que pudieran afectar a la factibilidad del proyecto. Como último paso de este análisis, y partiendo de los datos recogidos en el análisis de alternativas, se seleccionará la opción más favorable y adecuada de entre todas las alternativas atendiendo tanto a criterios generales como económico-financieros.



## 2.6. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Una vez la alternativa más atractiva o favorable ha sido seleccionada, el tercer paso consiste en definir en profundidad dicho proyecto de inversión; para ello es necesario delimitar su perímetro, definir sus características básicas, realizar proyecciones de demanda e identificar los agentes afectados por el proyecto.

Se entiende como proyecto de inversión aquella operación que compromete una serie de recursos de capital para la realización de un conjunto de trabajos, actividades o servicios, que están encaminados a la obtención de un resultado rentable y autosuficiente. Todo proyecto de inversión tendrá un alcance socioeconómico para una determinada colectividad; de ahí la importancia de delimitar el ámbito de afectación de éste mediante la fijación de un perímetro. La razón práctica por la que se introduce dicho perímetro de afectación obedece a la necesidad de discriminar tráficos y agentes, de cara a evaluar con rigor los efectos que la inversión ejerce en dichas variables. Todo proyecto de inversión afectará a una determinada demanda directa, que será la que aporte los recursos necesarios para poder considerarlo viable.

Una vez se ha identificado la zona de afectación, es preciso definir la tipología del proyecto en coherencia con los objetivos previamente definidos. De igual forma se aportará una descripción detallada de sus características, desde dos diferentes puntos



de vista: situación con proyecto y sin proyecto, para de esta forma identificar los efectos diferenciales imputables a su ejecución. En este sentido, los principales efectos a tratar son los siguientes:

- Características técnicas del proyecto
- Equipamientos
- Proyecciones de demanda
- Identificación y clasificación de agentes
- Introducción a los efectos producidos por el proyecto

### **2.6.1. Proyecciones de demanda**

Para asegurar un correcto análisis económico resulta de elevada importancia realizar una adecuada caracterización de la demanda existente y una proyección de futuro lo más acertada posible. Dicha previsión, influirá en los costes de inversión, y afectará a los ingresos y costes operativos; por ello se puede afirmar que la demanda es la variable clave para la evaluación de la rentabilidad económica del proyecto de inversión.

La proyección de la demanda estará sujeta a una metodología que habrá que describir con claridad. En concreto, la demanda deberá acotarse a aquella que se considere susceptible de ser afectada por el proyecto, y acomodarse a una desagregación que permita estimar posteriormente con facilidad, los efectos económicos del mismo. Para lograr una buena proyección, habrá que reconocer e interpretar todos los elementos del entorno socioeconómico que afectan a la movilidad directamente relacionada con el público objetivo. Además de la relación entre socioeconomía y movilidad total, la proyección de la demanda imputable al proyecto deberá también incorporar un análisis de competencia desde una perspectiva actual, de forma tal que permita inferir las posibilidades de redistribución de tráfico inducidas por el propio proyecto de inversión. Son estimaciones que se basan en intentar caracterizar el comportamiento de la demanda a la hora de enfrentarse a la necesidad de elegir para realizar sus desplazamientos la cadena que consideran más favorable de entre un conjunto discreto de cadenas de transporte alternativas. Entre las variables que influyen en esa decisión, además del tipo de mercancía, destaca el precio total del transporte, las variables asociadas a la calidad (fiabilidad, ahorro de tiempo...). Estas variables son a su vez función de otras cuestiones, como el grado de congestión que sufra la red de transporte a medida que vaya cargándose de tráfico. Bien es sabido, que, al sufrir restricción de capacidad, las redes de transporte pueden llegar a congestionarse hasta el punto de modificar las pautas de comportamiento de la demanda. Así, aunque en la práctica resulte muy complejo de aproximar dichos comportamientos, no ha de perderse de vista este enfoque para vincular la oferta con la demanda en entornos de libre elección.

### **2.6.2. Identificación y clasificación de agentes**

El paso siguiente en la descripción del proyecto, pasa por identificar los agentes afectados dentro del perímetro de afectación; para en el análisis económico poder identificar y cuantificar sus efectos.

En general se entiende por agente, aquella entidad que recibe efectos derivados del desarrollo del proyecto en cuestión; más concretamente en el caso del estudio económico, éstos serán todos aquellos sobre los que recaen de forma significativa los efectos económico-sociales. Así, en proyectos de inversión portuarios, se pueden identificar las siguientes tipologías de agentes:

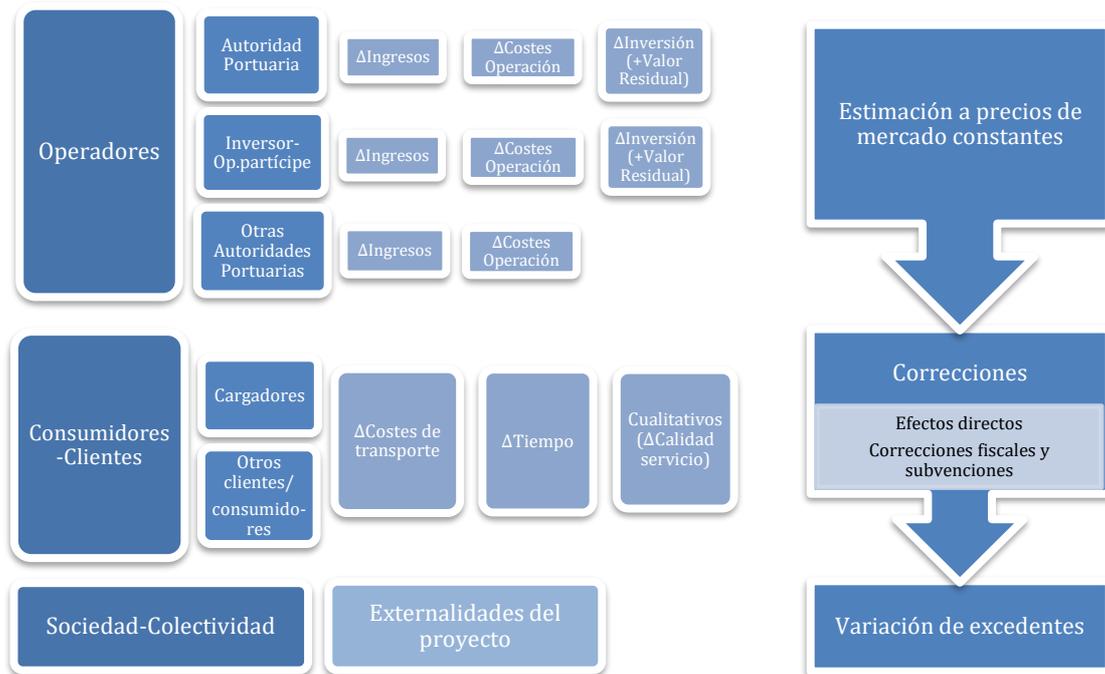
**“Evaluación socioeconómica de la Ampliación del Puerto de Bilbao”**

- Operadores: Son los agentes que participan de forma directa en la ejecución y explotación del proyecto, o bien operan infraestructuras afectadas por éste.
- Clientes/consumidores: Son los usuarios finales de los desarrollos ligados al proyecto de inversión.
- Sociedad/colectividad: dentro de esta tipología, se engloban aquellos individuos que asumen beneficios o costes externos relacionados con la inversión.
- Administración pública: Se corresponde con los agentes públicos que se ven afectados por una variación global de la recaudación de impuestos y otorgamiento de subvenciones como consecuencia de la realización del proyecto de inversión.



**2.6.3. Introducción a los efectos producidos por el proyecto**

Se entienden como efectos de un proyecto de inversión el conjunto de impactos que reciben los agentes debido a su desarrollo. Los efectos económicos comprenden los impactos generados sobre todos los agentes afectados por la inversión; éstos no solo incluyen los impactos de la ejecución y explotación de la infraestructura, sino también aquellos provocados sobre otras operaciones relacionadas con el proyecto, sobre las cuentas públicas, así como externalidades no incluidas en los efectos anteriores. Adicionalmente estos efectos se pueden dividir en directos e indirectos, siendo los primeros aquellos que afectan a los agentes directamente ligados al proyecto, y los segundos aquellos derivados de una traslación al resto de la economía de los efectos directos.



## 2.7. ANÁLISIS ECONÓMICO

El cuarto paso de la metodología para la evaluación de un proyecto es la realización del análisis económico. El objetivo de este paso es evaluar bajo una perspectiva económica los efectos que genera el proyecto sobre todos los agentes, tráficos y operaciones relacionadas.

La guía Meipor 2016, toma en consideración para este estudio las prácticas y recomendaciones de la guía para el Análisis Coste-Beneficio de Proyectos de Inversión de la UE. Así, su elaboración se ha basado en la conveniencia de hacer compatible el rigor teórico con un desarrollo claro y adaptado a las características específicas de los proyectos de inversión en el contexto marítimo-portuario. Para ello, se define el análisis económico en los cuatro siguientes pasos:

- Identificación de agentes: Se partirá del ejercicio realizado en el apartado precedente, aportando una mayor concreción si fuese necesario.
- Identificación de efectos: Beneficios-Costes: De igual forma se partirá del estudio preliminar realizado, en el cual se describen todos los beneficios y costes que se esperan se generen como consecuencia de la realización del proyecto.
- Cuantificación de efectos: Se abordará la cuantificación, en términos económicos, de los efectos previamente identificados. Para la estimación de estos excedentes, se estimarán valores monetarios a coste de oportunidad de cada uno de los efectos a partir de un procedimiento de cálculo adaptado a cada tipo de efecto y agente.
- Cálculo de la rentabilidad económica: Finalmente, una vez cuantificados los efectos, se agregarán los beneficios y costes correspondientes a cada uno de ellos y se calcularán una serie de ratios para medir la rentabilidad económica del proyecto. En dicho análisis se calcularán el Valor actualizado neto económico (VANE) y la Tasa interna de rentabilidad económica (TIRE).



Antes de abordar los cuatro pasos del análisis económico, es necesario fijar una serie de consideraciones iniciales:

- a) Definición del horizonte temporal, entendido como el período de tiempo medido en años, en el que se evalúan los efectos asociados a cada uno de los agentes afectados por su realización.
- b) Consideración de la inflación: Para la realización del análisis económico, se utilizarán precios constantes, es decir precios fijos en función de un año base y sin considerar la inflación.
- c) Tasa de descuento económico: Esta tasa se emplea para el cálculo del VAN, e incorpora de alguna manera una cierta visión social acerca de cómo se valorarán los efectos futuros del proyecto respecto a la situación actual. En la guía para el Análisis Coste-Beneficio de Proyectos de inversión de la UE, se recomiendan valores para esta tasa social de descuento.
- d) Consideración del IVA y de los impuestos: En general, todos los valores monetarios estimados en relación con los efectos económicos deben considerarse exentos del IVA. Esta recomendación obedece a la necesidad de evitar que se contabilicen valores económicos que no son generados por el proyecto, sino transferidos entre los distintos agentes implicados.
- e) Enfoque diferencial de las previsiones: En la cuantificación de los beneficios y costes imputables a cada uno de los agentes, deberá adoptarse un enfoque diferencial, es decir, los efectos se calcularán a través de las diferencias de valores entre las situaciones con y sin proyecto. En este sentido, no se tendrán en cuenta posibles efectos cuya magnitud o características no varíen apreciablemente entre ambas situaciones.

### 2.7.1. Cálculo del Valor actual neto económico

El Valor actual neto económico, se define como la suma de la variación del excedente total del proyecto registrado año a año en el transcurso de su horizonte temporal, a precios constantes y descontándola al año inicial. Para este descuento se debe aplicar una tasa social de descuento.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{(\Delta E_{total})_t}{(1 + i_{social})^t}$$

- $(\Delta E_{total})_t$  : Variación del excedente total del año t, expresado en euros
- $i_{social}$  : Tasa social de descuento del proyecto
- $t$  : año correspondiente dentro del horizonte temporal del proyecto de inversión
- $T$  : Número de años de horizonte temporal del proyecto

### 2.7.2. Cálculo de la tasa interna de rendimiento económico

La Tasa interna de rentabilidad económica, se define como la tasa de descuento económico que hace que el VAN valga cero. Este indicador muestra la capacidad del proyecto para generar un excedente social positivo, que permita recuperar los costes de inversión.

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{(\Delta E_{total})_t}{(1 + TIR(I))^t}$$

- $(\Delta E_{total})_t$  : Variación del excedente total del año t, expresado en euros



- $t$  : año correspondiente dentro del horizonte temporal del proyecto de inversión
- $T$  : Número de años de horizonte temporal del proyecto

### 2.7.3. Criterios para la aceptación de los proyectos de inversión

Un proyecto de inversión marítimo-portuario será considerado adecuado cuando cumpla todos los requisitos mínimos enumerados a continuación:

- El VANE sea positivo
- La sostenibilidad del proyecto para la Autoridad Portuaria y el operador/inversor sea correcta

Si el proyecto no cumple alguno de los requisitos anteriores, no será considerado como adecuado y por tanto sería descartado.

Una vez cumplidos los requisitos mínimos de aceptabilidad, se evaluará el resultado del resto de indicadores de rentabilidad y sostenibilidad económica.

## 2.8. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, DE ESCENARIOS Y RIESGOS

El último paso del proceso de evaluación es en análisis de sensibilidad y de riesgos del proyecto. Esta etapa tiene especial relevancia, puesto que la evaluación de un proyecto de inversión es un ejercicio de previsión, y por ello, debe asegurarse que los resultados de rentabilidad económica están dentro de un margen de seguridad, frente a las incertidumbres y riesgos que entrañan las variables empleadas. Así, el concepto de riesgo tiene que ver con la probabilidad de incumplimiento de los valores otorgados a una o varias variables relacionadas con el proyecto, junto con una consiguiente caída también de la rentabilidad. Se entiende que el riesgo puede ser medido empíricamente ex antes con lo que puede ser analizado y subsanado a tiempo si se acompaña al proyecto de las medidas necesarias.

Este análisis de sensibilidad y riesgos tiene como propósito evaluar la probabilidad de que un proyecto de inversión siga alcanzando un rendimiento adecuado, aunque las condiciones de futuro o las hipótesis de partida difieran con las inicialmente planteadas. Para este análisis se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La evaluación del riesgo se hará analizando el impacto que un cambio de las hipótesis iniciales ejercería sobre dos de los indicadores de rentabilidad propuestos: VAN y TIR.
- Se propone acometer por defecto un análisis de sensibilidad base, dejándose como opcional avanzar con los análisis de escenarios y de riesgos, así como la evaluación del nivel aceptable del riesgo.

### 2.8.1. Análisis de sensibilidad

Según las Guías para el Análisis Coste Beneficio de la Unión Europea, el objetivo principal de esta etapa es identificar y evaluar las variables críticas del proyecto en cuestión; entendiéndose por variables críticas aquellas cuyas variaciones frente al valor considerado en el escenario de referencia producen un mayor impacto sobre los indicadores de rentabilidad VAN y TIR.



Con esta base, el proceso a seguir sería el siguiente:

- Identificación de las variables críticas potenciales, para posteriormente eliminar de la lista las variables dependientes y evitar las distorsiones en los resultados y una doble identificación.
- Análisis de elasticidad para cada una de las variables retenidas, con vistas a identificar su impacto sobre la rentabilidad del proyecto. Esta evaluación consiste en definir para cada variable una serie de valores en torno al valor de referencia y obtener los indicadores de rentabilidad económica VAN y TIR.
- Elección de las variables críticas para la realización del resto de evaluaciones del estudio; entendiéndose éstas como aquellas con una elasticidad con el VAN mayor o igual a 1 en valor absoluto. Como resultado, el número de variables a analizar se debería de reducir a 2-4 según el tipo de proyecto.

### 2.8.2. Análisis de escenarios

El análisis de escenarios se basa en el planteamiento de diferentes escenarios de realización del proyecto, contruidos a través de la asignación de diferentes valores al conjunto de variables críticas previamente definidas. El objetivo es analizar cómo se ven afectados los indicadores de rentabilidad económica en esos supuestos. Se deberán realizar al menos tres escenarios de proyecto:

- Escenario base: se refiere a las hipótesis iniciales del propio proyecto
- Escenario optimista: considera una variación “positiva” en el valor de los parámetros críticos.
- Escenario pesimista: considera una variación “negativa” en el valor de los parámetros críticos.

Para ello, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se utilizarán las variables críticas elegidas en la etapa anterior,
- La asignación de valores a las variables críticas se hará de manera conjunta y no individual, es decir, en general en cada escenario cambiarán los valores de todas las variables críticas.
- Los valores asignados a las variables críticas deben ser realistas, por ello se recomienda elegir el valor de referencia considerado en el proyecto y los valores extremos del rango de su distribución probabilística.

### 2.8.3. Análisis de riesgos

El análisis de riesgo tiene como objetivo analizar la distribución probabilística de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto. De esta forma, es posible realizar una evaluación empírica del riesgo del proyecto, es decir de la probabilidad de que un proyecto tenga un rendimiento o rentabilidad satisfactoria. Para ello se abordan dos aspectos:

- Determinación de las distribuciones probabilísticas de las variables críticas: El análisis de sensibilidad ofrece una perspectiva limitada puesto que no tiene en cuenta las probabilidades de ocurrencia de los distintos valores de las variables. Para subsanar este hecho, el primer paso dentro del análisis de riesgo consiste en asignar una función probabilística a la distribución de posibles valores de las



variables críticas. En general, existen diversas tipologías de distribuciones probabilísticas (discretas, continuas, de Gauss, triangular); las cuales se pueden determinar a partir de diversas fuentes de información.

- Análisis de la distribución probabilística de los indicadores de rentabilidad económica: Después de haber establecido las distribuciones de probabilidad de las variables críticas, es necesario estimar la distribución probabilística del VAN y TIR del proyecto. Para esta meta, se suelen emplear técnicas de simulación como el Método de Monte Carlo, el cual puede ser programado con diferentes útiles informáticos.

Este método, consiste en la generación aleatoria de un conjunto suficientemente alto de valores para las variables críticas previamente definidas. Esta generación se realiza conforme a la distribución probabilística de estas variables y dentro de un rango de posibles valores. A partir de ello es necesario calcular los valores resultantes de los índices de rentabilidad (VAN/TIR) y establecer una distribución estadística de su probabilidad de ocurrencia. Una vez las distribuciones de VAN/TIR han sido establecidas, es posible analizar los resultados a partir de las funciones de distribuciones de probabilidad o bien a través de la probabilidad acumulada.

#### **2.8.4. Evaluación del nivel aceptable del riesgo**

La última etapa del análisis consiste en evaluar el nivel aceptable de riesgo. Este análisis permitiría evaluar si las hipótesis y resultados del Escenario base son razonables, conservadoras o si se ha sido demasiado optimista en el estudio. Par evaluar si nos encontramos dentro de un margen aceptable se pueden seguir dos enfoques:

1. Utilización de la probabilidad acumulada VAN/TIR: El objetivo es compara la probabilidad acumulada del VAN/TIR con un valor de referencia, para analizar si el nivel de riesgo es aceptable.
2. Uso del valor esperado del VAN/TIR: El valor esperado del proyecto, se corresponde con la media de las distribuciones probabilísticas de ambos indicadores. En este caso, a evaluación del riesgo de la inversión consiste en comparar el valor esperado de cada parámetro con el valor de referencia obtenido en el escenario base.



## APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO:

### 3. PUERTO DE BILBAO Y PROYECTO DE AMPLIACIÓN

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En la siguiente parte del trabajo se aplica al proyecto de ampliación del Espigón Central del Puerto de Bilbao la metodología del análisis socioeconómico previamente descrita. Para ello, se seguirán los pasos siguientes:



- Análisis del contexto y objetivos del proyecto
  - El sistema portuario español
  - El puerto de Bilbao
  - Proyecto del Espigón Central
- Análisis de alternativas
  - Análisis de diferentes alternativas para el proyecto de ampliación
- Definición del proyecto
  - Definición del proyecto y de sus objetivos
- Análisis económico
  - Identificación de los agentes
  - Cuantificación de los efectos
  - Cálculo de los indicadores de rentabilidad: VAN y TIR
- Análisis de sensibilidad, escenarios y riesgos
  - Análisis de sensibilidad, de escenarios y riesgos

#### 3.2. EL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL

##### 3.2.1. Descripción

La relevancia de los puertos marítimos para el desarrollo del comercio se vuelve especialmente significativa en el caso de un país como España, cuyas fachadas están volcadas a las principales rutas marítimas y las cuales superan los 8.000 kilómetros, cifra solamente por debajo de la del Reino Unido. Todo ello, beneficia a nuestro país para afianzarse como lugar estratégico en el transporte marítimo internacional y como importante plataforma logística del sur de Europa.

España se vincula comercial y logísticamente con el mar a través de sus puertos; 46 de ellos de interés general, los cuales son a su vez regulados y gestionados por 28 Autoridades Portuarias; todos ellos constituyen el Sistema Portuario español. Este sistema, es de titularidad estatal y su coordinación y control de eficiencia, corresponde



al Organismo Público de Puertos del Estado, que depende a su vez del Ministerio de Fomento al tener atribuida la ejecución de la política portuaria del Gobierno. El modelo de gestión de los puertos españoles es el denominado “Landlord Port”; en él la Autoridad Portuaria se limita a la provisión, planificación y gestión de las infraestructuras y espacios del puerto y a la regulación de los servicios portuarios, cuya prestación corresponde al sector privado.

El conjunto de puertos españoles se puede clasificar atendiendo a su régimen legal; así diferenciaremos entre los puertos de interés general y los puertos deportivos, pesqueros o de refugio:

- Puertos de interés general: son aquellos que pertenecen al Estado, y para su clasificación en esta categoría han de cumplir con algunas de las siguientes características:
  - Que se lleven a cabo actividades marítimas internacionales
  - Que su actividad influya sobre varias Comunidades Autónomas
  - Que sirvan a industrias de importancia estratégica para la actividad económica nacional
  - Que su actividad comercial alcance niveles relevantes para la actividad económica nacional
  - Que sean esenciales para la seguridad del tráfico marítimo por sus condiciones técnicas o geográficas
  
- Puertos deportivos, pesqueros o de refugio: son aquellos de titularidad regional y tienen una actividad comercial menor.





*Ilustración 1: Autoridades Portuarias de España. Fuente: Internet*

### 3.2.2. Esquema de Gestión

Los puertos integrados en el sistema portuario de interés general siguen un modelo de gestión denominado “Landlord Port” o de puerto propietario y líder de la oferta integral. Bajo este modelo, las Autoridades Portuarias proveen el espacio y las infraestructuras portuarias, y regulan las operaciones desarrolladas en el puerto. Sin embargo, no prestan los servicios portuarios o comerciales, tales como los técnico-náuticos (practicaje, remolque y amarre), de manipulación de mercancías o los vinculados al pasaje, entre otros. En general, estos servicios son prestados por operadores privados, con medios técnicos y humanos que no pertenecen a la Autoridad Portuaria.

Las Autoridades Portuarias desde el punto de vista jurídico, se rigen por su legislación específica, por las disposiciones de la Ley General Presupuestaria que le sean de aplicación y por la Ley 6/1997, del 14 de abril, de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado. Su normativa específica se concreta, fundamentalmente, por el Real Decreto Legislativo 2/2011 del 5 de septiembre por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (en adelante Ley de Puertos).

Dentro del esquema “Landlord”, la Autoridad Portuaria tiene como uno de sus objetivos más relevantes potenciar la colaboración pública-privada en materia de inversiones, considerando que el puerto constituye el núcleo de negocio de las empresas portuarias privadas. La normativa aplicable facilita este equilibrio entre los intereses públicos y privados, y abre diversas posibilidades para atraer iniciativa privada en los puertos.

Las siguientes tablas resumen el modelo de participación pública y participación privada en los puertos según el modo de explotación público-privada “Landlord”:



#### AUTORIDAD PORTUARIA

- Gestión administrativa del espacio portuario:** Habilitación de los operadores privados.
- Organización de la actividad:** Ordenación, vigilancia y control de la actividad portuaria.
- Infraestructura básica:** Desarrollo de los diques de abrigo, dragados...
- Infraestructura complementaria:** Desarrollo de muelles, atraques, viales, redes de servicio...

#### INICIATIVA PRIVADA

- Súper estructura:** Equipos de manipulación de mercancías, instalaciones para almacenamientos, lonjas, edificación.
- Servicios portuarios:** Servicios al buque, manipulación de mercancías, servicios a pasajeros, recepción de desechos de buques.
- Servicios comerciales:** Almacenamiento, suministros, actividades de valor añadido a la mercancía, reparaciones navales.
- Infraestructura complementaria:** Desarrollo muelles, atraques, viales, redes de servicio.

### 3.2.3. Actores

Los principales actores que participan en la actividad portuaria son los siguientes:

- Puertos del Estado:

El ente de Puertos del Estado está gobernado por un presidente; dicho presidente es nombrado por el Gobierno bajo la propuesta del Ministerio de Fomento y de un Consejo Rector. Las competencias que Puertos del Estado abarca son las siguientes:

- Ejecución de la política portuaria del Gobierno.
- Coordinación y control de eficiencia del sistema portuario de titularidad estatal.
- Coordinación de los diferentes órganos de la Administración General del Estado que ejercen competencias en el ámbito portuario.
- Planificación, coordinación y control del sistema de señalización marítima española a través de la Comisión de Faros.

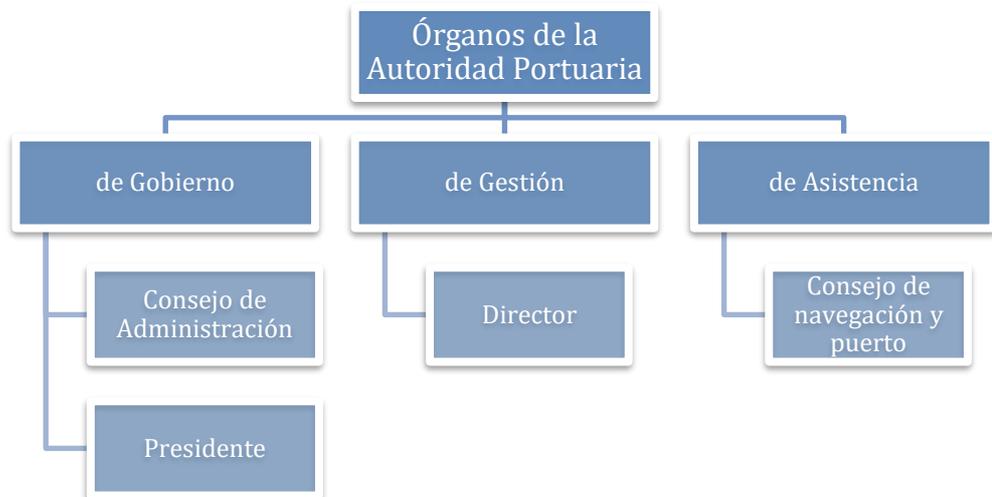
- Autoridad Portuaria:

Las Autoridades Portuarias, a cargo de los puertos de interés general, son organismos públicos empresariales, con personalidad jurídica y patrimonio propios, con plena capacidad de obrar para el desarrollo de sus fines.

Como organismos públicos, las Autoridades Portuarias dependen del Ministerio de Fomento a través de Puertos del Estado. Cada una de ellas está gobernada por su Consejo de Administración y su Presidente, quién es designado por la Comunidad Autónoma. El Director asume la gestión de la



Autoridad Portuaria, y como órgano de asesoramiento cada Autoridad Portuaria cuenta con un Consejo de Navegación y Puerto.



Actualmente existen 28 Autoridades Portuarias, las cuales se encargan de la gestión de los 46 puertos de interés general. Sus principales competencias son:

- La gestión y el control de los servicios portuarios y comerciales
- La prestación de los servicios portuarios generales
- La ordenación de la zona de servicio del puerto y de los usos portuarios
- Promover, mantener y explotar las infraestructuras portuarias
- Gestionar el dominio público portuario
- Optimizar la gestión económica y la rentabilidad de su patrimonio y recursos
- Fomentar las actividades comerciales, logísticas, y en su caso industriales, relacionadas con el tráfico marítimo o portuario
- La coordinación de las operaciones de los distintos modos de transporte en el puerto
- La ordenación y coordinación del tráfico portuario, tanto marítimo como terrestre

### 3.2.4. Modo de financiación

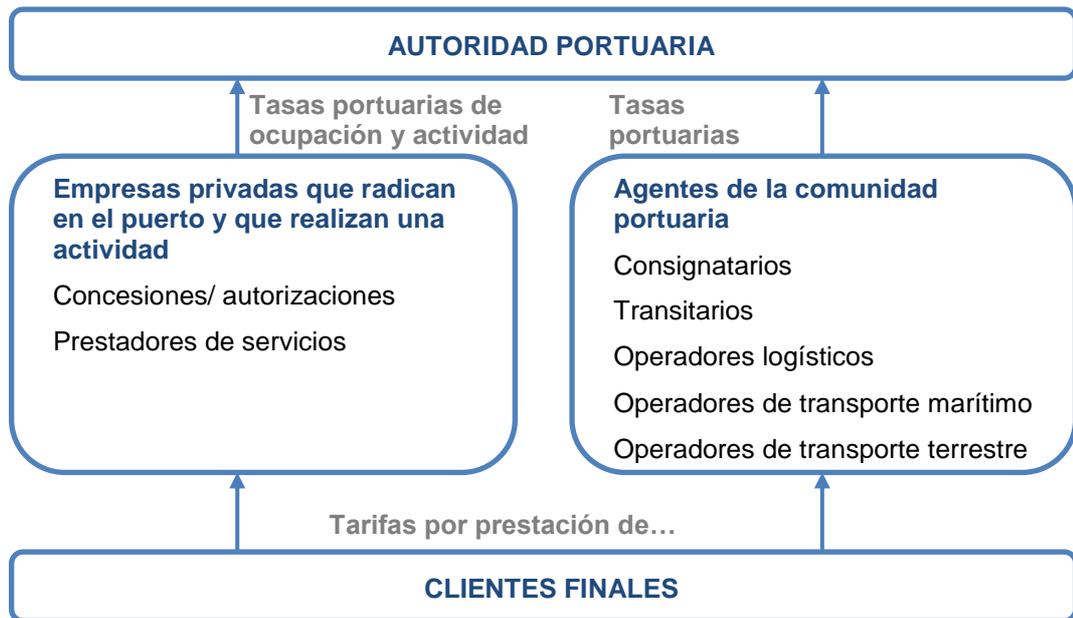
Cada Autoridad Portuaria española debe integrar en su gestión, la autosuficiencia económica como uno de los principios rectores del sistema portuario. Por tanto, por lo general, las Autoridades Portuarias con sus propios recursos generados principalmente por la aplicación de las tasas de ocupación, actividad y utilización a mercancías y navíos, han de ser capaces de hacer frente a sus gastos e inversiones con una rentabilidad mínima exigida, sin necesidad de acudir a los presupuestos generales del Estado.

Pese a que la recaudación por tasas constituye la principal fuente de recursos corrientes, las Autoridades Portuarias se financian también a partir de los siguientes ingresos:



- Las tasas portuarias procedentes de la actividad o de la ocupación del espacio portuario por parte de las empresas privadas que desarrollan su actividad económica en el dominio público portuario.
- Los productos y rentes de su patrimonio, así como los ingresos procedentes de la enajenación de sus activos.
- Los ingresos que tengan el carácter de recursos de derecho privado obtenidos en el ejercicio de sus funciones.
- Los procedentes de los créditos, préstamos y demás operaciones financieras.
- Las aportaciones recibidas del Fondo de Compensación Interportuario.
- Los que pudieran asignarse en los Presupuestos Generales del Estado o en los de otras Administraciones públicas.
- Las ayudas y subvenciones
- El producto de la aplicación del régimen sancionador
- Las donaciones, legados y otras aportaciones de particulares y entidades privadas
- Cualquier otro que les sea atribuido por el ordenamiento jurídico

Corresponde a cada Autoridad Portuaria la gestión y administración de estos recursos, en un marco de autonomía de gestión, con criterios de eficacia, eficiencia y sostenibilidad ambiental, debiéndose ajustar a los principios establecidos en la Ley.



*Ilustración 2: Ingresos ligados a las tasas portuarias. Fuente: Puertos del Estado*

### 3.2.3. Tipos de tráfico marítimo

Se entiende por tráfico portuario las operaciones de entrada, salida, atraque, desatraque, estancia y reparación de buques en puerto y las de transferencia entre éstos y tierra u otros medios de transporte, de mercancías de cualquier tipo (graneles líquidos, graneles sólidos y mercancía general), de pesca, de avituallamientos y de pasajeros o



tripulantes, así como el almacenamiento temporal de dichas mercancías en el espacio portuario. Se distinguen los siguientes tipos de tráfico portuario:

- Tráfico de mercancías: hace referencia a las mercancías cargadas, descargadas y transbordadas en los puertos. Incluye los tipos siguientes:
  - Graneles líquidos: Se considera carga a granel líquida aquella que viene en estado líquido sin envasar, (también se incluyen aquí tanto el gas natural ya que se transporta licuado como los sólidos fundidos transportados a altas temperaturas) y que además se manipula de forma continua, es decir, a través de tuberías y utilizando sistemas de bombeo. Se transporta en tanques.
  - Graneles sólidos: Se considera carga a granel sólida aquella que viene sin envasar o embalar y es un conjunto de partículas sólidas sueltas que además se manipulan de forma continua, es decir, a través de una tubería, por gravedad o mediante palas.
  - Mercancía general: Es toda la mercancía no incluida en el concepto de granel; se presenta paletizada, empaquetada, en contenedores o carga rodada. Puede ser contabilizada por unidades.
    - Convencional: mercancías de carácter general que no son transportadas en contenedores.
    - Contenedores: mercancías de carácter general que son transportadas dentro de contenedores de dimensiones de 20 o más pies.
- Avituallamiento: Se consideran operaciones de avituallamiento las que se refieren al suministro de productos como agua, combustible, carburantes, lubricantes y demás aceites para uso técnico de los buques. Además, se engloba aquí el concepto de aprovisionamiento de buques con productos destinados exclusivamente al consumo de la tripulación y de los pasajeros, productos de consumo para uso doméstico, los destinados a la alimentación de los animales transportados y los consumibles utilizados para la conservación, tratamiento y preparación a bordo de las mercancías transportadas.
- Tráfico interior: Mercancías transportadas en navegación interior.
- Pesca: Se refiere a la pesca fresca capturada, refrigerada y sus productos, pero no a la pesca congelada, considerada como mercancía general.

### 3.2.4. Características del tráfico portuario español

La importancia de los puertos como eslabones de las cadenas tanto de transporte como logísticas viene avalada por las siguientes cifras: por ellos pasan cerca del 60% de las exportaciones y el 85% de las importaciones, lo que representa el 53% del comercio exterior español con la Unión Europea y el 96% con terceros países. Además, la actividad del sistema portuario estatal aporta cerca del 20% del PIB del sector del transporte, lo que representa el 1,1% del PIB español. Asimismo, genera más de 35.000 empleos directos y unos 110.000 de forma indirecta.

En 2016 se manipularon dentro del Sistema Portuario español un total de 508,9 millones de toneladas, lo que supone un crecimiento del 1.29% respecto al ejercicio precedente, en el que se manipularon 502,4 millones de toneladas de mercancías. En consecuencia, por un lado se mantiene la tendencia al alza de los últimos años y por



otro cabe remarcar el hecho de que todas la Autoridades Portuarias españolas han logrado superar la cifra anual de un millón de toneladas de tráfico movidas. Esta evolución histórica del tráfico portuario queda reflejada en el siguiente gráfico:

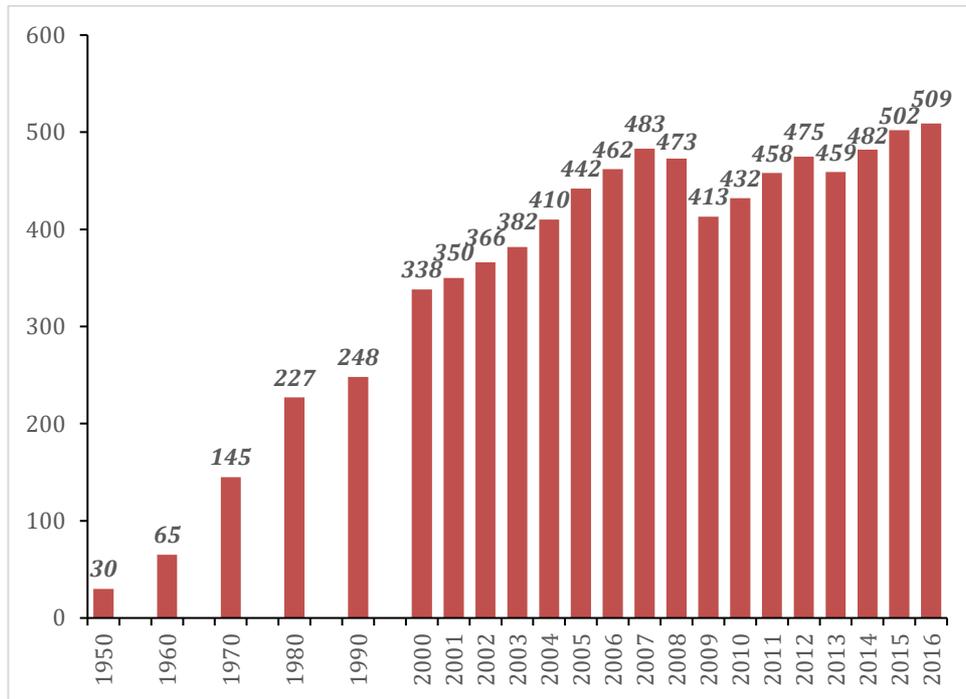


Gráfico 1: Evolución histórica del tráfico portuario español [millones de toneladas].

Fuente: Puertos del Estado

En lo que respecta al tráfico de pasajeros, la cifra ascendió a 32,4 millones de pasajeros en el año 2016, lo que significa un crecimiento del 4,48% respecto al año previo. Así, el sector del turismo de cruceros mantiene su crecimiento progresivo debido a sus estrategias de comercialización, al incremento de capacidad de sus barcos y al aumento de la actividad en la zona europea, variables fundamentales que influyen en su competitividad.

En cuanto al volumen de tráfico de mercancías movido por cada una de las Autoridades Portuarias, hay que destacar la primera posición de la Bahía de Algeciras, con 102,8 millones de toneladas de tráfico anual; seguida de Valencia con 71,3 y en tercer lugar Barcelona con 48,8. Únicamente estos tres puertos generan el 43,8% del tráfico total del sistema portuario español. El puerto de Bilbao se encuentra en quinta posición con 32 millones de toneladas anuales.

Autoridad Portuaria	Toneladas		
	2015	2016	Var. (%)
BAHIA DE ALGECIRAS	98.224.216	102.852.944	4,71
VALENCIA	70.083.977	71.289.484	1,72
BARCELONA	47.049.743	48.836.368	3,80
TARRAGONA	33.034.593	31.351.542	-5,09
BILBAO	32.874.742	32.069.207	-2,45

Tabla 1: Principales puertos españoles. Fuente: Puertos del Estado

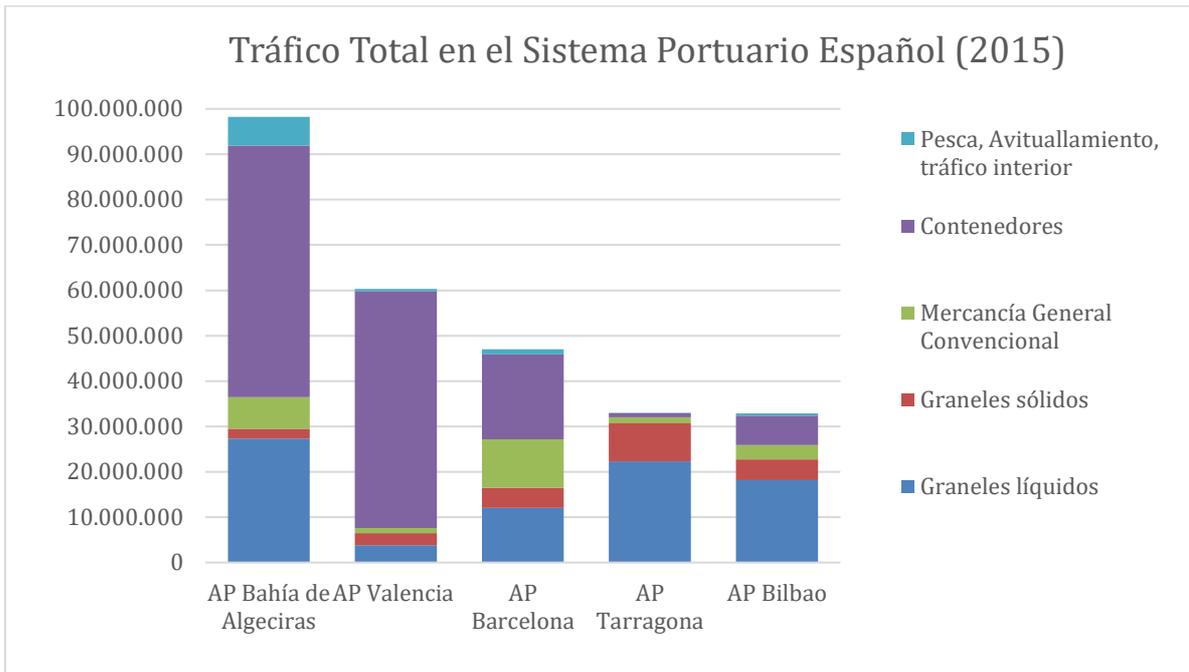


Gráfico 2: Tráfico total 2015 en los principales puertos españoles. Fuente: Puertos del Estado

En los últimos ejercicios, el sistema portuario español ha tenido que hacer frente a una profunda crisis económica, la cual tuvo su inicio en el año 2007, y registró fuertes caídas entre los años 2008 y 2009, y una más ligera caída en 2013. Por otro lado, cabe destacar la positiva evolución que ha tenido la mercancía general en la última década, gracias al gran desarrollo y auge de la mercancía contenerizada. Más concretamente, la mercancía general en contenedores ha pasado de ser la tercera mercancía por forma de presentación en el año 2000 (por detrás de los graneles líquidos y sólidos) a afianzarse como la mercancía más manipulada en los puertos de interés general.

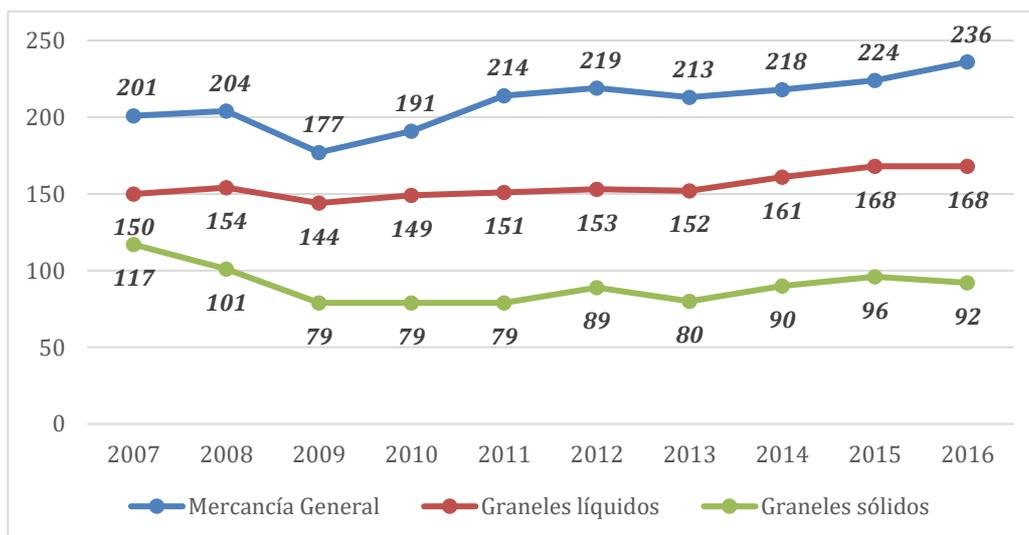


Gráfico 3: Evolución del tráfico de mercancías. Fuente: Puertos del Estado



### 3.2.5. Los próximos retos del sistema portuario español

Actualmente, el conjunto del sistema europeo de transporte se enfrenta a grandes retos que podrían afectar a los tráficos portuarios. De entre ellos, destaca la necesaria reducción de la dependencia energética a los combustibles fósiles, el control de los costes externos del transporte con especial atención a las emisiones de gases de efecto invernadero y una apuesta permanente por la innovación al servicio de la competitividad del sistema de transporte visto en su conjunto. Así, en definitiva, resulta imprescindible implantar estrategias de optimización y eficiencia de manera que incrementos en las necesidades de transporte no impliquen incrementos equivalentes de infraestructuras o de consumos energéticos y emisiones, sino un mejor aprovechamiento de nuestros recursos.

El sistema portuario español no es ajeno a estos retos, sino plenamente consciente de los mismos, debido a ellos desde Puertos del Estado se viene impulsando una estrategia de movilidad sostenible, la cual sigue principalmente las siguientes líneas estratégicas de acción:

- Desarrollo de las Autopistas del Mar
- Impulso al transporte ferroviario
- Optimización de la movilidad de vehículos pesados en el entorno portuario
- Iniciativas de ahorro energético dentro de las instalaciones portuarias
- Impulso a las energías alternativas en el transporte

En lo referente al desarrollo de las Autopistas del Mar, el objetivo es promover la utilización del transporte marítimo por parte de las empresas de transporte por carretera, haciendo uso de servicios marítimos específicamente diseñados para el transporte de camiones y semirremolques. Esta acción convierte el transporte marítimo en una prolongación de la infraestructura de carretera, a base de ofrecer soluciones intermodales con una alta relación calidad/coste y permitiendo reducir la saturación de los grandes ejes viarios y con ello optimizar el uso de la energía y la reducción de emisiones. Bajo estos principios ha surgido en Europa el término Short Sea Shipping o Transporte de Mercancía de Corta Distancia, el cual hace referencia al movimiento de mercancías y pasajeros por mar entre puertos situados en territorio de la Unión Europea o entre esos puertos y puertos situados en países no europeos con una línea de costa en los mares que rodean Europa. El TMCD es entendido como una política activa de transporte que contribuye a la formación de cadenas marítimo-terrestres puerta a puerta, en donde además del transporte marítimo se conjugan los modos de transporte terrestres, y en particular el transporte por carretera, para configurar una solución de transporte competitiva.

En cuanto al impulso del transporte ferroviario, el objetivo es potenciar el tráfico ferroportuario mediante proyectos de mejora de estas infraestructuras, tanto para el acceso a los puertos, como en las redes generales del transporte. Con ello se buscan ampliar las zonas de influencia de los puertos, contribuir a la disminución del coste de transporte y reducir de la contaminación producida por el transporte por carretera.

En lo relativo a la acción de optimización de la movilidad de vehículos pesados en el entorno portuario, el objetivo es reducir las emisiones de contaminantes y el consumo de combustible resultante de la circulación y estancia de camiones en el puerto y su entorno.

El ahorro energético en instalaciones portuarias hace referencia al objetivo de reducir el consumo de energía en edificios y servicios prestados por la Autoridad



Portuaria, así como en las actividades desarrolladas por las empresas que operan en el puerto.

En último lugar el impulso al uso de las energías alternativas en el transporte tiene por objeto contribuir a reducir las emisiones de gases contaminantes producidas por el transporte; diversificando las fuentes de energía y estimulando el desarrollo tecnológico en el campo de la propulsión o motorización de los sistemas de transporte.

### 3.3.EL PUERTO DE BILBAO

#### 3.3.1. Contexto y área de influencia

El Puerto de Bilbao es uno de los centros de transporte y logística más importantes del Arco Atlántico Europeo y por volumen de toneladas descargadas el más importante de la Cornisa Cantábrica y del suroeste de Francia. En Bilbao se transporta un total de 32 millones de toneladas anuales, casi el doble que el segundo puerto del Cantábrico, Gijón.



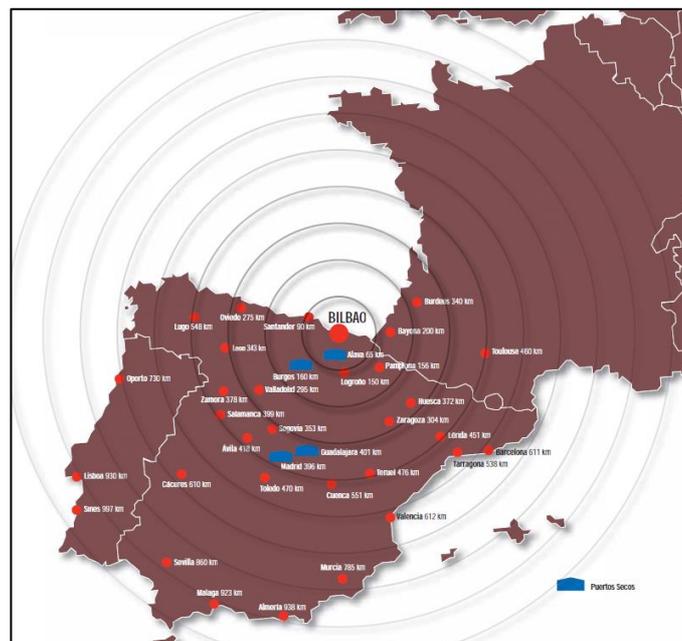
*Ilustración 3: Arco Atlántico Europeo. Fuente: Internet*

Bilbao destaca como gran metrópoli de referencia del norte de España al encontrarse ubicada en el centro geográfico del Golfo de Vizcaya; encrucijada de rutas marítimas y terrestres. Así gracias a su situación estratégica y a sus condiciones físicas, el puerto de Bilbao se configura como importante puerta de entrada a Europa desde los continentes americanos y africanos; y como eje del tráfico Short Sea Shipping o tráfico marítimo de corta distancia entre la Península Ibérica y la Europa Atlántica. La ruta marítima que comunica Portugal y España con el Mar del Norte recibe el nombre de la autopista del mar “Motorway of the Sea of Western Europe”.



*Ilustración 4: Vista aérea del puerto de Bilbao. Fuente: Internet*

La zona de influencia o hinterland del Puerto de Bilbao abarca tanto la Península Ibérica como el Sur de Francia, un gran territorio con epicentro en el área metropolitana de Bilbao. Según la Autoridad Portuaria de Bilbao, en un radio de 200 kilómetros viven 4 millones de personas y más de 20 en 400 kilómetros de radio. Equidistante de Burdeos y de Madrid, el Puerto de Bilbao, opera en un área de influencia de proximidad jalonado también por las ciudades de Toulouse, sede de la industria aeroespacial europea y Zaragoza, gran plataforma logística e industrial y capital del corredor del Ebro, que une Bilbao con Barcelona, con extensión a Madrid. Además de su localización y la potencia de su hinterland, la ventaja de Bilbao respecto a otros puertos del entorno proviene de su gran capacidad para recibir cualquier tipo de buque o mercancía a un coste competitivo. Su oferta de servicios marítimos le conecta con más de 800 puertos de todo el mundo.



*Ilustración 5: Hinterland de Bilbao. Fuente: AP Bilbao*

### 3.3.2. Historia del Puerto

Aunque la fundación documentada del Puerto de Bilbao data de hace 700 años, la Ría donde nació fue utilizada mucho antes como abrigo natural.

En plena Edad Media, los barcos llegaban hasta la entrada de las murallas que protegían la villa de Bilbao. Por aquel entonces, el Puerto de Bilbao era la salida hacia Europa de las mercancías de la meseta castellana y la entrada a la Península Ibérica de los productos procedentes de la Fachada Atlántica y de una parte de las colonias de América.



*Ilustración 6: Estado del antiguo puerto de Bilbao. Fuente: AP Bilbao*

En 1511 se creó el Consulado de Bilbao, institución jurídica que se ocupaba tanto de dictar como de velar por el cumplimiento de ciertas normas en el ámbito del comercio y la navegación. Este Consulado destacó por la realización de trabajos de mejora del encauzamiento de la Ría, que se prolonga a lo largo de 14 kilómetros hasta su desembocadura en el Mar Cantábrico. En 1872, comerciantes, mineros, navieros e industriales de la zona, se unieron para crear la Junta de Obras del Puerto y Ría de Bilbao y cinco años más tarde se culminaría el Muelle de Hierro de Portugalete, primera obra portuaria que permitía el acceso a la Ría de buques de gran calado.

Al abrigo del dique de Santurce y del contramuelle de Algorta, realizados en 1902, nace el Puerto Exterior, con ello el puerto llega al mar y pasa a convertirse en una de las grandes infraestructuras marítimas del Continente. En 1975, se cierra el área marítima denominada “Abra Exterior”, con la construcción del dique de Punta Lucero, cuyas terminales para productos petrolíferos reforzaron la oferta de servicios portuarios.

En medio de la crisis de la industria convencional, de la metalurgia, del agotamiento de las minas y del hundimiento de los astilleros, el Puerto de Bilbao plantea su futuro apostando por crecer en la actividad comercial y para ello aumenta las superficies de agua abrigada, longitud de muelles de atraque con calados adecuados y grandes superficies terrestres que permitan llevar a cabo operaciones de manipulación de mercancías. La expansión de la actividad portuaria a la desembocadura de la ría deja libres los terrenos ocupados en el corazón de la ciudad lo cual ha permitido la gran regeneración urbana sufrida por la ciudad de Bilbao.



Desde el inicio de las obras de ampliación en 1992, la Autoridad Portuaria de Bilbao ha invertido 500 millones de euros para ganar al mar dos millones de metros cuadrados de superficie terrestre y tres kilómetros adicionales de línea de atraque con calados entre 20 y 25 metros. La construcción de la nueva terminal de transatlánticos en Guecho y la instalación de importantes industrias, como centrales generadoras de electricidad de ciclo combinado o plantas regasificadoras, han hecho que el puerto continúe creciendo año tras año.



Ilustración 7: Puerto de Bilbao Siglo XIX. Fuente: AP Bilbao

### 3.3.3. Infraestructuras

El Puerto de Bilbao se conforma de cuatro zonas bien diferenciadas:

- La primera zona la forman los muelles situados en el interior de la Ría, con un calado de 6 a 8 metros y una longitud de 2.300 m.
- La segunda zona la componen los muelles para mercancías situados al abrigo de los Diques de Santurce y Algorta, con un calado entre 12 y 24 m. y una longitud de 6.470 m.
- La tercera zona la forman los muelles situados al abrigo del Dique de Zierbena, con un calado entre 21 y 25 m. y una longitud de 2.295 m.
- La cuarta zona y la más exterior la componen los muelles situados entre los Diques de Punta Lucero y Zierbena con calados de hasta 32 m. y una longitud de 3.145 m.

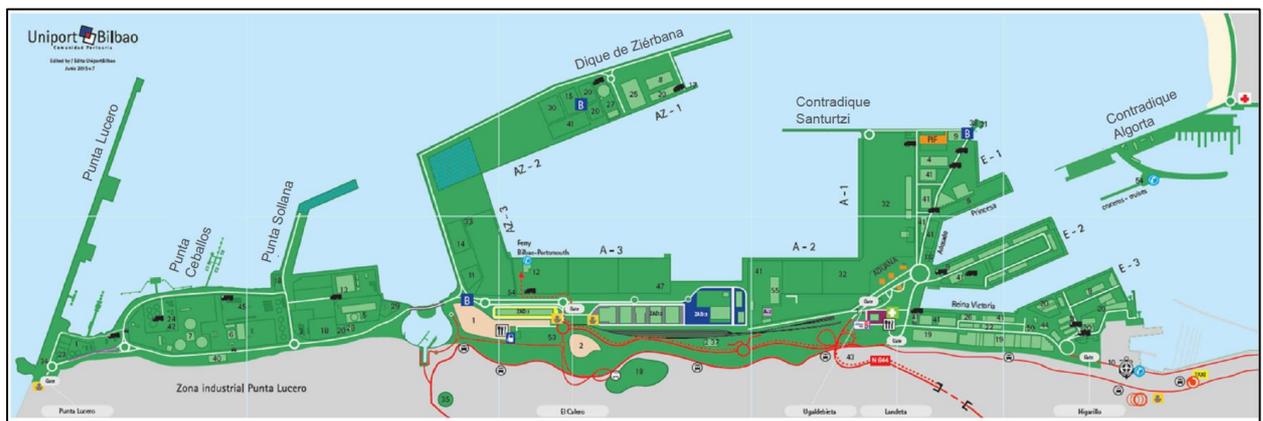


Ilustración 8: Mapa del Puerto de Bilbao. Fuente: AP Bilbao

Así, el puerto de Bilbao posee 14.000 metros de longitud de muelles activos de mercancías con calados que oscilan entre los 6 y 32 metros, y con capacidad para servir a todo tipo de tráficos.

El servicio del tráfico de cruceros está cubierto por un pantalán con dos atraques de 350 metros lineales cada uno y por un muelle de 355 m de longitud, 11-12 m de calado y 23.200m<sup>2</sup> de superficie en tierra, el conjunto está situado al abrigo del Contradique de Algorta.

En términos de ocupación del puerto, el 80% de los muelles de mercancías y el 71% del suelo comercial están concesionados <sup>1</sup>y en ellos los servicios básicos los realizan empresas privadas. El 95% de las mercancías se manipulan por muelles y terminales en concesión. La Autoridad Portuaria desempeña las funciones de "puerto propietario" que planifica y construye las infraestructuras básicas y coordina en todos sus aspectos la actividad portuaria.

- Muelles del Puerto atendiendo al tipo de mercancía movilizada:



Ilustración 9: Plano puerto Bilbao. Fuente: AP Bilbao

<sup>1</sup> Datos obtenidos de la “Memoria de Sostenibilidad 2016”, (APB)



<b>Muelles del Puerto de Bilbao según el tipo de mercancía movilizada</b>			
<b>Muelle</b>	<b>Tipo de Mercancía</b>	<b>Línea de Atraque [m]</b>	<b>Calado [m]</b>
<b>Punta Lucero</b>	Granel líquido: crudo de petróleo, refinado, fluidos químicos y petroquímicos, gasóleo, gasolina, gas natural.	2.465	Entre 25 y 32
<b>Punta Sollana</b>	Granel sólido: proyectos industriales con tráfico marítimo	680	20
<b>AZ1 (y AZ2)</b>	Graneles sólidos	800	21
<b>AZ3</b>	Convencional: Ro-Ro <sup>2</sup> y multipropósito	595	21
<b>A1 y A2</b>	Terminal de Contenedores: Automóviles y sus piezas, vinos, bebidas y alcoholes, maquinaria y repuestos	1527	Entre 12 y 21
<b>A3</b>	Ro-Ro	900	25
<b>Nemar, Princesa de España y Adosado</b>	G. Sólidos y convencional: Carbones, chatarras, habas y harinas de soja, piensos y forrajes	1243	Entre 12 y 24
<b>Príncipe de Asturias, Reina Victoria Eugenia y Bizkaia</b>	Convencional: Siderúrgicos, papel y pasta, materiales de construcción	3700	Entre 12 y 14
<b>Terminal de Cruceros</b>	Pasajeros	1039	12

Mercancía General Convencional  
 Mercancía General Contenerizada

Tabla 2: Muelles y terminales del puerto. Fuente: AP Bilbao

### 3.3.4. Tráfico y mercados servidos

En las tabas siguientes, se muestra la evolución sufrida durante los últimos años por los diferentes tipos de mercancías que han pasado por el puerto vasco, expresadas en millones de toneladas (MT), así como la proporción en porcentaje de cada una de ellas con relación al total:

	2016		2015		2014		2013		2012	
	MT	% Tot.								
1.Granel líquido	18,1	56	18,2	56	16,3	53	15,7	53	15,1	52
2.Granel sólido	4,4	14	4,5	14	4,6	15	4,4	15	4,3	15
3.1. M.G.Contenedores	6,4	20	6,5	20	6,6	21	6,3	21	6,4	22
3.2. M.G.Convencional	3,1	10	3,2	10	3,3	11	3,1	11	3,2	11

<sup>2</sup> Ro-Ro es un acrónimo del término inglés Roll On-Roll Off, con el cual se denomina a todo tipo de buque o barco que transporta cargamento rodado, tanto automóviles como camiones.



3.Mercancía General	9,5	30	9,7	30	9,9	32	9,4	32	9,6	33
Tráfico Total (1+2+3)	31,9	100	32,4	100	30,8	100	29,5	100	29	100

Tabla 3: Volumen de tráfico Puerto de Bilbao. Fuente: Puertos del Estado

Así, puede estimarse como distribución media del tráfico, un 55% para los Graneles Líquidos, un 15% para los Graneles Sólidos y por último un 30% para la Mercancía General. DVS

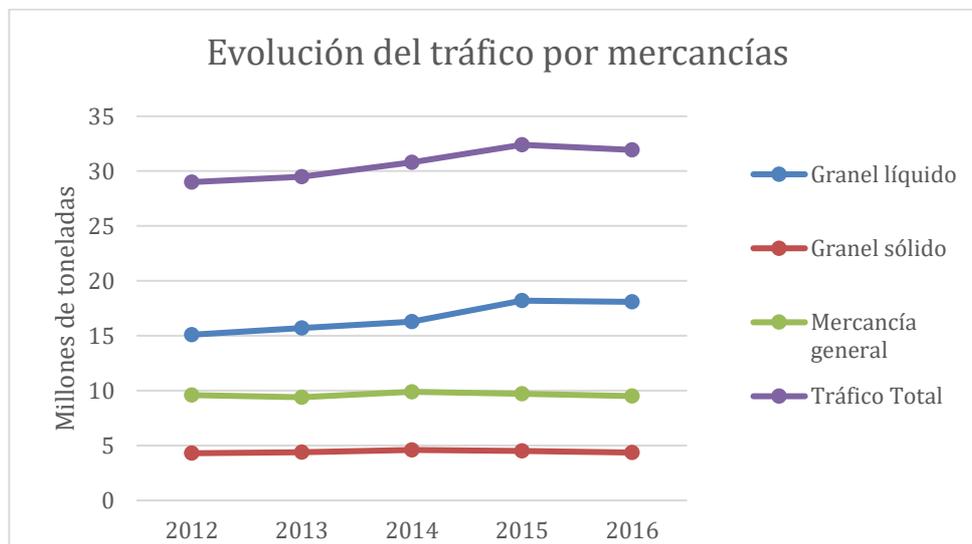


Gráfico 4: Evolución del tráfico por mercancía. Fuente: Balances anuales AP Bilbao

- Graneles líquidos:

EL tráfico de graneles líquidos se sitúa en 18 millones de toneladas, con claro protagonismo del crudo de petróleo, el cual representa más del 50% del tráfico total de este tipo. Otros tráficos importantes son el gasoil, gasolina, fueloil y gas natural.

Rusia es el país que más crece en el último año, lo que le permite ocupar la primera posición. El segundo país más dinámico es México, seguido de Marruecos y Trinidad y Tobago.

- Graneles sólidos:

El tráfico de graneles sólidos se sitúa en 4.4 millones de toneladas. Las habas de soja vuelven a ser el tráfico más importante con 960.000 toneladas. Le sigue en volumen el cemento y clinker, la partida de carbón y coque de petróleo y el grupo de otros minerales no metálicos.

Brasil, y Reino Unido son los principales mercados, aunque los países que más crecen en términos absolutos son Alemania, Francia, Estados Unidos y Líbano.

- Mercancía general convencional:

El puerto de Bilbao movió 3.1 millones de toneladas de mercancía general convencional. Los principales tráficos son los productos siderúrgicos, maquinaria y repuestos, eólicos, papel y pasta, otros productos metalúrgicos, y automóviles y sus piezas.



Reino Unido es también el principal país de origen o destino, seguido de China y Holanda. Los países que más crecen son Reino Unido, India y Corea del Sur.

- Contenedor:

El tráfico contenerizado alcanza la cifra de 6,4 millones de toneladas, mientras que el número de TEUs<sup>3</sup> se sitúa en 596.688. Los productos químicos, con un crecimiento de 4% son los principales tráficos transportados por este medio; seguidos de los productos siderúrgicos y los vinos, bebidas y alcoholes.

De igual forma cabe destacar Reino Unido como principal mercado del puerto, en contenedores. Los países que más crecen son China e India.

### 3.3.5. Zona de influencia del puerto

La tabla siguiente muestra el foreland o zona de origen/destino de los productos procedentes del área de influencia del puerto; figuran los 10 países de destino más destacados en 2015.

País	Millones T.	%
Reino Unido	4,5	14
Estados Unidos	2,9	9
México	2,3	7
Rusia	1,9	6
España	1,6	5
Holanda	1,3	4
China	1,3	4
Nigeria	1,3	4
Angola	1,3	4
Colombia	1,0	3
Total	19,4	60

Tabla 4: Foreland Puerto de Bilbao. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao

Las empresas locales, para las que el puerto es un elemento básico en su desarrollo, se sitúan en diversos sectores entre los que destacan por su importancia los energéticos, siderometalúrgicos, químicos, materiales de construcción, agroalimentario y navales (construcción y reparación de buques). El sector de mayor importancia es el energético, con un total de 17,0 Millones de Toneladas movidas por el puerto. Destacan el crudo de petróleo para la refinería de Petronor, el gas natural licuado (GNL) para la empresa receptora y distribuidora Bilbao Bizkaia Gas, y los productos refinados de petróleo para empresas de distribución con base en el puerto.

También el sector siderúrgico tiene gran importancia, con la manipulación de 3,7 millones de toneladas, de ellas 3 millones de productos terminados para empresas de importación y exportación.

<sup>3</sup> TEU (Twenty-foot Equivalent Unit): Un TEU es la capacidad de carga de un contenedor normalizado de 20 pies. Sus dimensiones exteriores son 6.1m de largo por 2.4m de ancho por 2.6m de altura.



El sector químico alcanza 1,6 Millón de toneladas para diversas compañías distribuidoras.

El sector de materiales de construcción mueve 1,2 millones de toneladas.

El sector agroalimentario tiene gran importancia, con un total de 2,1 millones de toneladas, y destaca el tráfico de 1 millón de toneladas de habas de soja para una molturadora situada en el puerto.

Sectores Servidos (Millones Toneladas)		
<b>Energético</b>	Petróleo	17,0
	Productos Refinados	10,0
	Otros productos petrolíferos	4,5
	Gas Natural	0,8
<b>Siderúrgico</b>		1,7
	Chatarra	3,7
	Productos siderúrgicos	0,8
<b>Químico</b>		3,0
<b>Mat. Construcción</b>		1,6
<b>Agroalimentario</b>		1,2
	Habas de soja	2,1
	Vinos Bebidas Alcohólicas	1,0
	Otros	0,6
<b>Papel y pasta</b>		0,5
<b>Maquinaria</b>		0,6
<b>Automóviles</b>		0,3
<b>Resto</b>		5,4
<b>TOTAL</b>		<b>32,4</b>

Tabla 5: Principales mercados servidos. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao

Con un crecimiento del 11% y una cuota de mercado del 46%, Europa Atlántica se afianza como el principal mercado del Puerto de Bilbao. Reino Unido, con casi 4 millones de toneladas, es el principal país de origen y destino, donde Bilbao es líder dentro de los puertos estatales. Como segundo país se sitúa Rusia, seguido de Holanda-Países Bajos, Francia, Bélgica y Noruega. Los países que más crecen son Rusia, Francia y Alemania.

El segundo gran mercado del Puerto es América Atlántico norte, que supone el 16% de su tráfico; seguido de Asia Pacífico (6%), América Atlántico sur (6%) y Asia Índico (otro 6%). Por continentes, América representa el 29%, Asia el 13% y África el 9%. En total, los mercados transoceánicos suman el 54%. Los que más crecen son Asia Índico (+38%) y África Mediterránea (+21%).

### 3.3.6. Impacto económico y social

El puerto de Bilbao es un elemento fundamental para el comercio exterior del País Vasco y de su zona de influencia, al ser una de las principales puertas para la



internacionalización de sus empresas. Sólo para la comunidad autónoma vasca, el 49% de las toneladas exportadas y el 80% de las toneladas importadas utilizan esta dársena. Las exportaciones/importaciones realizadas por esta Comunidad Autónoma a través de sus muelles alcanzaron los 13.162 millones de euros en 2015.

Desde un punto de vista social, el puerto es entendido como una empresa integrada de servicios, compuesta por administraciones públicas y empresas privadas. Los estudios de impacto económico definen cuál es la participación del puerto en la actividad general de una provincia, una región o un país. Los indicadores básicos del impacto socioeconómico se refieren a la generación de empleos y al Valor Añadido Bruto en comparación con los valores totales de la provincia, región o país.

El cuadro adjunto muestra el número de empleos y el PIB generados, según el último estudio de impacto realizado en 2010. Como complemento, y para apreciar la importancia de la actividad del Puerto de Bilbao en su conjunto, se señala la proporción de empleos y PIB del puerto comparados con los de Bizkaia y los del País Vasco.

	Directos	Indirectos	Inducidos	Total Puerto	% Bizkaia	% P.Vasco
Empleos	5.100	4.300	3.100	12.500	2,37	1,22
PIB Millones €	216,6	213,9	134,2	564,7	1,63	0,83

*Tabla 6: Impacto socioeconómico del Puerto. Fuente: Memoria de Sostenibilidad AP Bilbao*

### 3.4.PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO

#### 3.4.1. Antecedentes

En 1990, se redactó el Proyecto de Ampliación del Puerto de Bilbao, cuyo alcance contemplaba la creación de una gran dársena abrigada por el Dique de Zierbena y el Contradique de Santurce destinada a albergar explanadas portuarias. La primera fase de dichas obras comenzó en 1992 y fue inaugurada siete años más tarde con la entrada en servicio del Muelle A-1.

Desde entonces, las proyecciones favorables de aumento del tráfico de mercancías, unidas a la necesidad de ampliar las superficies portuarias en el Abra debido a la desafectación de las zonas portuarias situadas aguas arriba de la Ría, impulsaron el desarrollo de más obras de ampliación. Se ejecutaron dentro de la dársena de la Ampliación los proyectos del Muelle A-2, Muelle A-3, Muelle AZ-1, Muelle AZ-3 y Muelle AZ-2. Así, el proyecto del Espigón Central constituye la culminación de las obras de ampliación en el Abra Exterior. Fue en abril del año 2012 cuando se redactó el Proyecto del Espigón Central de la Ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior, muelles A-4, A-5 y A-6.



*Ilustración 10: Proyecto del Espigón Central. Fuente: AP Bilbao*

### 3.4.2. Proyecto de ampliación del Espigón Central

El proyecto del Espigón Central es una obra estratégica para el Puerto de Bilbao, cuya ejecución le permitirá mantener su posición de puerto de referencia en el Cantábrico y, consecuentemente, la generación de riqueza y empleo para la comunidad autónoma vasca como gran polo comercial e industrial.

El nuevo muelle previsto, se ha denominado Espigón Central por su ubicación dentro de la gran dársena abrigada; y supondrá su total aprovechamiento. Actualmente, según datos de la Autoridad Portuaria, la tasa de ocupación de suelo portuario es cercana al 80%. El incremento previsto de los tráficos para los próximos años y la demanda continua de suelo portuario hace prever que, si no se generase nuevo suelo, en 2022 se llegue al techo de su capacidad. Así, con la construcción del nuevo muelle, se ganará terreno útil que evitará la pérdida de oportunidades y la fuga de empresas que necesitan asentarse en grandes enclaves portuarios para reducir costes logísticos o porque su producción no pueda ser transportada por carretera. La Autoridad Portuaria prevé que el espacio ganado sea utilizado para acoger mercancía general convencional y contenerizada, y a su vez posibles tráficos nuevos. Todo ello generará a largo plazo un incremento de 2.2 millones de toneladas anuales de mercancía general convencional y 488.000 contenedores.

El Espigón Central estará constituido en su fase final por tres muelles perimetrales A-4, A-5, y A-6; ocupando parte del espejo de agua de la dársena. De esta manera se trata de aprovechar lo mejor posible el espacio abrigado disponible sin comprometer la operatividad y explotación de los muelles adyacentes. Tanto la configuración en planta del espigón, como la sección tipo y definición de las fases de construcción, necesitarán de un análisis de alternativas que ayude a seleccionar la solución más adecuada.

### 3.4.3. Objetivos del Proyecto

El nuevo proyecto del Espigón Central con 600.000 m<sup>2</sup> de superficie total, aumentará la capacidad del puerto de manera notable, con vistas a evitar su colapso en los años que siguen y así evitar la pérdida de oportunidades de negocio. Con estos antecedentes se plantea la necesidad de ampliar las instalaciones dedicadas al tráfico de mercancía general convencional y contenedores. Ello lleva asociado unas actuaciones en infraestructura (explanada, muelle) y superestructura (equipamiento).

A nivel cualitativo el principal objetivo del proyecto es conseguir una reducción de la congestión para el tráfico actual de los dos tipos de mercancías citados, así como



permitir la operación de mayores volúmenes de tráfico. Así mismo, se identifican una serie de objetivos adicionales y relacionados con el objetivo principal:

- Aumento de la capacidad de las infraestructuras portuarias ligadas al tráfico de contenedores y mercancía general convencional.
- Mejora de la calidad del servicio a través de la reducción de tiempos de espera de los buques.
- Impulso a la industria y al consumo en el área de influencia a través de una mejora en las condiciones de transporte.
- Mejora de las condiciones logísticas para los cargadores del perímetro del proyecto.

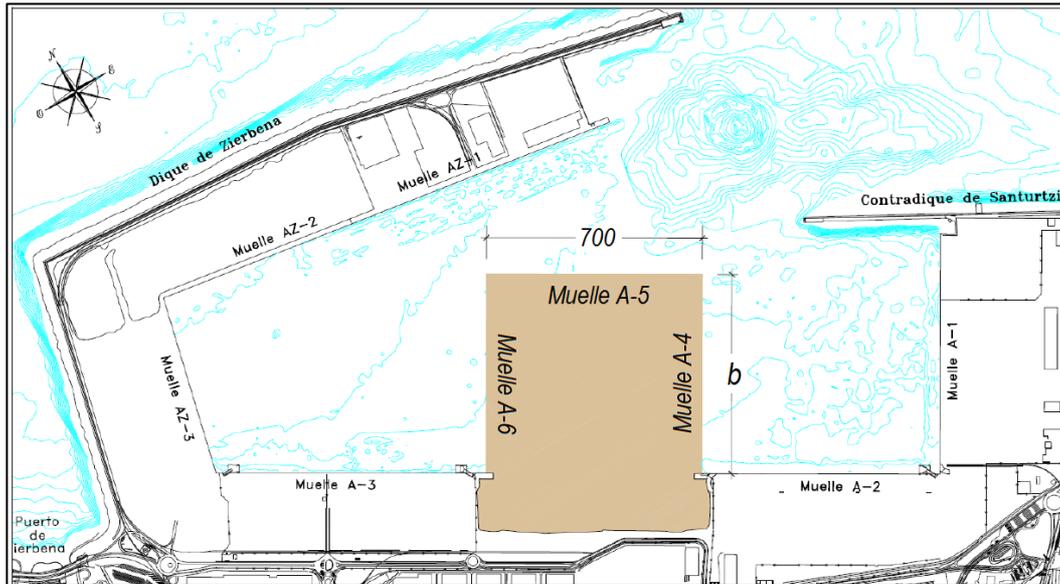
A nivel cuantitativo, como ya se ha presentado, el principal objetivo es aumentar la capacidad de las instalaciones del puerto para poder gestionar 2.2 millones de toneladas anuales de mercancía convencional y 488.000 contenedores, con unos niveles de servicio adecuados que permitan soportar el aumento del tráfico previsto en el puerto en los próximos años.

### 3.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Al tratarse de la última fase del proyecto global de ampliación del puerto, la única posibilidad real de emplazamiento reside en la implantación de una explanada que proporcione continuidad entre los muelles A-2 y A-3 existentes. Fijada su ubicación, las variantes a estudiar para lograr mantener los objetivos de capacidad sin comprometer la operatividad del tráfico existente, se basan en el análisis de la configuración en planta, de la sección tipo óptima y de las fases de construcción.

#### 3.5.1. Alternativas de la configuración en planta

La configuración en planta del Espigón Central se ha analizado buscando un doble objetivo. Por un lado, la infraestructura debe aportar extensas y adecuadas superficies en tierra para el uso comercial previsto y, al mismo tiempo, debe garantizar el espacio necesario de lámina de agua para la correcta maniobrabilidad de los buques dentro de la dársena. De este modo, se evalúan tres alternativas en forma de paralelogramo, variando la longitud “b” tal y como se puede ver en la imagen siguiente:



*Ilustración 11: Alternativas geométricas en planta. Fuente: AP Bilbao*

Las alternativas analizadas presentan todas ellas un ancho de 700 metros y la longitud “b” variable entre los 600, 650 y 700 metros. De esta forma la diferencia entre las tres alternativas reside en la distancia de paso para los diques entre la esquina NW del espigón y el muelle AZ-1, y la esquina NE y el morro del contradique de Santurce.

Así bajo estas premisas, consultores externos a la Autoridad Portuaria, han llevado a cabo estudios y simulaciones con el fin de evaluar la maniobrabilidad de entrada y salida de los buques desde cada muelle en el interior de la dársena con el espigón ya construido. Por ello y atendiendo a los criterios expuestos, la solución retenida como óptima es la que presenta 650 metros de longitud para la dimensión “b”. Ésta, da lugar a una estructura portuaria versátil y funcional ya que es compatible no sólo con los buques empleados actualmente en la explotación del Puerto, sino que también lo sería con buques de grandes dimensiones tipo Post-Panamax que puedan operar en el futuro teniendo en cuenta la tendencia de crecimiento del tamaño de los nuevos buques portacontenedores.

### 3.5.2. Alternativas de la sección tipo de muelle

Para la selección del tipo de muelle a utilizar, se realizaron modelos para el estudio de la agitación en la dársena de ampliación. Gracias a dichas simulaciones se pudo comprobar que la adopción de una sección tipo de muelle parcialmente disipativa mejoraba notablemente los índices de agitación de toda la zona abrigada.

Teniendo en cuenta lo anterior se encargó a un consultor externo un estudio sobre el diseño de los muelles del Espigón Central que evaluara posibles tipologías estructurales de muelle encaminadas a disipar parte de la energía del oleaje incidente.

De entre todas las alternativas estudiadas, cabe destacar las dos alternativas siguientes, ambas basadas en el empleo de cajones prefabricados de hormigón armado:

- **Alternativa 1**

Se basa en el empleo de cajones prefabricados de gran eslora colocados a tizón de forma alternada con zonas en talud. La plataforma entre cajones contiguos estaría conformada por vigas o losas armadas.

El efecto amortiguador reside en el comportamiento de cada abertura entre cajones como una cámara de atenuación de gran anchura rellena a su vez de escollera con un talud de suave pendiente. Con esta configuración se extendería el rango de eficacia tanto a los periodos largos como cortos.

El diseño estructural del cajón tipo no tiene peculiaridades especiales salvo la conveniencia de ampliar el grosor de las paredes exteriores laterales que van a estar sometidas al impacto de las olas y extender la anchura de su solera hasta la alineación marcada por el extremo de sus tetones.



*Ilustración 12: Planta (abajo izquierda), Alzado (arriba izquierda) y Sección (arriba derecha).  
Fuente: AP Bilbao*

- **Alternativa 2**

Esta solución está constituida por cajones anti reflejantes dotados de cámaras de disipación a lo largo de sus celdas interiores. Estas cámaras de disipación se extienden a toda la manga del cajón, pudiendo presentar diversas configuraciones internas.





- **Tipología seleccionada**

Cada una de las tipologías de muelles propuestas, se ha estudiado mediante modelos numéricos de agitación para diferentes grados de reflexión en los paramentos.

Los resultados de este estudio concluyen en que la construcción del Espigón Central reduce en todos los casos analizados la agitación en la subdársena Oeste. En los muelles de la subdársena Este la influencia de la obra es poco significativa. A su vez, estos análisis muestran que la reducción en la capacidad reflejante de los muelles (95% → 80% → 60%) no se traduce, en términos generales, en una mejora apreciable de los niveles de agitación. Por consiguiente, será suficiente exigir a la tipología estructural del muelle un coeficiente de reflexión del 95% o menos.

A la vista de estos resultados, se ha optado por diseñar el muelle con una tipología de paramento vertical convencional conformado por cajones multicelulares de hormigón armado, semejantes a los dispuestos en el resto de los muelles de la Ampliación ejecutados. Esta solución, además de adaptarse perfectamente a las condiciones de calado y a los usos de la explanada, conlleva un ahorro económico significativo frente a las soluciones parcialmente disipativas descritas anteriormente.

### 3.5.3. Alternativas ejecución por fases

Siguiendo criterios de racionalización de la inversión se ha decidido ejecutar la obra del Espigón Central por fases. Se han evaluado distintas opciones de ejecución para el proyecto, seleccionándose aquélla que reúne las mejores condiciones funcionales y económicas.

Las diferentes alternativas de ejecución de la obra analizadas varían con la finalidad de extender el coste de la obra en el tiempo y poder iniciar su explotación con lo antes posible:

- **Alternativa 1**

En esta alternativa en la 1ª fase de la construcción, se ejecutarían todos los cajones (43 unidades) con su dragado previo y se rellenaría aproximadamente la mitad Oeste de la explanada, dejando la otra mitad de los rellenos para una fase posterior. En la 2ª fase se terminaría de colocar el pedraplén y filtro de los cajones exentos y se rellenaría la otra mitad de explanada.

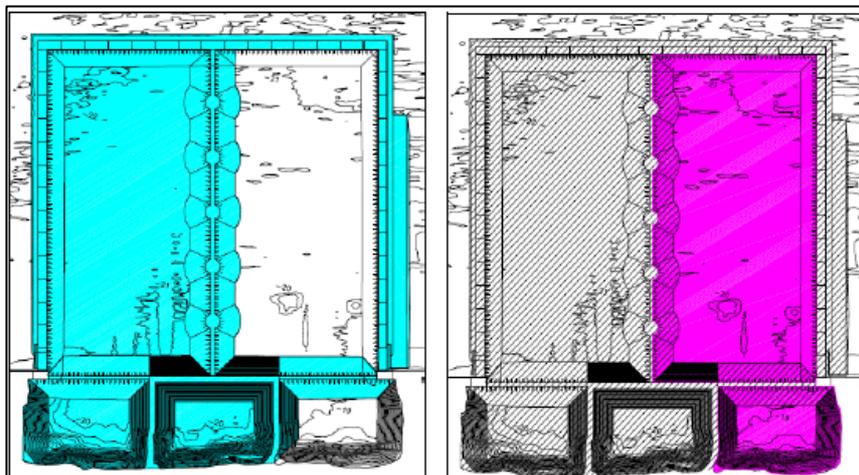
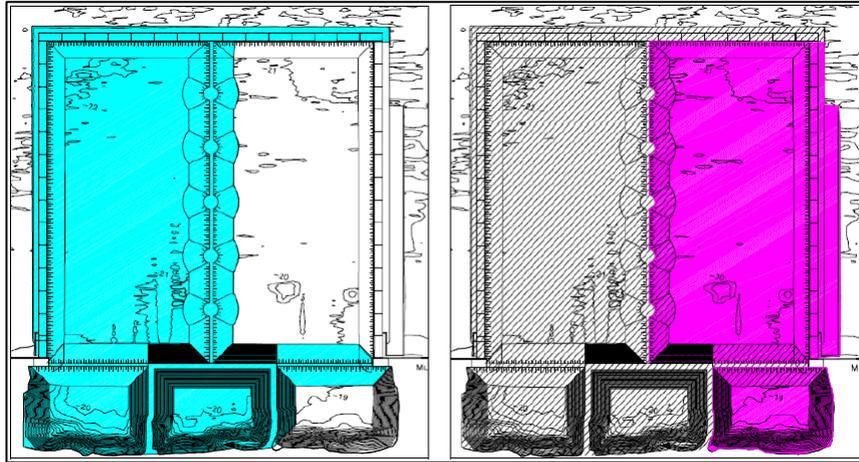


Ilustración 15: Fases de la alternativa 1. Fuente: AP Bilbao

- **Alternativa 2**

La Alternativa 2 se desarrolla también en dos fases. Básicamente mantiene la esencia de la Alternativa 2 pero, en vez de ejecutarse todos los cajones en la 1ª fase, sólo se realizarían los de los Muelles A-5 y A-6 (29 unidades) así como el arranque del Muelle A-4 (2 unidades) para contener los derrames de la mota de todo-uno, dejando los restantes para la 2ª fase. Se rellenaría también la mitad Oeste de la explanada.

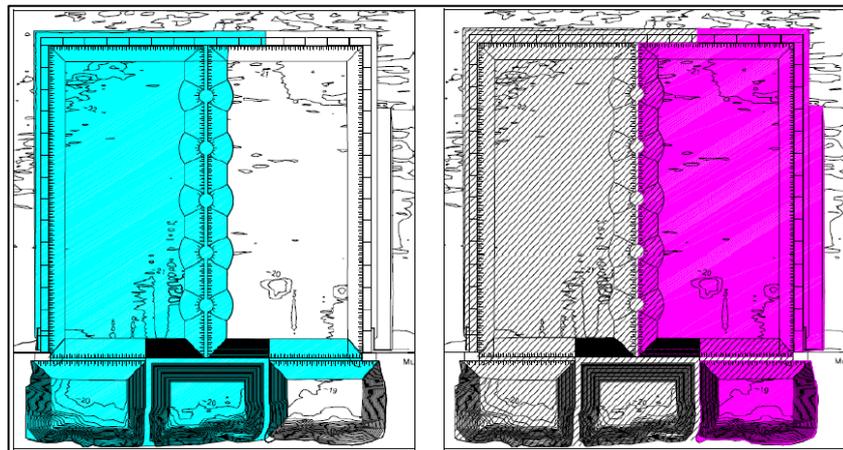


*Ilustración 16: Fases de la alternativa 2. Fuente: AP Bilbao*

En la 2ª fase se realizarían los cajones restantes, se trasdosarían y se rellenaría la otra mitad de explanada.

- **Alternativa 3**

La Alternativa 3 se subdivide en dos fases. Es similar a las alternativas previas, salvo por el hecho de que se reduce el número de cajones a ejecutar en la 1ª fase al mínimo necesario para sostener los rellenos que conforman la mitad Oeste del Espigón (26 cajones). De esta manera, se realizarían en esta 1ª fase los cajones del Muelle A-6 (14 unidades), un poco más de la mitad del Muelle A-5 (10 unidades) y el arranque del Muelle A-4 para contener los derrames de la mota de todo-uno (2 unidades).



*Ilustración 17: Fases de la alternativa 3. Fuente: AP Bilbao*

En la 2ª fase se realizarían los cajones restantes, se trasdosarían y se rellenaría la otra mitad de explanada.



- **Tipología seleccionada**

Teniendo en cuenta los esfuerzos inversores que requieren a lo largo del tiempo las alternativas mencionadas, así como la capacidad de generación de tráfico y, por tanto, de aumento del almacenamiento de mercancías en cada una de sus fases, se concluye que la Alternativa 3 es la solución idónea desde un punto de vista de rentabilidad económico-financiera y funcional.

### **3.5.4. Conclusiones**

La solución finalmente adoptada para el proyecto del Espigón Central de la Ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior consiste en una explanada de planta rectangular de dimensiones 694 m x 665 m y una sección tipo de muelle vertical convencional formada por cajones multicelulares de hormigón armado.

Estas longitudes de muelle son múltiplos de la eslora y manga del cajón ya que son el resultado de disponer los cajones de proyecto, uno a continuación del otro, a lo largo de las alineaciones que conforman el Espigón Central. El cajón tipo empleado tiene 46,12 metros de eslora, 17,16 metros de manga en fuste y 24,00 metros de puntal.

### **3.6. DEFINICIÓN DEL PROYECTO**

Desde el punto de vista geográfico, el emplazamiento elegido constituye el único espacio que queda actualmente disponible en el marco de la Ampliación que el Puerto de Bilbao ha llevado a cabo desde los años 90.

El nuevo espigón Central estará constituido por tres muelles perimetrales (Muelles A-4, A-5 y A-6), ocupando parte del espejo de agua de la dársena y tendrá una superficie total de 600.000 m<sup>2</sup>. De esta manera se trata de aprovechar lo mejor posible el espacio abrigado disponible sin comprometer la operatividad y explotación de los muelles contiguos.

Tras el análisis de alternativas expuesto en los apartados previos, la variante seleccionada se trata de un muelle de planta rectangular de dimensiones 694 m x 665 m y una sección tipo de muelle vertical convencional formada por cajones multicelulares de hormigón armado. Siguiendo criterios de racionalización de la inversión se ha decidido acometer esta gran infraestructura en dos fases, de manera que se construye en primer lugar a mitad oeste del espigón y posteriormente la zona restante. Mediante esta faseificación se logra por un lado poder comenzar la explotación de la infraestructura antes de haber sido concluida en su totalidad, y por otro realizar el desembolso económico de forma más repartida en el tiempo. Actualmente únicamente se ha licitado y han iniciado las obras de la primera fase de la ampliación.

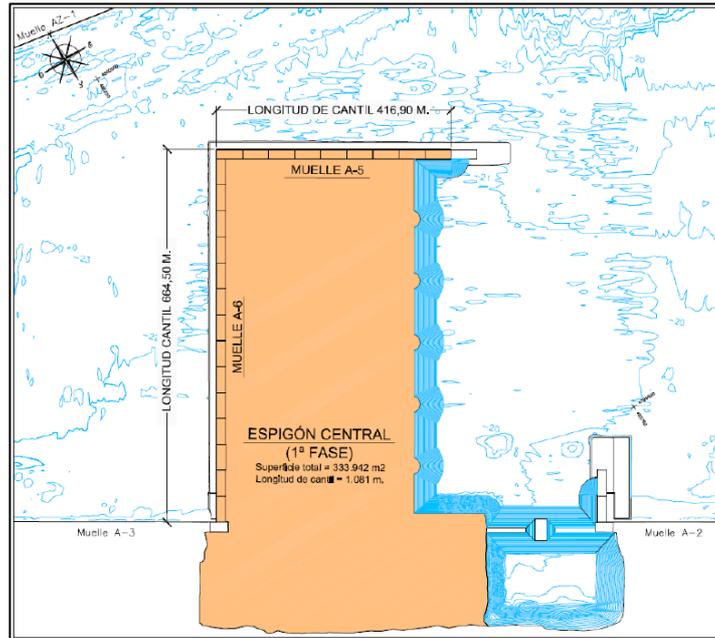


Ilustración 18: 1ª Fase de Ampliación Espigón Central. Fuente: AP Bilbao

En cuanto a la tipología de los muelles, se ha escogido una solución de paramento vertical formado por cajones convencionales de hormigón armado. La geometría del cajón tipo de proyecto presenta una eslora de 46,12 m, una manga entre fustes de 17,16 m y un puntal de 24 m. El fondeo del cajón será a la cota  $-21$  m lo que proporciona un calado al muelle que le permitirá acoger buques de gran capacidad de carga.

La construcción del nuevo espigón central está prevista para acoger mercancía general convencional y mercancía contenerizada, y así descongestionar el estado actual del puerto. El coste total de dichas obras es de 170 millones de euros, de los cuales el 60% corresponderían a la realización de la primera fase y el 40% restante a la última fase de la inversión. A su vez el 20% del coste total de la inversión del proyecto estará subvencionado por la Comisión Europea. El plazo total de ejecución es de 55 meses, repartidos en 39 meses para la primera fase y 16 para la segunda. En este momento, únicamente se ha otorgado la construcción de la primera fase, cuyo plazo de ejecución de 39 meses empieza a contar desde el momento de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo en junio del 2016.

### 3.6.1. Cálculo de la capacidad del puerto

Antes de proceder a realizar las proyecciones de crecimiento de la demanda, es necesario conocer la capacidad de las diferentes terminales del puerto, entendida esta misma como el volumen de carga que puede ser manipulada en dicha terminal a lo largo de un año. Así, el valor de la capacidad máxima viene limitada por las infraestructuras portuarias, instalaciones, equipos y recursos humanos existentes en el puerto y a disposición de la terminal. Más concretamente los factores que influyen en la capacidad de la terminal son:

1. La capacidad de las líneas de atraque.
2. La capacidad de carga y descarga.
3. La capacidad de almacenamiento.



Dado que cada uno de esos factores limitará la capacidad de la terminal en mayor o menor medida, existirá uno de ellos que determinará la capacidad final de la terminal. Dicho factor limitante será el que presente una menor capacidad y será diferente para cada terminal.

En el caso del puerto de Bilbao, el factor limitante que va a marcar la capacidad de los diferentes muelles se trata de la capacidad de almacenamiento en puerto; definida como el volumen máximo de mercancía capaz de depositarse y almacenarse en el interior de la terminal a lo largo de un año. Dicha afirmación puede hacerse a partir de los datos recogidos de la experiencia de las empresas concesionarias del puerto y de la Autoridad Portuaria bilbaína. Ambos agentes argumentan esta teoría en base al tamaño de los buques recibidos en puerto, ya que, al no poseer un tamaño muy grande dentro del espectro de buques existentes en la actualidad, ni la longitud de la línea de atraque, ni la capacidad de carga y descarga serán los eslabones limitantes en la cadena de transporte. A su vez se puede corroborar dicha teoría a partir de las siguientes estadísticas encontradas en el Balance anual del año 2015 de la Autoridad Portuaria, en referencia al tipo de barcos que pasan por el puerto atendiendo a su volumen o “Gross Tonnage”:

DISTRIBUCIÓN POR TONELAJE / DISTRIBUTION BY TONNAGE							
	TOTAL	HASTA 3.000 G.T. UP TO 3,000 G.T.	DE 3.001 A 5.000 G.T. FROM 3,001 TO TO 5,000 G.T.	DE 5.001 A 10.000 G.T. FROM 5,001 TO TO 10,000 G.T.	DE 10.001 A 25.000 G.T. FROM 10,001 TO TO 25,000 G.T.	DE 25.001 A 50.000 G.T. FROM 25,001 TO TO 50,000 G.T.	MÁS DE 50.001 G.T. MORE THAN 50,001 G.T.
<b>ESPAÑOLES / SPANISH</b>							
Número / Number	63	32	11	2	10	2	6
G.T. / G.T.	964.570	69.906	42.071	14.512	221.136	59.749	557.196
<b>EXTRANJEROS / FOREIGN</b>							
Número / Number	2.753	507	365	985	372	362	162
G.T. / G.T.	41.802.364	1.219.708	1.427.107	7.730.266	6.254.411	11.779.039	13.391.833
<b>TOTAL / TOTAL</b>							
Número / Number	2.816	539	376	987	382	364	168
G.T. / G.T.	42.766.934	1.289.614	1.469.178	7.744.778	6.475.547	11.838.788	13.949.029
<b>PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL % / PERCENTAGE ON THE TOTAL %</b>							
Número / Number	100	19,14	13,35	35,05	13,57	12,93	5,97
G.T. / G.T.	100	3,02	3,44	18,11	15,14	27,68	32,62

Ilustración 19: Porcentaje de buques en función de su tamaño (Año 2015). Fuente: Informe Anual 2015 de la AP Bilbao

Una vez el factor limitante en términos de capacidad para el puerto ha sido determinado, se debe proceder a calcular su valor para cada tipo de mercancía afectada por el proyecto de ampliación, y a su vez conocer la capacidad adicional que será capaz de depositarse en los 600.000 m<sup>2</sup> ganados gracias al nuevo espigón.

- Capacidad para la Mercancía General Convencional (M.G.C):

El puerto de Bilbao dispone de una serie de muelles previstos para albergar la mercancía convencional. Éstos son: AZ-3, A-3, Nemar, Princesa de España y Adosado, y Príncipe de Asturias, Reina Victoria Eugenia y Bizkaia. Se procede así al cálculo de la capacidad de almacenamiento disponible en el puerto sin el Espigón central:

- Superficie de almacenaje: Las empresas encargadas de los servicios logísticos de la mercancía general convencional son Bergé Marítima, Servicios Logísticos Portuarios y Consignaciones Toro y Betolaza. Entre los tres operadores suman una superficie total de almacenaje<sup>4</sup>de 464.000 m<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> Superficie de almacenaje obtenida de la web de la Comunidad Portuaria Uniport Bilbao



- Tasa de ocupación de la mercancía: Los principales tipos de tráficos movidos son los productos siderúrgicos, maquinaria, eólicos, papel y pasta, automóviles y sus piezas. La tasa de ocupación de los mismo varía mucho de unos a otros, así pasará de los 0.6t/m<sup>2</sup> para los productos de mayor volumen y poco peso, como pueden ser las hélices de aerogeneradores, hasta las 2t/m<sup>2</sup> de los productos siderúrgicos. En consecuencia, fijaremos para el cálculo de la capacidad un valor intermedio de 1t/m<sup>2</sup>. Adicionalmente y por motivos de seguridad no se permite superar una tasa de ocupación del muelle superior al 75% de su capacidad total.



*Ilustración 20: Productos siderúrgicos y productos eólicos. Fuente: Bergé Marítima*

-El tiempo medio de estancia en puerto para la mercancía general convencional, según los datos recogidos por parte de la Autoridad Portuaria es de 30 días.

Con todos estos datos de entrada recogidos, se procede a calcular la capacidad anual de almacenamiento de M.G.C. en el puerto en cuestión:

$$\text{Capacidad} \left( \frac{t}{\text{año}} \right) = \frac{75\% * 365 \left( \frac{\text{días}}{\text{año}} \right) * S. \text{ Almacenaje} (m^2) * \text{Tasa Ocup.} \left( \frac{t}{m^2} \right)}{\text{T. medio estancia} (\text{días})}$$

$$\text{Capacidad} \left( \frac{t}{\text{año}} \right) = \frac{75\% * 365 \left( \frac{\text{días}}{\text{año}} \right) * (464.000 m^2) * \left( 1 \frac{t}{m^2} \right)}{(30 \text{ días})} = 4.234.000$$

Así, las arriba citadas terminales serán capaces de acoger 4.234.000 t/año de mercancía general convencional.

En base a las mismas hipótesis de funcionamiento y rendimiento, se procede a calcular las toneladas anuales adicionales que podrán ser almacenadas en el nuevo espigón central. Para ello se requiere conocer el valor de la superficie útil de la ampliación:

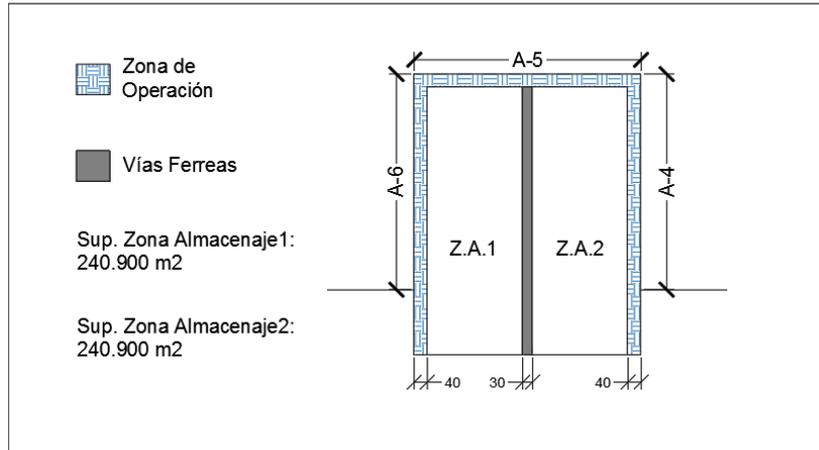


Ilustración 21: Repartición superficie Espigón Central. Fuente: Elaboración propia

La ilustración precedente muestra de manera sucinta la repartición de la superficie de la nueva terminal. En un primer momento se abrirá al tráfico la primera fase de la ampliación o Zona 1 y una vez la segunda fase de las obras sea concluida se pondrá a disposición de los operadores la Zona 2. En referencia a los accesos y zonas de operación, se la parte central del muelle albergará un apartadero ferroviario para facilitar la intermodalidad. Igualmente se dejarán unas áreas de carga y descarga de 40 metros de ancho a lo largo de todo el perímetro del muelle. Bajo estas hipótesis, se obtiene una superficie útil de almacenamiento de 481.800m<sup>2</sup>; la cual será utilizada en igual proporción para mercancía general convencional y contenedores. En caso de que las previsiones de tráfico varíen, cabría la opción de estudiar diferentes reparticiones del suelo de la terminal.

Con las hipótesis de explotación presentadas, y aplicando la fórmula arriba citada para el cálculo de la capacidad se obtiene un valor final para la mercancía convencional almacenada en el espigón central de 2.418.034 t/año.

- Capacidad para la Mercancía General Contenerizada (M.C):

Toda mercancía contenerizada que actualmente llega al puerto de Bilbao es depositada en las terminales A-1 y A-2, y gestionada por la empresa Noatum. La capacidad total de almacenaje<sup>5</sup> en dichos muelles es de 800.000 TEU/año. Conociendo el número de TEUs que llegan en un año al puerto y las toneladas totales de dichos TEUs, se obtiene la equivalencia media en toneladas para los contenedores transportados en Bilbao: 1TEU=11toneladas. Consecuentemente, la capacidad de almacenaje en unidades de peso es 8.800.000 t/año para una superficie de 395.136 m<sup>2</sup>.

Para el proyecto de ampliación, suponiendo que las condiciones de explotación y almacenamiento son iguales a las condiciones en los muelles A-1 y A-2, aplicaremos la misma tasa de ocupación al suelo portuario; así el espigón central con una superficie de 240.900m<sup>2</sup> proporcionará una capacidad adicional al puerto de 487.731 TEU/año, o 5.365.039 t/año.

Los resultados de capacidad de almacenaje calculados tanto para la mercancía general convencional como para la mercancía contenerizada se presentan en la siguiente tabla:

<sup>5</sup> Superficie de almacenaje obtenida de la web de la Comunidad Portuaria Uniport Bilbao



Capacidad	Mercancía General Convencional	Mercancía General Contenerizada
Muelles existentes	4.234.000 t/año	8.800.000 t/año
Espigón Central	2.198.213 t/año	5.365.039 t/año
Total	6.432.213 t/año	14.165.039 t/año

*Tabla 7: Capacidades totales del puerto según el tipo de mercancía.*

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6.2. Proyecciones de demanda

Una vez se conocen los valores de capacidad máxima que el puerto es capaz de albergar en condiciones de funcionamiento normal, resulta de elevada importancia realizar una adecuada caracterización de la demanda existente y una proyección de futuro lo más acertada posible. El análisis y previsión de la demanda influirá en la definición de obras y en sus correspondientes costes de inversión y afectará a la magnitud de los costes e ingresos operativos, por lo que resulta determinante para una correcta evaluación de la rentabilidad económica del proyecto de inversión.

El estudio de la demanda de la infraestructura deberá acotarse a aquella que se considere susceptible de ser afectada por el proyecto y acomodarse a una desagregación que permita estimar posteriormente y con facilidad los efectos económicos del mismo. En el caso de estudio actual, esta desagregación consistirá en diferenciar la mercancía general convencional y la mercancía general contenerizada, debido a que las nuevas instalaciones del espigón central han sido concebidas para albergar a estos dos tipos de mercancías.

Para comenzar con el análisis de las previsiones de crecimiento del tráfico, se han representado y analizado las evoluciones temporales de las dos siguientes series de datos:

- Tráfico de la mercancía general convencional y del tráfico contenerizado de todos los años disponibles (1962 y 2016).
- PIB Real España entre los años 1980 y 2016

En un primer lugar se comienza a analizar la evolución sufrida por el tráfico de ambos tipos de mercancías en la serie temporal disponible. Por un lado se aprecia que mientras que la mercancía convencional ha seguido una tendencia de crecimiento lenta y no muy pronunciada, la mercancía contenerizada desde su popularización en los años 70, ha crecido de forma muy significativa hasta el punto de superar y doblar en volumen de tráfico a la mercancía convencional. Cabe también resaltar, el fuerte impacto de la crisis europea de inicios del siglo XX en toda la actividad portuaria.

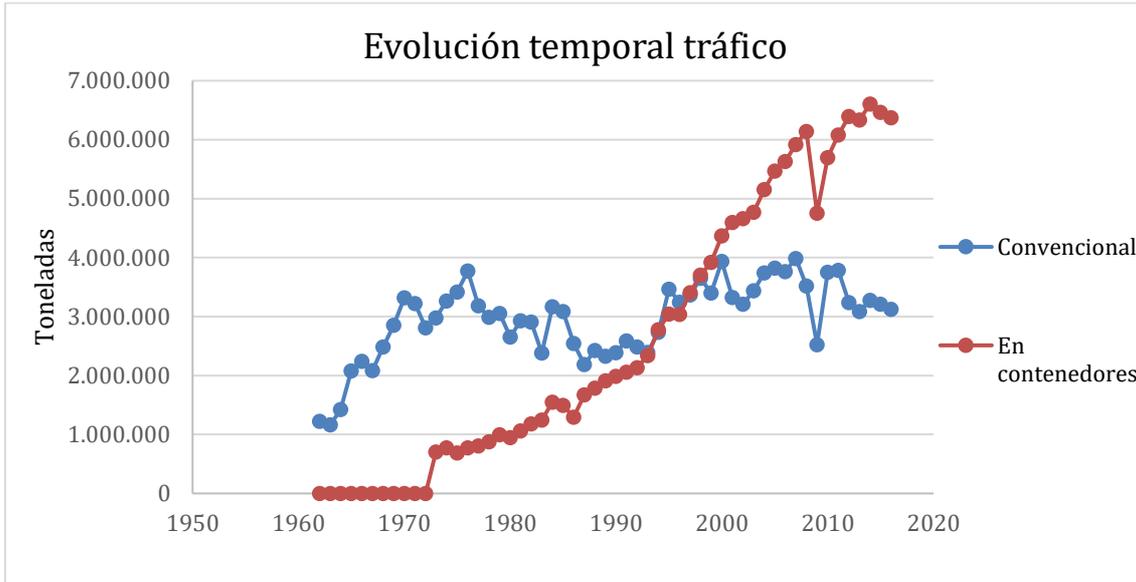


Gráfico 5: Evolución temporal tráfico. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el siguiente gráfico representa la evolución sobre el total de la mercancía general de ambos tipos de tráfico. Así, se puede apreciar como las tendencias de ambos tipos de mercancías son iversas y como la mercancía contenerizada desde su auge en los años 70, ha ido sustituyendo a la mercancía convencional en volumen total de tráfico en el puerto vasco. Sin embargo, esta tendencia parece haberse estabilizado en los ultimos años, en unas proporciones de tráfico del 66% para la mercancía contenerizada y el 34% restante para la mercancía general convencional.

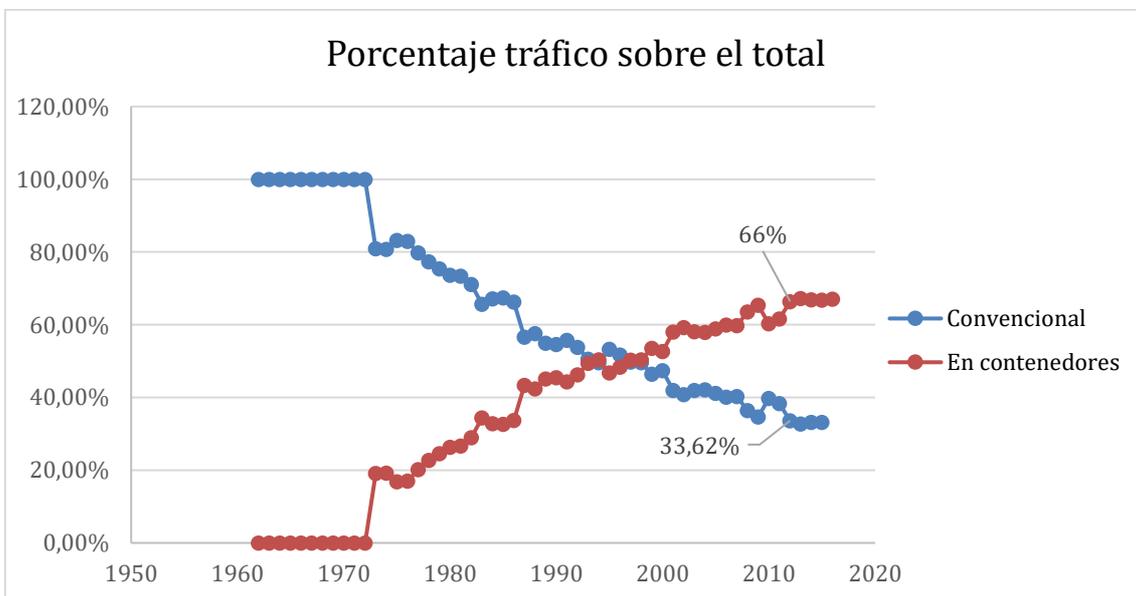


Gráfico 6: Porcentaje de las mercancías de estudio sobre el tráfico total. Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, es también de gran importancia seleccionar determinados parámetros socioeconómicos que pueda influir en las tendencias de comportamiento del tráfico portuario. En consecuencia, en este caso se ha decidido analizar la evolución sufrida por el PIB Real, y tratar de encontrar una posible relación entre esta evolución y el volumen de tráfico en el puerto. Para llevar a cabo este estudio se decide emplear el programa de análisis estadístico R. La metodología seguida ha sido la siguiente:



- 1) Representación gráfica de las variables tráfico y PIB real, con el fin de identificar de manera visual los parámetros entre los que pudiera existir cierto grado de correlación:

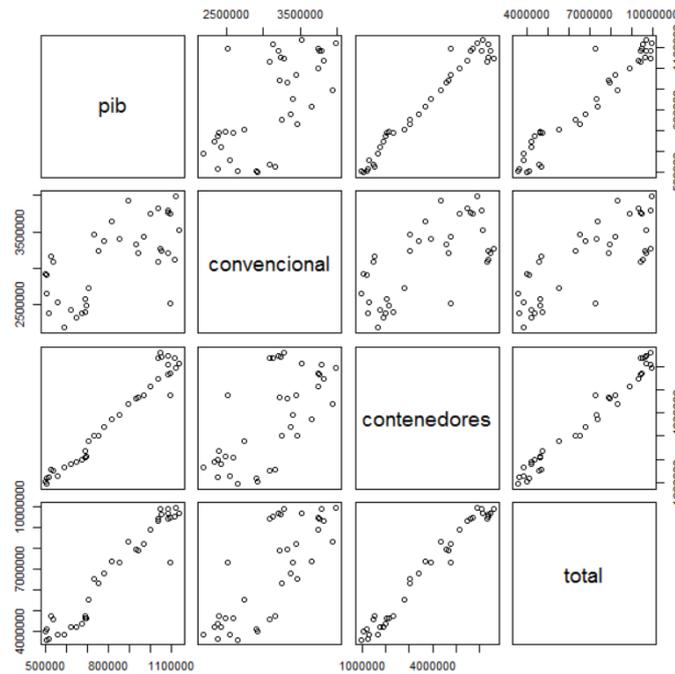


Gráfico 7: Representación gráfica variables para las proyecciones de crecimiento del tráfico.

Fuente: Elaboración propia en R

Estas gráficas permiten afirmar a simple vista la existencia de una gran correlación entre la evolución de tráfico contenerizado y el PIB real; sin embargo la relación parece muy débil entre la mercancía convencional y el PIB real.

- 2) Obtención de la matriz de la matriz de coeficientes de correlación, en la cual un factor de 1 indica la existencia de una correlación perfecta entre variables. En esta matriz, con un coeficiente de correlación de 0.98 confirmamos la teoría previamente enunciada sobre la gran relación existente entre mercancía contenerizada y PIB:

```
> cor(pib)
```

	pib	convencional	contenedores	total
pib	1.0000000	0.6516408	0.9787624	0.9625397
convencional	0.6516408	1.0000000	0.6786156	0.7904549
contenedores	0.9787624	0.6786156	1.0000000	0.9863072
total	0.9625397	0.7904549	0.9863072	1.0000000

- 3) El paso siguiente consiste en obtener la ecuación que marca la relación de mínimos cuadrados entre el tráfico de contenedores y el PIB, mediante R:



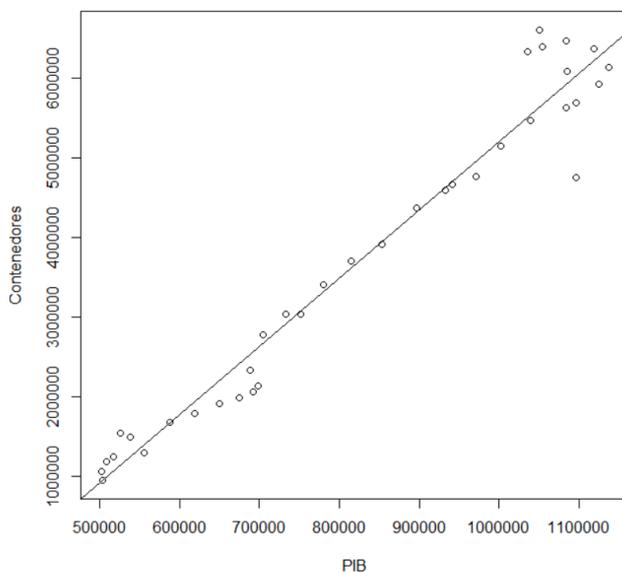
Relación entre tráfico de contenedores y PIB Real:

```
Call:
lm(formula = contenedores ~ pib, data = pib)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1263148 -193756  -27520   153422   980429

Coefficients:
            Estimate      Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3357873.4270    259540.0019   -12.94 6.74e-15 ***
pib           8.5557         0.3029    28.25 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 404400 on 35 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.958, Adjusted R-squared:  0.9568
F-statistic: 797.9 on 1 and 35 DF, p-value: < 2.2e-16
```



$$y = -3357873.4270 + 8.5557x$$

Gráfico 8: Relación entre el crecimiento del PIB y la Mercancía Contenerizada.  
Fuente: Elaboración propia mediante R

El coeficiente de determinación mide la bondad del ajuste:  $R^2=0.958$ , lo cual demuestra que el grado de correlación entre variables independientes es muy bueno. La ecuación que marcará el crecimiento del tráfico de contenedores durante los 30 años de vida útil del proyecto es la siguiente:

$$\text{Contenedores}(t) = -3357873.4270 + 8.5557 \cdot (\text{PIB Real España})$$

- 4) En lo que respecta a la mercancía general convencional, tanto la matriz de coeficientes de correlación como las representaciones gráficas confirman que no se puede establecer a través del valor del PIB real una tendencia de crecimiento. Sin embargo, como se mostró en la gráfica “Porcentaje de tráfico sobre el total”; tras el gran desarrollo sufrido por la carga contenerizada desde su aparición, dicha tendencia parece haberse estabilizado en unos ratios del 66% de mercancía contenerizada y en un 34% de mercancía general convencional. En consecuencia, se conservará esta proporción para una vez estimada la mercancía contenerizada mediante la relación lineal calculada, obtener las toneladas de mercancía convencional movidas anualmente en el Puerto.



- Previsión de crecimiento del PIB real

En el apartado precedente, se ha deducido que el crecimiento del número de contenedores que pasan por el puerto vasco depende en gran medida del comportamiento del PIB real. Como las proyecciones de demanda se hacen para el horizonte temporal de estudio de la inversión; en este caso 30 años, se necesita estimar los valores que tomará el PIB durante ese intervalo de tiempo.

A partir de los datos obtenidos del FMI, se representan las series de valores que dicho parámetro toma entre el año 1980 hasta las proyecciones para el año 2022, y se procede a analizarlas con la ayuda del siguiente gráfico. El PIB real no presenta un comportamiento regular, y en él se pueden apreciar sucesos significativos como por ejemplo periodos de recesión económica. Más concretamente, se distingue que una vez superada la última crisis económica cuyo momento crítico se dio en el año 2008, la tendencia de crecimiento anual parece estabilizarse en un valor en torno al 2.3%.

En consecuencia, supondremos como hipótesis un crecimiento anual del PIB real del 2.3% para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2022 y 2046.

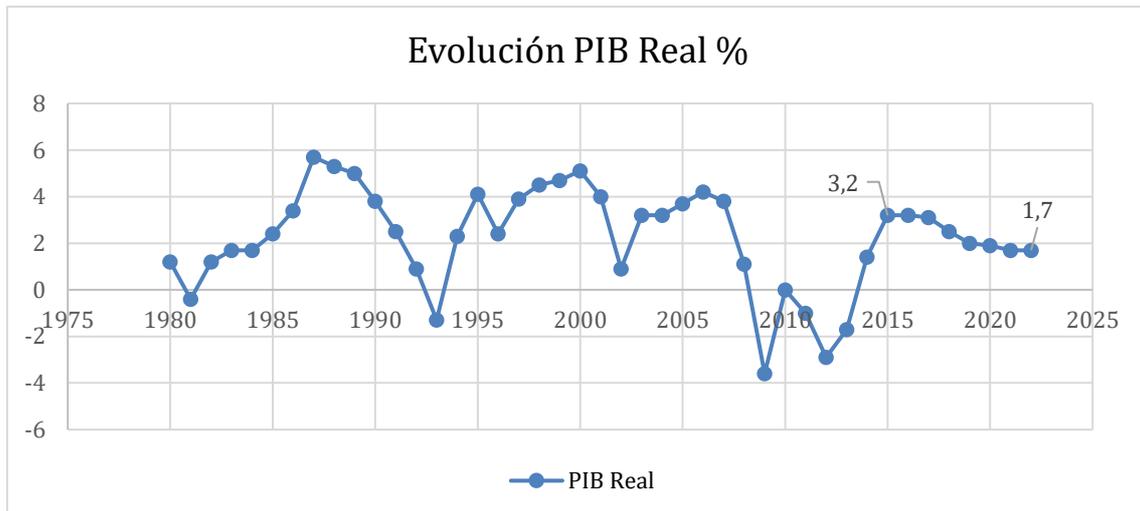


Gráfico 9: Evolución del PIB Real. Fuente: Elaboración propia

- Ejemplo de cálculo de la demanda para el Año 2023:

- Tráfico de Contenedores:

$$\text{Contenedores}(t) = -3357873.4270 + 8.5557 * (\text{PIB Real España})$$

*Pib Real España: PIB 2022(1+0.022)*

- Tráfico de mercancía general convencional:

$$\text{MGConvencional}(t) = (66/34) * \text{Contenedores}$$

- Congestión de la terminal de almacenamiento

En los casos en los que el volumen de tráfico que circula por el puerto se aproxime a la capacidad total de la terminal, es importante destacar el fenómeno de congestión que se producirá en los muelles afectados. Dicho fenómeno de saturación conllevará una pérdida de la calidad del servicio ofrecido, una pérdida en la



productividad y atractividad y con ello un menor volumen de tráfico recibido. En el estudio llevado a cabo y con las predicciones de crecimiento obtenidas, se podrán producir fenómenos de congestión tanto en el caso de no realización del espigón central como en el caso de realizarlo. En ambas situaciones este fenómeno provoca que en el momento en el que las toneladas de mercancías recibidas están próximas a la capacidad total, el puerto no es capaz de seguir creciendo al ritmo marcado y su crecimiento se verá acotado por el valor de saturación.

Por otro lado, el hecho de ampliar el puerto de mercancías podría incentivar un aumento en atractividad para la infraestructura y promover la llegada de un mayor número de mercancías o incluso nuevos tipos de tráfico. Este fenómeno, es muy difícil de cuantificar y de estimar, por lo que en este estudio se ha asumido que el Espigón Central no influye en las tendencias de crecimiento del tráfico, y que éstas se verán únicamente influenciadas por parámetros socioeconómicos.

- Presentación de Resultados

Una vez aplicadas todas las hipótesis expuestas, se obtienen los resultados para la proyección de la demanda. Dichas tablas se adjuntan en los anexos.

-Anexo 1: Proyección crecimiento demanda (2016-2046)

-Anexo 2: Valores retenidos crecimiento tráfico de Contenedores y mercancía general convencional, teniendo en cuenta los fenómenos de congestión del puerto.

- Caso SIN proyecto: Con los datos de crecimiento obtenidos y suponiendo fenómenos de pérdida de productividad en el puerto, la terminal de contenedores quedará saturada en el año 2024. Para la terminal de mercancía general convencional el puerto no podrá recibir más tráfico a partir del año 2022.

- En la situación CON proyecto y con las nuevas superficies de almacenajes ganadas, se consiguen aumentar en 5.365.039 toneladas la capacidad para contenedores, y en 2.198.213 toneladas la capacidad para la mercancía general convencional. Con ello, y bajo la hipótesis de que se respetan las predicciones de crecimiento, el puerto comenzará a estar saturado en 2043 para los contenedores y en 2038 para la mercancía convencional.



## 4. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

En este apartado, se proceden a detallar los pasos seguidos para la realización del análisis socioeconómico. Con este análisis se busca evaluar la rentabilidad económica del proyecto y determinar el grado de retorno de la inversión del proyecto para todos los agentes afectados, es decir, la idoneidad o admisibilidad del proyecto desde un punto de vista económico-social en vez de desde un punto de vista puramente monetario.

El resultado de esa evaluación se desprenderá del cálculo de la variación del excedente total del proyecto registrada para cada año del horizonte temporal. Se entiende por tal variación, la agregación de las correspondientes a todos los agentes afectados por el proyecto, y para obtener su valor es preciso calcular previamente todos los efectos. Las grandes etapas a seguir son las siguientes:

- Identificación de los agentes: Se entiende por agente aquel ente que recibe afectos derivados de la ejecución del proyecto, dentro del perímetro de afectación.
- Identificación de efectos: Descripción de todos los beneficios y costes que se espera que sean generados como consecuencia del proyecto.
- Cuantificación de efectos: Cuantificación en términos económicos de todos los efectos previamente identificados.
- Cálculo de la rentabilidad económica: Finalmente, con los efectos cuantificados, se agregarán los beneficios y costes y se calcularán ratios para medir la rentabilidad económica.

### 4.1. CONSIDERACIONES INICIALES

Tal y como se expuso en el apartado 2.7 referente a la metodología, antes de comenzar el análisis económico, se han de fijar una serie de hipótesis:

- Definición del horizonte temporal: El horizonte temporal del análisis es difícil de determinar con exactitud; conceptualmente, sería en ese momento cuando se puede dar por culminada la evaluación del proyecto y se podría comprobar si la inversión ha sido rentable. Para este estudio nos basaremos en las recomendaciones de la guía Meipor según la cual se ha de emplear un horizonte temporal igual a 30 años, contando desde el año de inicio de la construcción, es decir desde el 2016.
- Vida útil y valor residual de la inversión: El horizonte temporal de un proyecto de inversión no debe exceder nunca la vida económica útil de los activos resultantes. Así, en base a las recomendaciones de la ROM 0.2-90<sup>6</sup>, Tabla 2.2.1.1, en el caso de infraestructuras de carácter general con un nivel de seguridad 2, la vida útil del muelle de ampliación será de 50 años.

---

<sup>6</sup> ROM 0.2-90: Recomendaciones para obras marítimas: Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias



TABLA 2.2.1.1. VIDAS ÚTILES MÍNIMAS PARA OBRAS O INSTALACIONES DE CARÁCTER DEFINITIVO (en años)			
TIPO DE OBRA O INSTALACIÓN	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL	25	50	100
DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO	15	25	50

Gráfico 10: Vida útil instalaciones portuarias. Fuente: ROM 0.2-90

- Consideración de la inflación: La elaboración del análisis económico precisa de precios constantes, es decir precios fijos en función del año base 2016. No se considerará la inflación.
- Tasa de descuento económico: Este es el valor necesario para calcular los indicadores de rentabilidad, es decir es el valor al que se descuentan las variaciones totales del excedente, para referirlas al año base. Se considerará un valor de tasa social de descuento  $i_{\text{social}}$  de 3.5%, en línea con lo considerado tanto en la Guía Meipor como en la Guía para el Análisis Coste-Beneficio de Proyectos de Inversión de la Unión Europea para países competitivos de la Unión, entre los que se considera España.
- Consideración del IVA y de los impuestos: En general, todos los valores monetarios estimados en relación con los efectos económicos deben considerarse exentos del IVA. Esta recomendación obedece a la necesidad de evitar que se contabilicen valores económicos que no son generados por el proyecto, sino transferidos entre los diferentes agentes implicados.
- Enfoque diferencial de las previsiones: En la cuantificación de los beneficios y costes imputables a cada agente, deberá adoptarse un enfoque diferencial; así los efectos se evaluarán a través de las diferencias entre las situaciones con y sin proyecto. Es decir, la suma de excedentes que servirá como base para el cálculo de los indicadores será obtenida a partir de la agregación de las diferencias para cada agente y efecto, de las situaciones con y sin proyecto. Por ello, no se tendrán en cuenta los efectos que no varíen apreciablemente entre ambos escenarios.

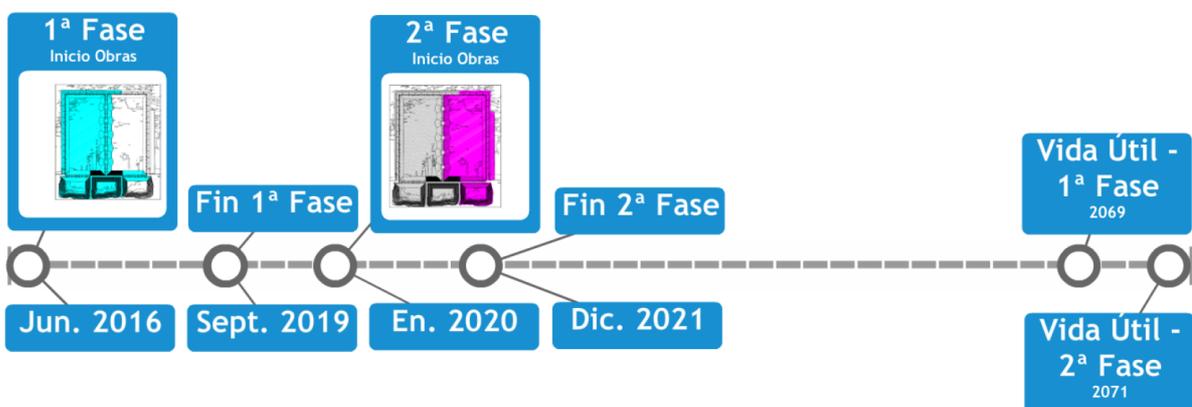


Ilustración 22: Cronología del proyecto. Fuente: Elaboración Propia



## 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES

El siguiente paso es identificar a los agentes que se ven afectados en alguna medida por el proyecto. Este aspecto es la base para posteriormente poder identificar y cuantificar los efectos económicos que genera el proyecto, ya que cada efecto va asociado a uno o varios agentes.

En general se entiende por agente, aquella entidad que recibe efectos derivados del desarrollo del proyecto en cuestión; más concretamente en el caso del estudio económico, éstos serán todos aquellos sobre los que recaen de forma significativa los efectos económico-sociales. Así se pueden identificar las siguientes categorías de agentes:

- **Autoridad Portuaria:** Es el agente que participa en la ejecución y controla la explotación del proyecto.
- **Clientes del servicio de transporte:** Son los demandantes de los desarrollos ligados al proyecto de inversión, en este caso del servicio de transporte.
- **Sociedad/colectividad:** Dentro de esta tipología, se engloban aquellos individuos que asumen beneficios o costes externos relacionados con las externalidades del proyecto.
- **Actividad Económica:** Se corresponde este nivel con agentes públicos que son afectados por una variación de la situación socioeconómica de base debido a la ejecución de la inversión.

## 4.3. CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS

### 4.3.1. Autoridad Portuaria

El agente principal a estudiar se trata de la Autoridad Portuaria, la cual será la encargada de realizar el desembolso para la inversión y así mismo será la principal afectada por la rentabilidad económica del proyecto. El estudio económico y la agregación de excedentes de este agente se encuentra desarrollado en el apartado 9 correspondiente a los Anexos.

- Inversión:

Las obras de ejecución del espigón central están valoradas en 170 millones de euros; de los cuales un 80% están financiadas con recursos propios de la Autoridad Portuaria y el 20% restante lo aportará la Comisión Europea al considerar la ampliación un proyecto estratégico.

Desglose de costes	
Movimiento de tierras:	106.200.000 €
Construcción y fondeo de cajones, y ejecución de superestructura:	48.400.000 €
Servicios afectados, prolongación red de pluviales existente:	9.600.000 €
Remates y acabados:	800.000 €



Gestión de residuos:	5.000.000 €
----------------------	-------------

Tabla 8: Distribución de los costes de inversión.  
Fuente: Proyecto constructivo Espigón Central

A su vez y debido a que el proyecto del espigón se va a construir en dos fases diferentes, el 60% del importe total se imputará a las obras de la primera fase, mientras que el 40% restante a la segunda fase:

Coste total Espigón Central		
	1ª Fase	2ª Fase
Autoridad Portuaria	81.600.000 €	54.400.000 €
Comisión Europea	20.400.000 €	13.600.000 €
TOTAL	102.000.000 €	68.000.000 €

Tabla 9: Repartición de los costes de inversión. Fuente: Elaboración propia

A la hora de repartir los costes en el tiempo, tanto para la Autoridad portuaria como para la Comisión Europea, se ha decidido asignar una cantidad mayor al primer año de la construcción, para poder hacer frente al mayor volumen de gastos que se puedan generar durante el comienzo de la construcción, y posteriormente se pasa a repartir el gasto sobrante linealmente a lo largo del resto de años de duración de las obras.

Inicio 1ª Fase			Fin 1ª Fase	Inicio 2ª Fase	Fin 2ª Fase
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
2016	2017	2018	2019	2020	2021
81,6M€ *(40%) 32.640.000 €	81,6M€ *(20%) 16.320.000 €	81,6M€ *(20%) 16.320.000 €	81,6 *(20%) 16.320.000 €	54,4M€ *(60%) 32.640.000 €	54.4M€ *(40%) 21.760.000 €

Tabla 10: Costes de inversión en el tiempo para la Autoridad Portuaria.  
Fuente: Elaboración Propia

- Ingresos de operación:

Los ingresos de operación son aquellas entradas de caja derivadas de la explotación del proyecto de inversión y que permiten compensar las salidas relacionadas con los costes de inversión y operación.

En el caso de la Autoridad Portuaria dichos ingresos anuales serán originados por la recaudación de tasas portuarias tanto a los buques como a las compañías operadoras del puerto, por las concesiones del dominio público portuario. Por ello, para su cálculo, se requiere de los datos de tráfico obtenidos a partir del estudio de proyección de demanda realizado para el horizonte temporal. Se distinguen los siguientes tipos de tasas:



	Concepto	Tasas	M.G. Convencional	M. Contenerizada
Tasas de utilización (BUQUES)	Utilización especial de las instalaciones portuarias	Tasa del buque	2,4 €/t	1,2 €/t
		Tasa del pasaje		
		Tasa Mercancía		
Tasas a Empresas Concesionarias	Ocupación privativa del dominio público portuario	Tasa de ocupación	9,97 €/m2*año	
	Ejercicio en el dominio portuario de actividades comerciales, y servicios	Tasa de actividad	2,99 €/m2*año	

Tabla 11: Tasa portuarias. Fuente: AP Bilbao

A partir de los precios presentados, las proyecciones de tráfico previamente calculadas y las superficies de almacenamiento disponible en el puerto, se calcularán los ingresos de operación anuales, con y sin proyecto.

- Costes de operación:

Los costes de operación vienen dados por aquellas salidas de caja en concepto de desembolsos regulares previstos por la Autoridad Portuaria para el correcto funcionamiento de la infraestructura resultante del proyecto de inversión.

Tal y como se ha indicado en el apartado de metodología, en este ejercicio de estimación de costes, se deberán determinar los costes de operación diferenciales entre el escenario con y sin proyecto. Los costes de operación se desagregarán en base a los siguientes conceptos:

- Costes de personal: fracción del coste total de operación que está relacionado con el coste de la mano de obra.
- Costes de energía: fracción del coste total de operación que está relacionado con el coste de la energía.
- Costes por otros conceptos: engloba al resto de conceptos de los costes de operación.

Para la estimación de estos costes se han empleado los datos obtenidos de las Cuentas de Resultados<sup>7</sup> del Puerto de Bilbao. De dichos resultados económicos se ha deducido una relación entre los costes de personal y los ingresos totales de operación, al observarse que los costes de personal suponen anualmente el 20% de los citados ingresos.

<sup>7</sup> Informes Anuales Bilbao Port (2010-2016), Autoridad Portuaria Bilbao



A partir de estos los costes ligados al personal y en base a las recomendaciones de la Guía Meipor 2016, se definen los porcentajes que representan cada uno de los conceptos sobre el coste total de operación, obteniéndose los siguientes resultados:

Costes de Personal	Costes de Energía	Costes por otros conceptos
60%	15%	25%

*Tabla 12: Repartición de los costes de operación en puertos.  
Fuente: Guía Meipor 2016*

Gracias a estas hipótesis se calculan los costes de operación anuales tanto para la alternativa con cómo sin proyecto. Los resultados se muestran en el anexo 9.

### 4.3.2. Clientes del servicio de transporte

La variación del coste generalizado de transporte se compone principalmente de dos factores:

- Variación del coste directo del transporte: es la variación del precio que pagan los clientes/usuarios a los prestadores de servicios de transporte entre las situaciones con y sin proyecto.
- Variación del tiempo: es la variación del tiempo que consumen los clientes del proyecto a lo largo de la cadena de transporte entre las situaciones con y sin proyecto. Para su consideración a efectos económicos, será necesario traducir la variación de tiempo a valores monetarios.

Antes de comenzar a calcular ambos costes y su influencia en el proyecto, se requiere introducir una serie de puntos clave para su desarrollo:

Tal y como se adelantó en apartados precedentes, la principal cuota de mercado según las zonas de origen y destino de las mercancías que pasan por el puerto vasco pertenece a Europa con un 46% del total, mientras que el volumen restante se reparte por el resto de continentes tal y como se expone en la gráfica siguiente:

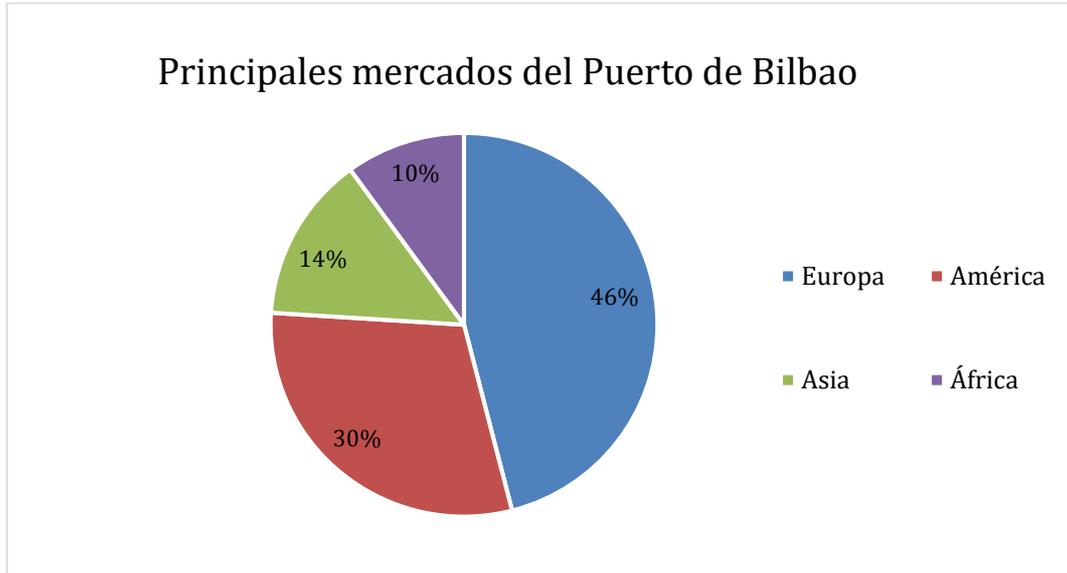


Gráfico 11: Principales mercados del Puerto de Bilbao. Fuente: Elaboración Propia

Para los cálculos que siguen las cuotas de mercado del puerto presentadas en el Gráfico se supondrá constantes 11 en las situaciones con y sin ampliación a lo largo del horizonte temporal.

Por otro lado, la realización del estudio diferencial con y sin proyecto, tanto para el Agente Cliente como para la Sociedad/Colectividad, se hace en base a las siguientes suposiciones:

- CON Proyecto: Gracias al proyecto de ampliación, el puerto será capaz de absorber las proyecciones de tráfico previstas hasta que se llegue a su capacidad máxima de almacenamiento. Es decir, en este caso el volumen total de las mercancías será transportada por barco.
- SIN Proyecto: El puerto es capaz de seguir absorbiendo tráfico hasta el momento de su saturación en los primeros años de la década de los 20. A partir de este momento, la mercancía que no pueda ser transportada desde el puerto de Bilbao podrá seguir dos rutas diferentes para llegar a su destino: Por un lado el tráfico que tenga como origen o destino el continente Europeo se trasladará por carretera en camiones y por otro lado la mercancía dirigida a mercados intercontinentales será transportada en barco, desde otros puertos del hinterland.

Para el cálculo final de los efectos sobre los clientes y la sociedad, se supondrá que la mercancía transportada en barco tanto desde el puerto bilbaíno como desde otros puertos del hinterland tendrán los mismos valores para sus costes y beneficios. En consecuencia, en el cálculo diferencial de situaciones con proyecto y sin proyecto, los resultados diferenciales provendrán únicamente de las diferencias monetarias entre el transporte terrestre y marítimo para el volumen de tráfico europeo que el puerto sin espigón no pueda absorber.

En consecuencia, el tipo de tráfico marítimo que nos interesará para la agregación final de excedentes es únicamente el tráfico europeo. La descripción del tráfico marítimo europeo va ligada al transporte marítimo de corta distancia o “Short Sea Shipping”. Este tipo de transporte es entendido como el movimiento de mercancías y



pasajeros por mar entre puertos situados en territorio de la Unión Europea o entre esos puertos y puertos situados en países no europeos con una línea de costa en los mares que rodean Europa. En los últimos años el SSS está siendo altamente promocionado en su contribución a la formación de cadenas marítimo-terrestres puerta a puerta, en donde además del transporte marítimo se conjugan los modos de transporte terrestres, y en particular el transporte por carretera, para configurar soluciones de transporte competitivas.

Con este enfoque, dentro del transporte marítimo de corta distancia, destacan los servicios marítimos regulares con una elevada relación calidad/precio. En el caso del puerto vasco, se parte de la información recogida por la Asociación Española de Promoción TMCD<sup>8</sup>, para conocer las principales rutas de referencia que se emplearán en el cálculo de excedentes:

Principales Líneas de SSS		Transporte Terrestre <i>Camión (26 toneladas)</i>		Transporte Marítimo <i>TMCD</i>	
		Tiempo Tránsito (Horas)	Distancia (km)	Tiempo Tránsito (Horas)	Distancia (km)
Bilbao	Amberes (BE)	28,2	1.257	60,0	1.437
Bilbao	Porstmouth (UK)	26,7	1.139	30,0	1.028
Bilbao	Kotka (FI)	90,6	3.426	204,0	3.569
Bilbao	Helsinki (FI)	89,0	3.299	228,0	3.467
Bilbao	San Petesburgo (RU)	94,1	3.644	181,0	3.728
<b>Promedio</b>		<b>65,7</b>	<b>2.553</b>	<b>140,6</b>	<b>2.645,8</b>

Tabla 13: Comparación principales líneas de TMCD, Carretera-Marítimo.

Fuente: Asociación Española de Promoción TMCD

- Coste directo del transporte:

La variación del coste directo del transporte va ligada a un cambio en el precio unitario que paga cada cliente a los prestadores de servicios de transporte u operadores de la infraestructura. Para estimar este efecto se requiere conocer los valores unitarios a precios de mercado y precios constantes.

Coste Transporte (€)	
Marítimo	
€/TEU	650
€/t*km	0.04
Terrestre	
€/km	1,06
1 Camión (t)	22
€/km*t	0,048

Tabla 14: Coste directo del transporte marítimo y terrestre.

Fuente: Cotizaciones en Icontainers (Transporte marítimo) y ACOTRAM (Transporte terrestre)

<sup>8</sup> Asociación española de promoción TMCD: <http://www.shortsea.es/>



Los costes de transporte marítimo presentados se han obtenido a través de cotizaciones en empresas de transporte <sup>9</sup>para los trayectos descritos en la Tabla 13. Por otro lado, los valores de transporte por carretera se han obtenido del simulador del Cálculo de Costes de transporte de Mercancías por Carretera ACOTRAM realizado por el Ministerio de Fomento español para el año 2016.

A partir de los costes directos del transporte y de las proyecciones de demanda realizada, se calculan los excedentes del coste de transporte en situación con y sin proyecto para la proyección del tráfico europeo en el horizonte temporal. Dichos cálculos se adjuntan en el Anexo 9.

- Ahorro de tiempo:

Según lo anteriormente indicado, el desarrollo del proyecto de inversión puede conllevar una variación del tiempo de transporte; generalmente suele tratarse de un ahorro. Para incorporar este efecto en el análisis es necesario realizar una estimación del coste del tiempo según el tipo de cliente. La Guía Meipor 2016 proporciona unos valores atendiendo al tipo mercancía y medio de transporte:

Valor del tiempo por modo de transporte	
Marítimo (€/hora*ton)	1,47
Carretera (€/hora*ton)	3,75

Tabla 15: Valor del tiempo de las mercancías atendiendo al modo de transporte.  
Fuente: Guía Meipor 2016

Para la estimación de los tiempos de transporte consumidos en la situación SIN proyecto (tráfico por carretera), y en la situación CON proyecto (tráfico por barco), se utilizarán los datos de la Tabla 13, correspondientes a las principales rutas de conexión entre puerto europeos y el puerto vasco, y a los cálculos de demanda. Los cálculos se adjuntan en el Anexo 9.

- Mejoras cualitativas del servicio:

Además de los efectos numéricamente cuantificables, cabe encontrar también efectos cualitativos percibidos por los clientes. Estos efectos son relevantes para la evaluación del proyecto ya que aporta una buena fuente de beneficios, sin embargo, resulta de elevada dificultad asignarles un valor monetario. Entre estos factores, se puede mencionar la calidad del servicio percibida, el confort, la imagen... Para la realización de este estudio no se han cuantificado dichas mejoras, aunque sí que han tenido en cuenta para la toma de decisión a la hora de concluir sobre la viabilidad o no de la inversión.

### 4.3.3. Sociedad/Colectividad

El agente denominado Sociedad/colectividad está formado por aquellos individuos o entidades que asumen beneficios o costes externos relacionados con el

<sup>9</sup> Cotizaciones del coste directo de transporte marítimo: [www.icontainers.com](http://www.icontainers.com)



proyecto. Los efectos que se producen sobre estos agentes reciben el nombre de externalidades:

- Efectos seguridad y salud: Accidentalidad

Estos efectos son aquellos que impactan directamente en la seguridad y salud de las personas afectadas por el proyecto e impactan de manera indirecta en toda la colectividad a través de costes que se generan en el conjunto del sistema, como por ejemplo los costes sanitarios.

A nivel económico, son las variaciones en los costes/ valores monetarios en los impactos sobre la seguridad y salud entre las situaciones CON y SIN proyecto derivadas de la construcción y operación del proyecto. El principal sub-efecto de seguridad/salud relacionado con el proyecto de inversión actual está relacionado con los costes de accidentes.

En la situación SIN proyecto, todo el tráfico transportado dentro del ámbito geográfico europeo será trasladado por carretera; con el elevado riesgo de accidentes que ello conlleva. En la situación CON proyecto, dicho coste se verá altamente reducido debido a las menores tasas de accidentalidad que presenta el transporte portuario.

Para el tráfico terrestre, se parte de los datos obtenidos en el documento de “Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir en los Estudios de Rentabilidad de los Estudios Informativos de la Subdirección General de Estudios y Proyectos” del Ministerio de Fomento, para obtener las tasas de accidentalidad por tipo de vía y el coste sobre la colectividad atendiendo al grado de gravedad del siniestro. Suponiendo que al tratarse de rutas de largo recorrido realizadas en vehículos portacontenedores pesados, la mayor parte del transporte se realiza a través de rutas con peaje, los valores de partida son los siguientes:

<b>Coste de Accidentes Vías con peaje</b>	
Victimas/km (2015) <sup>10</sup>	
Mortales	0,01
Heridas Graves	0,05
Heridas Leves	0,55
€/Víctima (2016)	
Mortales	1.472.800
Heridas Graves	230.388
Heridas Leves	6.417

*Tabla 16: Coste de accidentes en carreteras con peaje.  
Fuente: Ministerio de Fomento*

La cuantía de los beneficios debidos a la reducción de dichos accidentes varía en función de la gravedad de los damnificados. Se ha estimado que la disminución de los accidentes de tráfico sea de un 1% gracias al proyecto del Espigón central. Esta reducción del 1% hará disminuir desde el año siguiente de la puesta en funcionamiento de la ampliación el número de accidentes (tomando como referencia la tasa de

<sup>10</sup> Datos obtenidos del “Anuario estadístico de accidentes en las carreteras del estado” editado por el Ministerio de Fomento.



accidentalidad en el año 2015). Así el beneficio anual obtenido gracias a la construcción del puerto sería el siguiente:

Coste Anual Accidentes:

$$2.553 \text{ km} * (0,01 * 1.472.800 + 0,05 * 230.800 + 0,55 * 6.417) = 85.929.424 \text{ € /año}$$

Beneficio Anual:

$$1\% * 85.929.424 \text{ € /año} = 859.294 \text{ € /año}$$

El beneficio obtenido durante los años 2020 y 2021 será únicamente la mitad del beneficio total calculado debido a que la segunda fase de la ampliación aún se encontrará en fase de construcción y únicamente estará operativa la primera fase del espigón.

- Efectos medioambientales: Emisiones de CO<sub>2</sub>:

A nivel conceptual, los efectos medioambientales son aquellos que provocan impactos directos sobre el medio físico y de forma indirecta sobre la colectividad afectada por el proyecto de inversión.

A nivel económico, son las variaciones en los costes/ valores monetarios en el impacto medioambiental entre las situaciones CON y SIN proyecto derivadas de la operación del proyecto de inversión. En el caso de estudio, el principal sub-efecto relacionado con el proyecto de ampliación, se trata de las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas al en la combustión del gasoil empleado en los barcos y del gasoil de los camiones. El dióxido de carbono a pesar de ser un gas no tóxico reduce el estrato de la atmósfera terrestre que sirve de protección contra la penetración de los rayos UV, lo que induce el calentamiento global.

La siguiente tabla muestra los precios por tonelada de CO<sub>2</sub>, convertidos a euros del año 2016 y la tasa de emisiones<sup>11</sup> de dicho gas en función del tipo de transporte.

Emisiones CO <sub>2</sub>	
Transporte Marítimo Corta Distancia	
<i>Emisiones (g CO<sub>2</sub>/t*km)</i>	20
<i>Precio CO<sub>2</sub> (€/t)</i>	4.93
Transporte Carretera	
<i>Emisiones (g CO<sub>2</sub>/tkm)</i>	50
<i>Precio CO<sub>2</sub> (€/t)</i>	4.93

Tabla 17: Valores de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Fuente: European Communities Trade Mark Association

A partir de los valores presentados en la tabla en función del medio de transporte y de las toneladas de tráfico diferencial en situaciones sin y con proyecto, se estiman los beneficios en emisiones de CO<sub>2</sub> que se obtendrían gracias al transporte de mercancías por medio de buques en lugar de camiones.

<sup>11</sup> Datos obtenidos de “Guidelines for Measuring and Managing CO<sub>2</sub> Emission from Freight Transport Operations” editado por el European Communities Trade Mark Association.



#### **4.3.4. Actividad económica**

Se corresponde con los agentes públicos que se ven afectados por una variación de la situación socioeconómica de base debido a la ejecución de la inversión.

La realización del proyecto de ampliación no solo conllevará una mejora del sistema de transporte, sino que a su vez tendrá un impacto muy importante en la actividad económica de la zona. Por un lado, el proyecto y la mejora de la calidad del proceso de transporte de mercancías provocará un aumento de atractividad en la zona de influencia del puerto, lo que conllevará a la implantación de nuevas empresas en dicha área atraídas por las mejoras aportadas y por la ya buena situación económica de dicha zona. Por otro lado, esta inversión en la economía de la zona conllevará la creación de nuevos puestos de empleo y en consecuencia la reducción del desempleo.

A pesar de que para este estudio se ha decidido no cuantificar económicamente el efecto indirecto en la zona de proximidad del puerto, no se ha de despreciar el gran impacto económico que tendría la inversión y se deberá tener en cuenta para la toma de decisión.

#### **4.4. CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD**

El último paso previo para poder obtener la rentabilidad económica es la agregación de todos los excedentes calculados en el apartado precedente. Este paso permite disponer de una visión agregada por categoría de agente, de los efectos que el proyecto produce sobre ellos. La agregación de excedentes se corresponde con la suma de las variaciones del excedente del productor, el consumidor, y la sociedad para cada año del horizonte temporal:

##### **A. Variación del excedente del productor**

La variación del excedente del productor se define como la variación en los ingresos y costes de explotación de la Autoridad Portuaria. Asimismo, se incluyen las variaciones en los costes de inversión para la ejecución del proyecto.

Para tener en cuenta el desembolso que la realización del proyecto supone para la Comisión Europea, se ha introducido en la agregación de excedentes un agente adicional denominado “Financiación UE”, que hace referencia a dicha cantidad. Como para el estudio socioeconómico y más concretamente para el cálculo de excedentes para los Clientes y Sociedad, se han tenido en cuenta los beneficios que la realización del proyecto generaría en un perímetro de afectación europeo, al haberse incluido rutas internacionales dentro de la UE, el 20% desembolsado por dicha institución se considera un coste y será introducido con signo negativo.

##### **B. Variación del excedente del cliente**

La variación del excedente del consumidor se define como el cambio en el bienestar social del usuario final afectado por el proyecto de inversión. Coincide con la variación del excedente del consumidor calculada en base a los costes de transporte.

**C. Variación del excedente sociedad**

Se trata de las variaciones en externalidades positivas o negativas que afectan directamente a la sociedad a raíz de la realización del proyecto de inversión (medioambientales, urbanísticas...). Coinciden con las variaciones ligadas a la reducción de los costes por accidentalidad y por la tasa de emisiones de CO<sub>2</sub>.

AGREGACIÓN DE EXCEDENTES						
Año	Tasa de descuento: 0,035					
	Excedentes AP	Financiación UE	Excedentes CLIENTES	Excedentes SOCIEDAD	Excedentes TOTAL	Excedentes ACTUALIZADOS
2016	-32.640.000	-8.160.000	0	0	-40.800.000	-39.420.290
2017	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-19.043.618
2018	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-18.399.631
2019	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-17.777.421
2020	-30.558.624	-8.160.000	0	429.647	-38.288.977	-32.238.291
2021	-19.678.624	-5.440.000	0	429.647	-24.688.977	-20.084.499
2022	4.277.544		1.778.373	871.442	6.927.359	5.444.841
2023	4.483.653		4.971.446	893.253	10.348.352	7.858.658
2024	4.775.959		11.266.621	936.253	16.978.833	12.457.896
2025	5.166.121		21.094.984	1.003.388	27.264.493	19.328.312
2026	5.565.256		31.149.400	1.072.067	37.786.722	25.881.853
2027	5.973.571		41.435.067	1.142.325	48.550.963	32.130.216
2028	6.391.278		51.957.304	1.214.200	59.562.781	38.084.690
2029	6.818.591		62.721.553	1.287.727	70.827.872	43.756.169
2030	7.255.733		73.733.380	1.362.946	82.352.059	49.155.171
2031	7.702.930		84.998.478	1.439.895	94.141.303	54.291.846
2032	8.160.411		96.522.674	1.518.613	106.201.699	59.175.988
2033	8.628.415		108.311.927	1.599.142	118.539.484	63.817.052
2034	9.107.183		120.372.332	1.681.523	131.161.038	68.224.161
2035	9.596.963		132.710.126	1.765.799	144.072.889	72.406.119
2036	10.098.007		145.331.690	1.852.014	157.281.711	76.371.423
2037	10.610.576		158.243.550	1.940.211	170.794.337	80.128.271
2038	11.076.402		170.545.601	2.024.243	183.646.246	83.244.205
2039	11.316.264		179.463.941	2.085.161	192.865.366	84.466.763
2040	11.561.642		188.587.402	2.147.481	202.296.525	85.601.166
2041	11.812.664		197.920.703	2.211.234	211.944.602	86.650.937
2042	12.069.460		207.468.670	2.276.454	221.814.584	87.619.476
2043	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	85.485.784
2044	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	82.594.960
2045	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	79.801.894
2046	96.445.993		209.570.649	2.290.812	308.307.454	106.128.782

Tabla 18: Agregación excedentes según agentes. Fuente: Elaboración Propia

La evaluación de la rentabilidad económica del Espigón Central determina el grado de retorno de la inversión del proyecto para todos los agentes afectados, es decir, desde un punto de vista social en vez de desde un punto de vista puramente monetario.



Para realizar este análisis, y partiendo del cálculo de la Agregación de Excedentes Total para cada uno de los años del horizonte temporal, se calculan los dos siguientes indicadores:

- Valor Actual Neto Económico del Proyecto de Inversión
- Tasa Interna de Rentabilidad Económica del Proyecto

#### 4.4.1. Valor Actualizado Neto (VAN)

Es la suma de la variación del excedente total del proyecto para el horizonte temporal del proyecto, descontándola al año 2016 a través de la tasa social de descuento del 3.5%.

- VAN Autoridad Portuaria:

La VAN de la Autoridad Portuaria, refleja la rentabilidad del proyecto para dicho agente económico, atendiendo únicamente a criterios económicos. Al ser un valor positivo y mayor que cero, deducimos que la AP recupera toda la inversión realizada y a su vez genera 21 millones de euros en beneficios.

<b>VAN</b>	21.039.224 €
------------	--------------

- VAN Total:

El valor final del VAN socioeconómico del proyecto es un valor mayor que cero y muy positivo, lo que indica que el proyecto de ampliación es rentable tanto para el agente que lo impulsa, como para la sociedad que recibe los efectos. El valor refleja que atendiendo a criterios económicos y sociales se logra recuperar la inversión realizada y a su vez generar beneficios, para el operador, clientes y sociedad.

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
------------	-----------------

#### 4.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de descuento económico que significa un VAN igual a 0.

- TIR Autoridad Portuaria:

El valor del TIR para la Autoridad Portuaria sale superior a la tasa de actualización del proyecto; lo que indica que el mismo sería aceptable para el operador. Sin embargo, atendiendo únicamente a criterios económicos, tal y como ocurre en muchos proyectos de inversión de carácter público la rentabilidad no parece muy elevada ya que el TIR se sitúa muy cercano a la tasa social de actualización, y no supera el 5%, valor que podría ser considerado como adecuado para la aceptación del proyecto.

<b>TIR</b>	4.43%
------------	-------

- TIR Total:

Como se ha visto, atendiendo únicamente a criterios económicos, el proyecto no parece muy rentable para la Autoridad Portuaria, sin embargo, al incluirse en el estudio



los criterios sociales el TIR de la inversión pasa a tomar valores muy elevados del orden del 19%. Desde este punto de vista socioeconómico, se han incluido todos los beneficios generados para toda la zona de afectación, es decir desde los beneficios que recaen a la sociedad española, como los que recaen sobre la población europea, al reducirse las tasas de accidentalidad y de emisiones de contaminantes.

Este valor del TIR indica que el proyecto es rentable desde un punto de vista socioeconómico.

<i><b>TIR</b></i>	19%
-------------------	-----

## 5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, DE ESCENARIOS Y RIESGOS

### 5.1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite determinar las variables críticas del proyecto, para después realizar los análisis de escenarios y riesgos. Por variables críticas se entiende aquellas cuyas variaciones frente al valor considerado en el escenario de referencia producen un mayor impacto sobre los indicadores de rentabilidad económica VAN y TIR.

La primera etapa este análisis consiste la identificación de una lista de potenciales variables críticas, eliminando de entre ellas las variables dependientes, para evitar distorsiones en los resultados y una doble contabilización. A partir de esta lista se deberá realizar un análisis de elasticidad que nos permita seleccionar las variables críticas. Los criterios para su elección son diferentes según el tipo de proyecto. No obstante, y en línea con las recomendaciones de la Unión Europea al respecto, como criterio general se recomienda considerar variables críticas aquellas en las que una variación del 1% en torno al valor de referencia da lugar a una variación del VAN igual o superior al 1%. Es decir, una variable crítica será aquella que tenga una elasticidad con el VAN mayor o igual que 1 en valor absoluto.

En el caso de estudio, se obtienen los valores que siguen para una variación del parámetro del 1%. Tal y como se observa, únicamente el crecimiento del transporte presenta una elasticidad muy significativa y superior al 1%, lo que implicaría grandes cambios en la rentabilidad con pequeñas variaciones. Sin embargo, para el resto de variables, estas variaciones no son tan elevadas y su valor no llega al 1%. Se retienen como variables críticas todas las indicadas en rojo:

Factores de estudio	VAN	Variación Van (%)
Crecimiento del tráfico	1.623.816.410	20%
Coste Construcción	1.341.921.930	-0,09%
Ingresos de Operación	1.344.836.536	0,13%
Costes de Operación	1.342.578.331	-0,04%
Beneficio ahorro coste directo de transporte	1.346.672.543	0,26%
Beneficio ahorro tiempo	1.352.923.258	0,73%
Beneficio reducción emisiones CO2	1.343.233.799	0,01%
Beneficio reducción accidentalidad	1.343.265.207	0,01%
Tasa de descuento	1.332.117.076	-0,82%

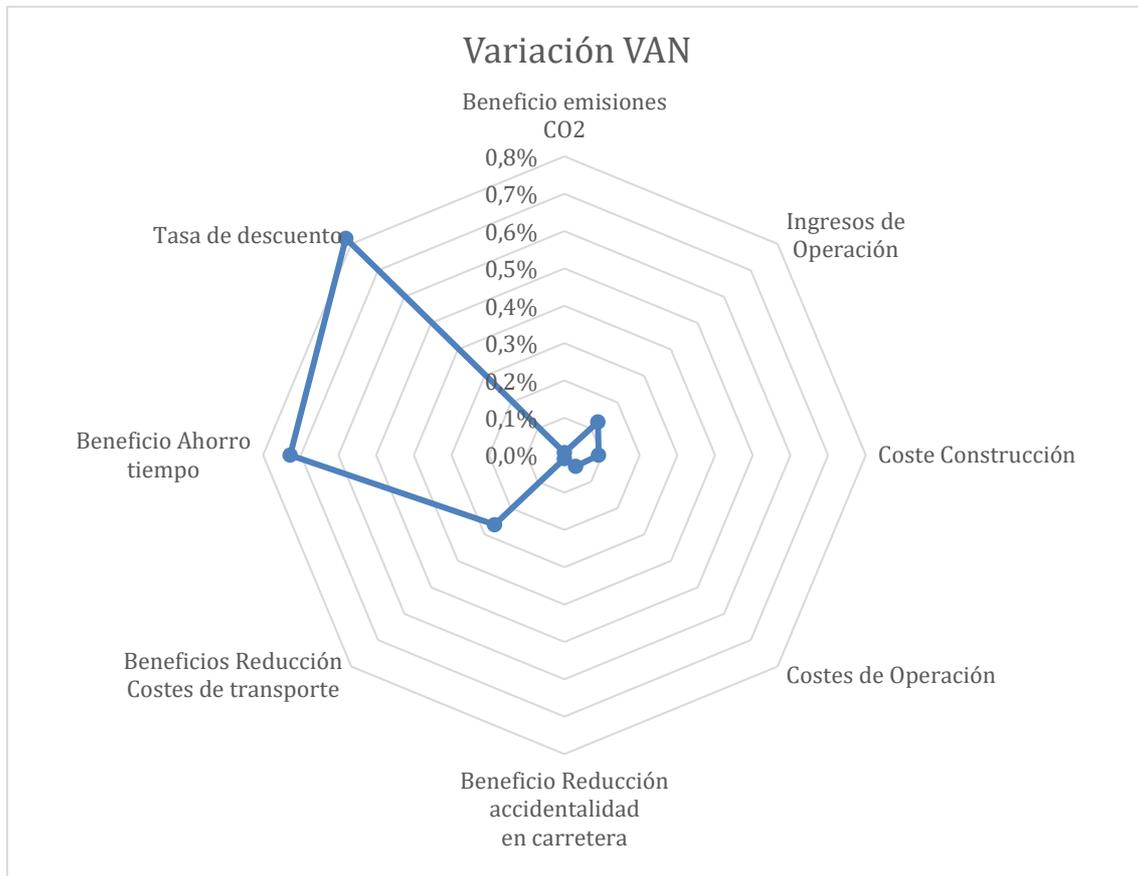
Por lo tanto, las variables críticas ordenadas de mayor a menor importancia son las siguientes:

- Crecimiento del tráfico
- Tasa de descuento



- Beneficio ahorro en el tiempo de transporte
- Beneficio ahorro coste directo del transporte

En la figura siguiente se muestran las variaciones causadas por las variables críticas en el VAN al variar cada factor de un 1% de forma individual. Para poder apreciarse adecuadamente el resto de variaciones se ha decidido no se representar la variable crecimiento de tráfico:



*Ilustración 23: Impacto sobre el VAN de las variaciones en las variables críticas.  
Fuente: Elaboración Propia*

## 5.2. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

El análisis de escenarios evalúa el impacto que tendría sobre la rentabilidad económica del proyecto el hecho de que hubiera variaciones en el conjunto de parámetros críticos identificados en el análisis de sensibilidad. Para ello se definen una serie de escenarios tipo, en el que se asumen variaciones sobre estos parámetros clave. A diferencia de la etapa anterior, en esta ocasión el estudio de las variables se hace de manera conjunta y no individual. Para la definición de estos escenarios el rango de los valores asignados ha de reflejar situaciones que puedan darse en la realidad. En el estudio se deberán definir y analizar al menos tres escenarios:

- Escenario Base: Se refiere a las hipótesis iniciales del proyecto.

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
<b>TIR</b>	19%



- Escenario Optimista: Considera una variación positiva en el valor de los parámetros críticos:

-Crecimiento del tráfico: Se estima un crecimiento del tráfico en el puerto del 5% anual en los años de estudio. Dicho crecimiento va ligado al crecimiento del PIB del país.

-Beneficio ahorro del tiempo de transporte: El beneficio en tiempo gracias al TMCD frente al camión se ve aumentado en un 1% anual.

-Beneficio ahorro coste de transporte: El ahorro en el transporte entre ambos modos se verá aumentado en un 1% anual.

-Tasa de descuento social: Dicha tasa toma un valor del 3%.

<b>VAN</b>	2.065.934.246 €
<b>TIR</b>	23%

- Escenario Pesimista: Considera una variación negativa de los parámetros críticos:

-Crecimiento del tráfico: Se estima un crecimiento del tráfico en el puerto del 1% anual en los años de estudio.

-Beneficio ahorro del tiempo de transporte: El beneficio en tiempo gracias al TMCD disminuye en un 1% anual respecto al escenario base.

-Beneficio ahorro coste de transporte: Este beneficio se verá reducido un 2% respecto al valor de referencia.

Tasa de descuento social: Dicha tasa toma un valor del 5,5%.

<b>VAN</b>	143.267.566 €
<b>TIR</b>	10%

Los resultados obtenidos para cada escenario son los siguientes. En ellos se puede observar que en todos los casos la construcción del proyecto saldría rentable desde un punto de vista socioeconómico:

<b>Variables Críticas</b>	<b>Escenario Pesimista</b>	<b>Escenario Base</b>	<b>Escenario Optimista</b>
Crecimiento del tráfico	2%	3%	5%
Beneficio Ahorro tiempo	-1%	-	+1%
Beneficio ahorro coste del transporte	-2%	-	+1%
Tasa de descuento	5,5%	3,5%	3%
VAN	408.388.640 €	1.343.142.882 €	2.065.934.246 €
TIR	14%	19%	23%



### 5.3. ANÁLISIS DE RIESGOS

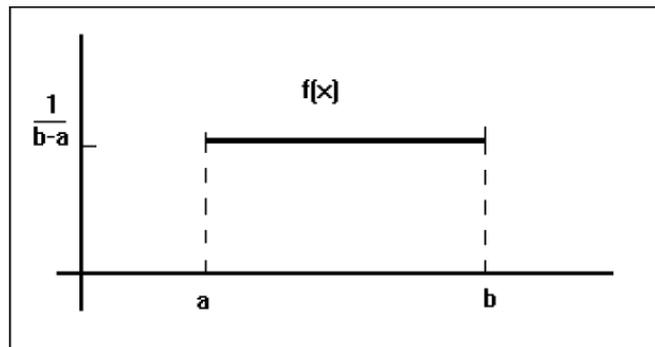
El Análisis de riesgos complementa los análisis anteriores y tiene como objetivo analizar la distribución probabilística de los indicadores de rentabilidad económica. Así, es posible realizar una evaluación de la probabilidad de que un proyecto tenga un rendimiento o una rentabilidad satisfactoria. Para ello se necesitan abordar dos aspectos diferenciados:

A. Determinación de las distribuciones probabilísticas de las variables críticas:

Existen diversas tipologías de distribuciones probabilísticas de aplicación al estudio de proyectos de inversión. Las distribuciones más comunes son las continuas donde la variable podría tener una serie infinita de valores dentro de un rango. Su empleo está asociado a la consideración de que la variable puede tomar infinitos valores (por su propia naturaleza, la incertidumbre del entorno, etc.). En general, se utilizan las distribuciones uniformes y las triangulares:

Para la distribución uniforme continua, la variable aleatoria puede tomar valores comprendidos en un intervalo prefijado, con la misma probabilidad de ocurrencia. En consecuencia, la función de densidad tomará el mismo valor para cualquier punto del intervalo (a,b), y cero fuera de dicho intervalo:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{para } a \leq x \leq b, \\ 0 & \text{para } x < a \text{ o } x > b, \end{cases}$$



*Ilustración 24: Distribución uniforme continua. Fuente: Internet*

Otra distribución muy empleada es la triangular, la cual se utiliza cuando no existe información suficiente sobre el comportamiento pasado de la variable. En este caso, la variable puede asumir valores entre un rango definido por un valor mínimo y máximo, y su ocurrencia es más probable cuanto más cercano se esté a la moda estadística. Para ello se definen tres valores: un valor mínimo, uno máximo y la moda, que es el valor de referencia de la variable considerado en el escenario base. La distribución triangular no tiene por qué ser siempre simétrica, pudiéndose asignar una mayor probabilidad de ocurrencia a un valor mayor a la moda que menor a ella, o viceversa; siendo éste es el principal motivo para utilizar dicha distribución en lugar de la uniforme.

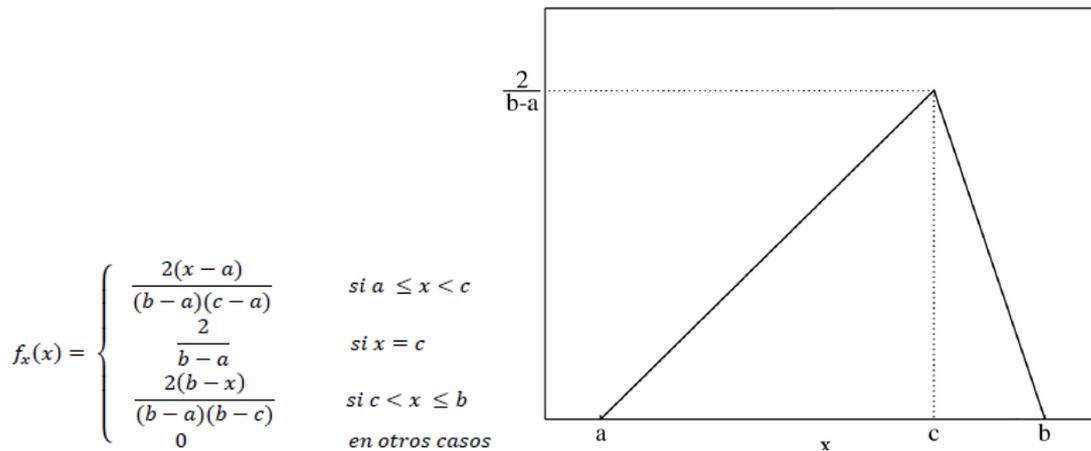


Ilustración 25: Distribución triangular. Fuente: Internet

Para el presente caso de análisis de riesgo, se aplicará una distribución uniforme a ciertas variables y la triangular a aquellas en las que se estime una mayor probabilidad de ocurrencia bien para un valor mayor o menor que la moda.

B. Análisis de la distribución probabilística de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto.

El análisis de riesgos se basa en el establecimiento y análisis de la distribución probabilística de los indicadores de rentabilidad económica del proyecto.

Para ello, después de haber establecido las distribuciones de probabilidad de las variables críticas, es necesario estimar la distribución probabilística de la TIR/ VAN del proyecto. Para este propósito, se suelen utilizar técnicas de simulación, como el Método Monte Carlo que cuenta con una frecuente aplicación, gracias a que las herramientas informáticas de soporte para su cálculo son relativamente sencillas de programar.

De manera resumida, el Método Monte Carlo consiste en la generación aleatoria de un conjunto suficientemente amplio de valores para las variables críticas. Esta generación se realiza conforme a la distribución probabilística de estas variables y dentro de un rango de posibles valores. A partir de ello es necesario calcular los valores resultantes de los índices de rentabilidad del proyecto (VAN/ TIR) y establecer una distribución estadística que explique su comportamiento (probabilidad de ocurrencia).

Idealmente, esta generación de valores y la consideración de posibles escenarios a evaluar deberían ser infinitas. Es decir, para cada valor supuesto a la Variable 1, habría que considerar todos los posibles valores de la Variable 2 y, a su vez, todos los de la Variable 3, etc. Para cada uno de estos posibles grupos, habría que estimar los correspondientes indicadores de rentabilidad, para establecer la distribución estadística buscada.

Sin embargo, es posible realizar una aproximación simplificada, definiendo un conjunto finito, aunque suficientemente amplio de grupos de posibles valores, calculando para ellos los valores correspondientes del TIR y VAN, y sus probabilidades de ocurrencia asociadas.

Una vez establecida la distribución del VAN/ TIR es posible presentar y analizar los resultados de dos maneras: a través de las funciones de distribución de probabilidad,



o a través de la probabilidad acumulada del VAN/ TIR en el intervalo de valores posibles de las variables críticas. A continuación, se muestran los resultados del análisis:

• **Resultados:**

Para cada variable de estudio se han asignado las distribuciones siguientes. se ha decidido que el rango de variación para las variables relacionadas con el coste y con los ingresos sea de  $\pm 10\%$ , mientras que para la tasa de descuento sea de  $\pm 5\%$ . Para el coste de construcción se ha asignado un rango diferente acotando más el margen superior ya que en el proceso de concurso y licitación de las obras, los precios a los que se otorgan suelen ser inferiores al de partida y no superiores.

Distribuciones				
Parámetros	Tipo	Valor Base	Valor Mínimo	Valor Máximo
Costes				
Construcción	Triangular	0,9	0,85	1,01
Operación	Uniforme	-	0,9	1,1
Ingresos				
Operación	Triangular	1	0,9	1,1
Coste transporte	Uniforme	-	0,9	1,1
Ahorro tiempo	Uniforme	-	0,9	1,1
Ahorro Accidentes	Triangular	1,05	0,9	1,1
Ahorro Emisiones	Triangular	1,05	0,9	1,1
Tasa de descuento	Uniforme	3,5%	0,95	1,05

Tabla 19: Distribuciones probabilísticas de las variables.

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente y mediante la ayuda de un Macro en Excel que se encarga de generar 500 supuestos aleatorios de cada una de las variables, se calculan los resultados:

Clase	Frecuencia	Probabilidad	% acumulado
1180824398	1	0,20%	0,20%
1197008959	1	0,20%	0,40%
1213193520	1	0,20%	0,60%
1229378081	11	2,20%	2,80%
1245562642	11	2,20%	5,00%
1261747203	18	3,60%	8,60%
1277931764	36	7,20%	15,80%
1294116325	30	6,00%	21,80%
1310300886	29	5,80%	27,60%
1326485447	51	10,20%	37,80%
1342670008	52	10,40%	48,20%
1358854569	40	8,00%	56,20%
1375039130	35	7,00%	63,20%
1391223691	30	6,00%	69,20%
1407408252	32	6,40%	75,60%
1423592813	29	5,80%	81,40%
1439777375	26	5,20%	86,60%



1455961936	25	5,00%	91,60%
1472146497	12	2,40%	94,00%
1488331058	12	2,40%	96,40%
1504515619	7	1,40%	97,80%
1520700180	7	1,40%	99,20%
y mayor...	4	0,80%	100,00%

Tabla 20: Resultados de Análisis de Monte Carlo.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel

Como resultados estadísticos más significativos que se han extraído, se tiene:

Media	1.353.839.772
Mediana	1.345.489.629
Desviación estándar	70930150,82
Varianza de la muestra	5,03109E+15
Mínimo	1.180.824.398
Máximo	1.536.884.741

Tabla 21: Resultados estadísticos análisis de Monte Carlo.

Fuente: Elaboración propia mediante Excel

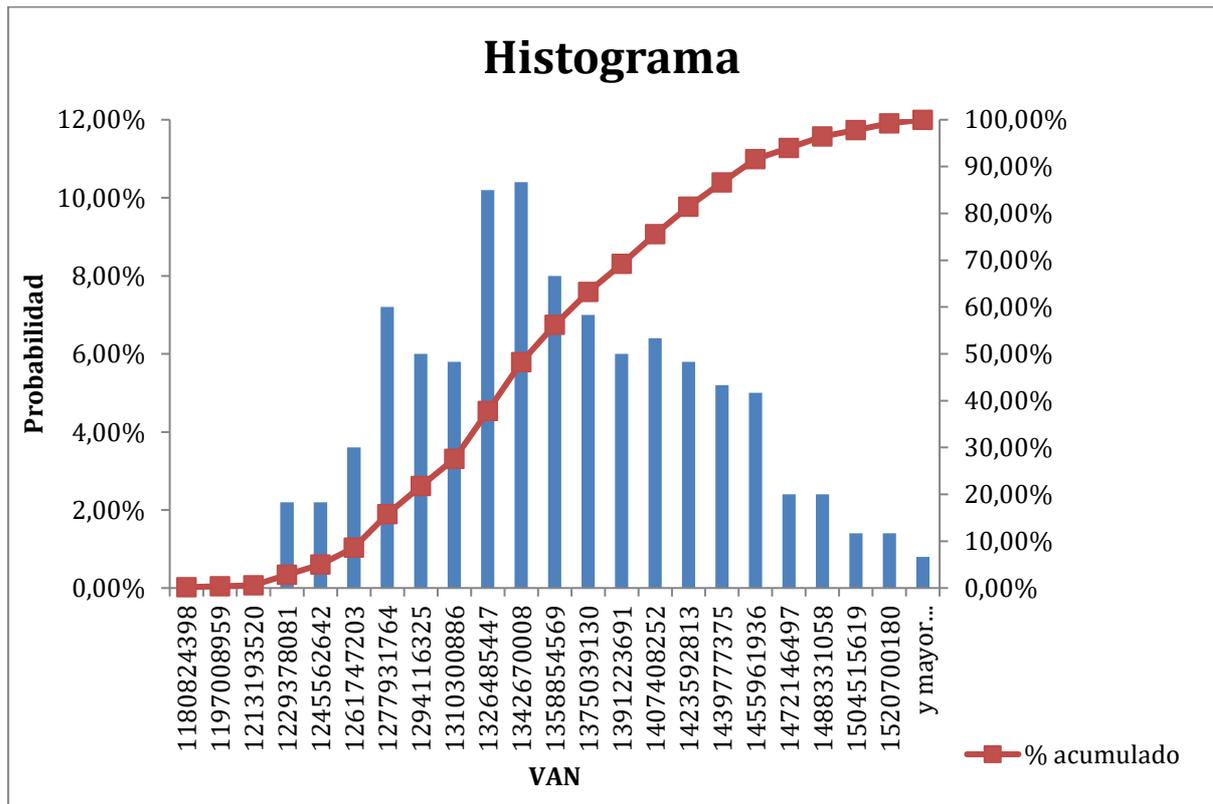


Gráfico 12: Histograma y porcentaje acumulado.

Fuente: Elaboración Propia con Excel

Para la totalidad de iteraciones realizadas, el valor del VAN es positivo, lo que indica que el proyecto va a ser rentable desde el punto de vista socioeconómico. Se observa que el valor del VAN obtenido en el caso base de nuestro análisis



(1.343.142.882 €), se sitúa en el pico de nuestra función de densidad, es decir se sitúa en la zona de mayor probabilidad de ocurrencia.

De la gráfica de la probabilidad acumulada en rojo se deduce que con un 90% de probabilidad el VAN será mayor a 1.250.000.000€; valor que se sitúa por encima del VAN del escenario pesimista.



## 6. CONCLUSIONES

El principal objetivo del presente proyecto es la determinación de la rentabilidad y viabilidad socioeconómica del último proyecto de ampliación del puerto de Bilbao. Para ello, el trabajo se ha organizado y dividido en los apartados siguientes:

- Estudio del Método del Análisis Coste Beneficio y de la metodología a emplear para su aplicación
- Descripción del proyecto del Espigón Central y su contexto
- Aplicación del Análisis Coste-Beneficio al proyecto
- Obtención de los resultados: Indicadores de rentabilidad, análisis de sensibilidad, análisis de escenarios y análisis de riesgo.

En consecuencia, los resultados de rentabilidad obtenidos son los siguientes:

-Autoridad Portuaria:

<b>VAN</b>	21.039.224 €
<b>TIR</b>	4.43%

-Total de la sociedad:

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
<b>TIR</b>	19%

Si se analizan estos resultados, se deduce en un primer momento que la inversión podría ser rentable para la AP atendiendo a criterios puramente económicos ya que, al presentar un VAN positivo, ésta recuperaría la inversión y a su vez generaría beneficios. A pesar de ello, el bajo valor obtenido para la TIR, aunque se sitúa por encima de la tasa de descuento del 3.5%, podría hacer dudar sobre el interés del proyecto para el operador. Tal y como ocurre en muchos proyectos de inversión de carácter público la rentabilidad para el inversor no parece muy elevada, al no superar la barrera del 5% a partir de la cual el proyecto sería atractivo para el citado agente. Por otro lado, si se estudian los valores de rentabilidad esperados para el total de los agentes; es decir si añadimos los criterios sociales al estudio, observamos que el valor tanto del VAN como de la TIR se disparan con respecto a los precedentes. Esto es, el proyecto pasa a ser muy rentable atendiendo a criterios socioeconómicos. Por ello, en proyectos de carácter público donde se busca invertir recursos para la consecución de mejoras o beneficios dirigidos a la población, es de elevada importancia evaluar no solo los efectos económicos de la inversión sino también los excedentes sociales, en donde quedan reflejados los beneficios y ganancias que la sociedad puede recibir con su ejecución.

Para continuar, se ha realizado un Análisis de Sensibilidad, con el fin de encontrar las variables críticas cuyas variaciones respecto a los parámetros considerados en el escenario base tienen un mayor impacto sobre los indicadores de rentabilidad. Para el caso del Espigón Central, éstas son el crecimiento de tráfico, la tasa de descuento, el ahorro en el tiempo de transporte y el ahorro coste directo del transporte. De este estudio se extrae la conclusión de que la variable que más influencia tiene en la rentabilidad del proyecto es el crecimiento de la demanda, ya que pequeñas variaciones del tráfico influyen en gran medida en el valor de los indicadores de



rentabilidad. Sin embargo, para el resto de variables la elasticidad con respecto al VAN no es muy elevada, y, por ende, han de variar en un porcentaje muy alto para modificar el VAN notablemente. A través de un estudio complementario se ha querido calcular el valor mínimo de crecimiento anual de la demanda de tráfico que tendría que darse para que el proyecto dejase de ser rentable, o lo que es lo mismo el VAN total fuese cero. Los resultados muestran que dicho valor debería de situarse en el 0.17% de crecimiento interanual de tráfico o lo que es lo mismo un crecimiento anual del PIB real de 0.12. Ambos se tratan de valores muy bajos, más normales de periodos de crisis y con escasa probabilidad de extenderse durante periodos de tiempo tan largos como el total del horizonte temporal. Por ello, el VAN con una probabilidad muy alta será positivo y el proyecto rentable.

El siguiente estudio efectuado es el Análisis de Escenarios, donde se buscan simular situaciones pesimistas y optimistas respecto al escenario base. En él se puede constatar que el proyecto incluso en el escenario más pesimista, con valores muy bajos de crecimiento de la demanda sigue generando un VAN positivo de 143.267.566€ y una TIR del 10%, esto es, sigue siendo rentable. En este punto es importante destacar la importante política de impulso del transporte Marítimo de Corta Distancia que se está llevando a cabo por la Unión Europea para favorecer el movimiento de mercancías y pasajeros por mar entre puertos situados en territorio con una línea de costa en los mares que rodean Europa. Esta importante política, favorecerá sin duda e impulso del transporte marítimo e intermodal, con lo que se puede justificar valores de crecimiento de la demanda que superen muy probablemente el 1% definido en el escenario pesimista.

Por último, con el Análisis de Riesgo se busca analizar la probabilidad que tiene un proyecto de llevarse a cabo satisfactoriamente pese a su gran incertidumbre. Los indicadores de rentabilidad podrían llegar a ser muy inferiores a los obtenidos si el valor de los costes e ingresos varía. En este análisis, las variables variarán aleatoriamente 500 veces en función de sus distribuciones probabilísticas (uniforme o triangulares), dentro de un rango prefijado. Para la totalidad de iteraciones realizadas, el valor del VAN es positivo, lo que indica que el proyecto va a ser rentable desde el punto de vista socioeconómico. La probabilidad acumulada confirma esta teoría y se observa a su vez que con un 90% de probabilidad el VAN es superior a 1.250.000.000 €, valor superior al VAN del escenario pesimista.

En vista de todo lo anteriormente expuesto, se puede concluir que el proyecto de Ampliación del Espigón Central es muy rentable desde un punto de vista socioeconómico. Por ello, la elección de construcción tomada por la Autoridad Portuaria de Bilbao es acertada y justificable con los cálculos realizados. Dicho proyecto por un lado favorecerá a evitar su congestión y permitirle seguir creciendo con nuevos tráficos, y por otro ayudará a mantener su posición de puerto de referencia en el Cantábrico y a la generación de riqueza y empleo para la comunidad autónoma vasca como gran polo comercial e industrial.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Europea, 1997, Financial and economic analysis of development projects, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Ministerio de Fomento, Mayo 2016, Revisión y Actualización del Método de Evaluación de Inversiones Portuarias (MEIPOR2016).
- Autoridad Portuaria de Bilbao, Informes Anuales del BilbaoPort (2010 – 2016).
- Autoridad Portuaria de Bilbao, Memorias de Sostenibilidad Puerto de Bilbao 2014– 2015).
- Autoridad Portuaria de Bilbao, 2015, Proyecto Constructivo de Espigón Central de la Ampliación del Puerto de Bilbao en el Abra Exterior (1ª Fase)
- Ministerio de Fomento, 2010, Evaluación económica de proyectos de transporte.
- Ministerio de Fomento, 2015, Anuario Estadístico de accidentes en las carreteras del Estado 2015
- Ministerio de Fomento, 2015, Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT)
- Ministerio de Fomento, Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)
- Comisión Europea, 2014: Updated of the Handbook on external costs of transport, Final Report, London
- Torres, S., 2017, <https://sites.google.com/site/saultorresortega/docencia>
- Comisión Europea, 2016, Energy Observatory:  
[http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016\\_05\\_23\\_without\\_taxes\\_1802.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016_05_23_without_taxes_1802.pdf)
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital:  
<http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad:  
<http://datacomex.comercio.es/index.htm>
- Puertos del Estado: <http://www.puertos.es/es-es/Paginas/default.aspx>
- Comunidad Portuaria Bilbao: <http://www.uniportbilbao.es/Home.aspx?Id=89>
- Bilbao Port: <http://www.bilbaoport.eus/>
- Observatorio del Transporte y la Logística en España:  
[http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG\\_CASTELLANO/](http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG_CASTELLANO/)
- Ministerio de Fomento, ACOTRAM, Asistente para el Cálculo de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera



- Gobierno Vasco, Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras, Simulador y herramientas de transporte: <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/transportes/simuladores/>

- Short Sea Shipping Spain: <http://www.shortsea.es/index.php>

- Organización Marítima Internacional:  
<http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Default.aspx>

- The Geography of the transport Systems:  
[https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/fuel\\_consumption\\_containerships.html](https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/fuel_consumption_containerships.html)

- Marine Traffic : <https://www.marinetraffic.com/>

- Fondo Monetario Internacional: <https://www.imf.org/external/spanish/>

- Banco Mundial:  
[https://datos.bancomundial.org/pais/espana?year\\_low\\_desc=false](https://datos.bancomundial.org/pais/espana?year_low_desc=false)

- Instituto Vasco de Estadística: <http://www.eustat.eus/indice.html>

- Manuales Uso R:  
[https://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/joser/paginaR/regresion.html](https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/joser/paginaR/regresion.html)



8. ANEXOS

8.1.PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Año	PIB Real	Variación PIB Real	Regresión Lineal $y=mx+n$		
			Contenedores = -3357873.4270 + 8.5557*(PIB Real España)	m=	n=
				0,000008556	-3335800,00
	Euros	%	Contenedores (t)	Contenedores (t)	Convencional (t)
1980	503.792.058.000	1,2	949.607		2.654.386
1981	501.776.890.062	-0,4	1.063.109		2.927.107
1982	507.798.212.743	1,2	1.183.250		2.905.867
1983	516.430.782.360	1,7	1.246.388		2.382.015
1984	525.210.105.660	1,7	1.547.804		3.165.721
1985	537.815.148.196	2,4	1.493.216		3.083.952
1986	556.100.863.234	3,4	1.293.552		2.543.257
1987	587.798.612.439	5,7	1.674.781		2.187.281
1988	618.951.938.898	5,3	1.785.900		2.426.234
1989	649.899.535.843	5	1.910.379		2.329.787
1990	674.595.718.205	3,8	1.988.689		2.387.293
1991	691.460.611.160	2,5	2.057.277		2.588.609
1992	697.683.756.660	0,9	2.134.269		2.484.777
1993	688.613.867.824	-1,3	2.339.964		2.394.485
1994	704.451.986.784	2,3	2.778.424		2.734.395
1995	733.334.518.242	4,1	3.041.289		3.465.041
1996	750.934.546.680	2,4	3.039.399		3.246.224
1997	780.220.994.000	3,9	3.406.034		3.367.946
1998	815.330.938.730	4,5	3.705.622		3.648.044
1999	853.651.492.850	4,7	3.918.217		3.398.350
2000	897.187.718.986	5,1	4.367.876		3.934.249
2001	933.075.227.745	4	4.595.073		3.324.809
2002	941.472.904.795	0,9	4.660.669		3.212.703
2003	971.600.037.748	3,2	4.767.835		3.440.920
2004	1.002.691.238.956	3,2	5.152.120		3.742.297
2005	1.039.790.814.798	3,7	5.467.959		3.823.576
2006	1.083.462.029.019	4,2	5.629.098		3.765.238
2007	1.124.633.586.122	3,8	5.920.114		3.987.825
2008	1.137.004.555.569	1,1	6.138.927		3.517.729
2009	1.096.072.391.569	-3,6	4.756.677		2.522.389
2010	1.096.072.391.569	0	5.695.594		3.750.042
2011	1.085.111.667.653	-1	6.079.470		3.786.106
2012	1.053.643.429.291	-2,9	6.392.125		3.237.964



2013	1.035.731.490.993	-1,7	6.333.183		3.084.549
2014	1.050.231.731.867	1,4	6.608.054		3.273.401
2015	1.083.839.147.287	3,2	6.462.608		3.209.188
2016	1.118.522.000.000	3,2	6.372.959	6.372.959	3.126.518
2017	1.153.196.182.000	3,1		6.530.947	3.364.427
2018	1.182.026.086.550	2,5		6.777.615	3.491.499
2019	1.205.666.608.281	2		6.979.884	3.595.698
2020	1.228.574.273.838	1,9		7.175.881	3.696.666
2021	1.249.460.036.494	1,7		7.354.580	3.788.723
2022	1.270.700.857.114	1,7		7.536.317	3.882.345
2023	1.299.926.976.828	2,3		7.786.375	4.011.163
2024	1.329.825.297.295	2,3		8.042.185	4.142.944
2025	1.360.411.279.132	2,3		8.303.879	4.277.756
2026	1.391.700.738.552	2,3		8.571.592	4.415.668
2027	1.423.709.855.539	2,3		8.845.462	4.556.753
2028	1.456.455.182.217	2,3		9.125.631	4.701.082
2029	1.489.953.651.408	2,3		9.412.243	4.848.731
2030	1.524.222.585.390	2,3		9.705.448	4.999.776
2031	1.559.279.704.854	2,3		10.005.397	5.154.296
2032	1.595.143.138.066	2,3		10.312.245	5.312.368
2033	1.631.831.430.241	2,3		10.626.150	5.474.077
2034	1.669.363.553.137	2,3		10.947.275	5.639.505
2035	1.707.758.914.859	2,3		11.275.785	5.808.738
2036	1.747.037.369.900	2,3		11.611.852	5.981.863
2037	1.787.219.229.408	2,3		11.955.648	6.158.970
2038	1.828.325.271.685	2,3		12.307.351	6.340.151
2039	1.870.376.752.933	2,3		12.667.143	6.525.498
2040	1.913.395.418.251	2,3		13.035.211	6.715.109
2041	1.957.403.512.871	2,3		13.411.744	6.909.080
2042	2.002.423.793.667	2,3		13.796.938	7.107.514
2043	2.048.479.540.921	2,3		14.190.991	7.310.510
2044	2.095.594.570.362	2,3		14.594.107	7.518.176
2045	2.143.793.245.480	2,3		15.006.495	7.730.619
2046	2.193.100.490.126	2,3		15.428.368	7.947.947

Tabla 22: Cálculo proyecciones del crecimiento de la demanda



**8.2. VALORES FINALES PROYECCIÓN DE LA DEMANDA**

Año	SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
	Contenedores (t)	Convencional (t)	Contenedores (t)	Convencional (t)
2016	6.372.959,0	3.126.518,0	6.372.959,0	3.126.518,0
2017	6.530.946,5	3.364.427,0	6.530.946,5	3.364.427,0
2018	6.777.615,2	3.491.498,7	6.777.615,2	3.491.498,7
2019	6.979.883,5	3.595.697,6	6.979.883,5	3.595.697,6
2020	7.175.881,5	3.696.666,2	7.175.881,5	3.696.666,2
2021	7.354.580,1	3.788.723,1	7.354.580,1	3.788.723,1
2022	7.536.316,5	<b>3.810.600,0</b>	7.536.316,5	3.882.344,9
2023	7.786.375,2	3.810.600,0	7.786.375,2	4.011.163,0
2024	<b>7.920.000,0</b>	3.810.600,0	8.042.185,2	4.142.943,9
2025	7.920.000,0	3.810.600,0	8.303.878,9	4.277.755,8
2026	7.920.000,0	3.810.600,0	8.571.591,5	4.415.668,4
2027	7.920.000,0	3.810.600,0	8.845.461,5	4.556.752,9
2028	7.920.000,0	3.810.600,0	9.125.630,5	4.701.082,4
2029	7.920.000,0	3.810.600,0	9.412.243,4	4.848.731,5
2030	7.920.000,0	3.810.600,0	9.705.448,4	4.999.776,5
2031	7.920.000,0	3.810.600,0	10.005.397,2	5.154.295,5
2032	7.920.000,0	3.810.600,0	10.312.244,7	5.312.368,5
2033	7.920.000,0	3.810.600,0	10.626.149,7	5.474.077,1
2034	7.920.000,0	3.810.600,0	10.947.274,6	5.639.505,1
2035	7.920.000,0	3.810.600,0	11.275.785,3	5.808.737,9
2036	7.920.000,0	3.810.600,0	11.611.851,7	5.981.863,0
2037	7.920.000,0	3.810.600,0	11.955.647,7	6.158.970,0
2038	7.920.000,0	3.810.600,0	12.307.351,0	<b>6.303.568,3</b>
2039	7.920.000,0	3.810.600,0	12.667.143,5	6.303.568,3
2040	7.920.000,0	3.810.600,0	13.035.211,2	6.303.568,3
2041	7.920.000,0	3.810.600,0	13.411.744,5	6.303.568,3
2042	7.920.000,0	3.810.600,0	13.796.938,0	6.303.568,3
2043	7.920.000,0	3.810.600,0	<b>13.881.738,1</b>	6.303.568,3
2044	7.920.000,0	3.810.600,0	13.881.738,1	6.303.568,3
2045	7.920.000,0	3.810.600,0	13.881.738,1	6.303.568,3
2046	7.920.000,0	3.810.600,0	13.881.738,1	6.303.568,3

Tabla 23: Valores de la demanda de tráfico en situaciones SIN proyecto y CON proyecto.



8.3.SHORT SEA SHIPPING: EJEMPLO DE SIMULACIÓN DE RUTAS

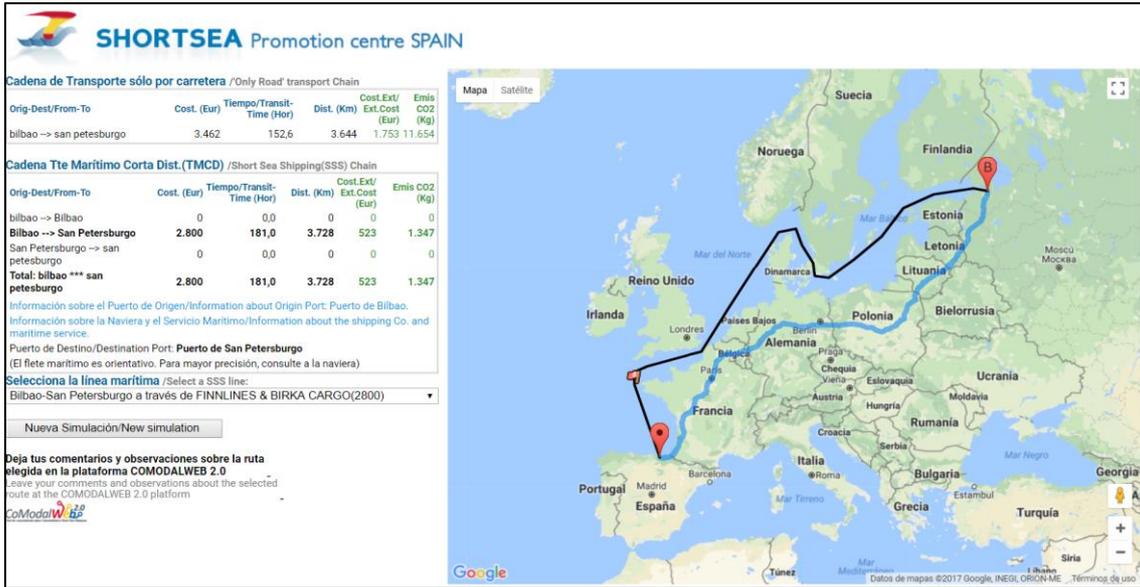


Ilustración 26: Simulación ruta Bilbao-San Petersburgo.  
Fuente: Short Sea Shipping Spain

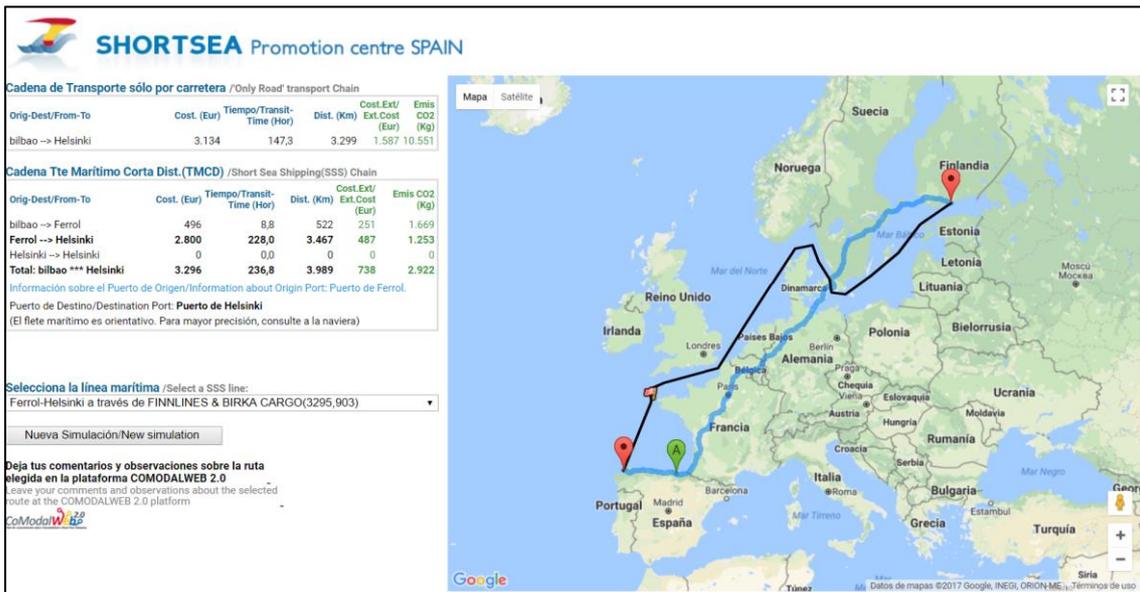


Ilustración 27: Simulación ruta Bilbao-Helsinki.  
Fuente: Short Sea Shipping Spain

### 8.4. CÁLCULO COSTE DIRECTO TRANSPORTE TERRESTRE

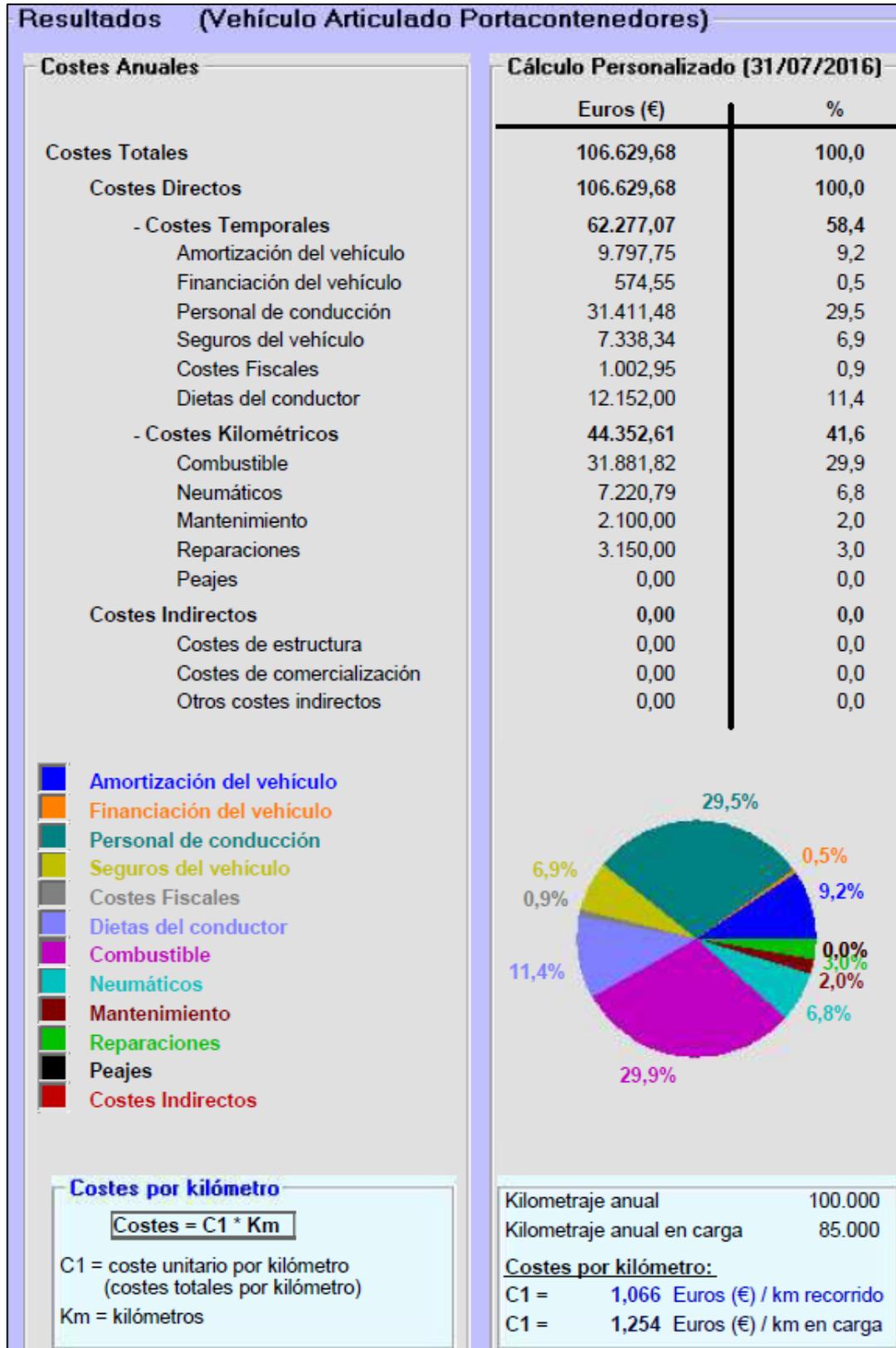


Tabla 24: ACOTRAM, Ministerio de Fomento: Cálculo coste directo transporte terrestre

### 8.5. CÁLCULOS INDICADORES DE RENTABILIDAD POR AGENTES

Autoridad Portuaria		Inicio Obra			Fin 1ª Fase			Fin 2ª Fase																																
Tasa de descuento:		0,035																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046								
SIN PROYECTO	Contenedores (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000								
	Mercancia G.C.(t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600								
Total(t)		9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.346.917	11.596.975	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600									
CON PROYECTO	Contenedores (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	7.920.000	8.033.879	8.571.592	8.845.462	9.125.631	9.412.243	9.705.448	10.005.397	10.312.245	10.626.150	10.947.275	11.275.785	11.611.852	11.955.648	12.307.351	12.667.143	13.035.211	13.411.744	13.796.938	13.881.738	13.881.738	13.881.738	13.881.738								
	Mercancia G.C.(t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.882.345	4.011.163	4.142.944	4.277.756	4.415.668	4.556.753	4.701.082	4.848.731	4.999.776	5.154.296	5.312.368	5.474.077	5.639.505	5.808.738	5.981.863	6.158.970	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568								
Total(t)		9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.418.661	11.797.538	12.185.129	12.581.635	12.987.260	13.402.214	13.826.713	14.260.975	14.705.225	15.159.693	15.624.613	16.100.227	16.586.780	17.084.523	17.593.715	18.114.618	18.610.919	18.970.712	19.338.779	19.715.313	20.100.506	20.185.306	20.185.306	20.185.306	20.185.306								
<b>Inversión (€)</b>																																								
Total																																								
Coste de Construcción (€)		-32.640.000	-16.320.000	-16.320.000	-16.320.000	-32.640.000	-21.760.000																																	
Valor residual (€)																																								
<b>Variación Ingresos (€) Operación</b>																																								
SIN PROYECTO																																								
Tasas Tráfico		13.876.602	14.605.571	15.157.212	15.609.558	16.047.880	16.447.515	16.681.757	16.931.815	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440									
Tasas Concesiones		11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403									
Total		25.011.005	25.739.974	26.291.615	26.743.960	27.182.283	27.581.918	27.816.159	28.066.218	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843									
CON PROYECTO																																								
Tasas Tráfico		13.876.602	14.605.571	15.157.212	15.609.558	16.047.880	16.447.515	16.681.757	16.931.815	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440	17.065.440									
Tasas Concesiones		11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403	11.134.403									
Total		25.011.005	25.739.974	26.291.615	26.743.960	27.182.283	27.581.918	27.816.159	28.066.218	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843	28.199.843									
<b>Calculo Excedentes Ingresos Operación</b>		0	0	0	0	3.122.064	3.122.064	6.416.316	6.725.479	7.163.939	7.749.181	8.347.884	8.960.356	9.596.916	10.227.887	10.889.600	11.554.394	12.240.617	12.942.623	13.660.775	14.395.444	15.147.011	15.915.864	16.614.603	16.974.395	17.342.463	17.718.996	18.104.190	18.188.990	18.188.990	18.188.990									
<b>Variación Costes (€) Operación</b>																																								
Personal (60%)																																								
SIN PROYECTO																																								
Coste Total		-5.002.201	-5.147.995	-5.258.323	-5.348.792	-5.436.457	-5.516.384	-5.632.232	-5.613.244	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969									
CON PROYECTO																																								
Coste Total		-5.002.201	-5.147.995	-5.258.323	-5.348.792	-5.436.457	-5.516.384	-5.632.232	-5.613.244	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969	-5.639.969									
<b>Excedentes Costes Personal</b>		0	0	0	0	-624.413	-624.413	-1.283.263	-1.345.096	-1.432.788	-1.549.836	-1.669.577	-1.792.071	-1.917.383	-2.045.577	-2.176.720	-2.310.879	-2.448.123	-2.588.525	-2.732.155	-2.879.089	-3.029.402	-3.183.173	-3.322.921	-3.394.879	-3.468.493	-3.543.799	-3.620.838	-3.637.798	-3.637.798	-3.637.798									
<b>Energía (15%)</b>																																								
SIN PROYECTO		-1.250.550	-1.286.099	-1.314.581	-1.337.198	-1.359.114	-1.379.096	-1.399.808	-1.403.311	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992									
CON PROYECTO		-1.250.550	-1.286.099	-1.314.581	-1.337.198	-1.359.114	-1.379.096	-1.399.808	-1.403.311	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992	-1.409.992									
<b>Excedentes Costes Energía</b>		0	0	0	0	-156.103	-156.103	-320.816	-336.274	-358.197	-387.459	-417.394	-448.018	-479.346	-511.394	-544.180	-577.720	-612.031	-647.131	-683.039	-719.772	-757.351	-795.793	-830.730	-848.720	-867.123	-885.950	-905.209	-909.449	-909.449										
<b>Otros Costes(25%)</b>																																								
SIN PROYECTO		-2.084.250	-2.144.998	-2.190.968	-2.228.663	-2.265.190	-2.298.493	-2.318.013	-2.338.851	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987									
CON PROYECTO		-2.084.250	-2.144.998	-2.190.968	-2.228.663	-2.265.190	-2.298.493	-2.318.013	-2.338.851	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987	-2.349.987									
<b>Excedentes Otros Costes</b>		0	0	0	0	-260.172	-260.172	-534.693	-560.457	-596.995	-645.765	-695.657	-746.696	-798.910	-852.324	-906.967	-962.866	-1.020.051	-1.078.552	-1.138.398	-1.199.620	-1.262.251	-1.326.322	-1.384.550	-1.414.533	-1.445.205	-1.476.583	-1.508.682	-1.515.749	-1.515.749										
<b>Calculo Excedentes Costes Operación</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	-1.040.688,00	-1.040.688,00	-2.138.771,90	-2.241.826,39	-2.387.979,55	-2.583.060,27	-2.782.627,86	-2.986.785,50	-3.195.638,77	-3.409.295,66	-3.627.866,66	-3.851.464,79	-4.080.205,68	-4.314.207,61	-4.553.591,58	-4.798.481,39	-5.049.003,66	-5.305.287,94	-5.538.200,94	-5.658.131,77	-5.780.821,00	-5.906.332,09	-6.034.729,93	-6.062.996,63	-6.062.996,63										
<b>Excedentes Totales</b>																																								
Sumo EXCEDENTES TOTALES		-32.640.000	-16.320.000	-16.320.000	-16.320.000	-30.558.624	-19.678.624	4.277.544	4.883.693	4.775.959	5.166.121	5.565.256	5.973.571	6.391.278	6.818.591	7.255.733	7.702.930	8.160.411	8.628.415	9.107.183	9.596.963	10.098.007	10.610.576	11.076.402	11.316.264	11.561.642	11.812.664	12.069.460	12.125.993	12.125.993	12.125.993									
EXCEDENTES ACTUALIZADOS		-31.536.232	-15.234.895	-14.719.705	-14.221.937	-25.729.541	-16.008.573	3.362.111	3.404.938	3.504.269	3.662.360	3.811.898	3.953.210	4.086.609	4.212.402	4.330.879	4.442.325	4.547.012	4.645.203	4.737.153	4.823.106	4.903.299	4.977.958	5.020.774																

Consumidor Transporte		Inicio Obra			Fin 1ª Fase			Fin 2ª Fase																											
Tasa de descuento:	0,035	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046			
SIN PROYECTO (Camión y barco)	Contenedores Barco (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	
	Excedente Contenedores (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	122.185	383.879	651.592	925.462	1.205.631	1.492.243	1.785.448	2.085.397	2.392.245	2.706.150	3.027.275	3.356.785	3.691.852	4.035.648	4.387.351	4.747.143	5.115.211	5.491.744	5.876.938	5.961.738	5.961.738	5.961.738	5.961.738	5.961.738		
	Mercancía G.C. Barco (t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600
	Excedente Mercancía G.C. (t)	0	0	0	0	0	0	71.745	200.563	332.344	467.156	605.068	746.153	890.482	1.038.131	1.189.176	1.343.696	1.501.768	1.663.477	1.828.905	1.998.138	2.171.263	2.348.370	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	
Total Barco (t)	9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.346.917	11.596.975	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600	11.790.600		
Total Excedente (t)	0	0	0	0	0	0	71.745	200.563	332.344	467.156	605.068	746.153	890.482	1.038.131	1.189.176	1.343.696	1.501.768	1.663.477	1.828.905	1.998.138	2.171.263	2.348.370	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968		
CON PROYECTO (Todo barco)	Contenedores (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	8.042.185	8.303.879	8.571.592	8.845.462	9.125.631	9.412.243	9.705.448	10.005.397	10.312.245	10.626.150	10.947.275	11.275.785	11.611.852	11.955.648	12.307.351	12.667.143	13.035.211	13.411.744	13.796.938	13.881.738	13.881.738	13.881.738	13.881.738	13.881.738		
	Mercancía G.C. (t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.823.345	4.011.163	4.142.944	4.277.756	4.415.668	4.556.753	4.701.082	4.848.731	4.999.776	5.154.296	5.312.368	5.474.077	5.639.505	5.808.738	5.981.863	6.158.970	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568		
	Total(t)	9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.418.661	11.797.538	12.185.129	12.581.635	12.987.260	13.402.214	13.826.713	14.260.975	14.705.225	15.159.693	15.624.613	16.100.227	16.586.780	17.084.523	17.593.715	18.114.618	18.610.919	18.970.712	19.338.779	19.715.313	20.100.506	20.185.306	20.185.306	20.185.306	20.185.306	20.185.306		
	Excedente Excedentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<b>Coste Transporte (€)</b>																																			
Marítimo																																			
€/TEU	650																																		
€/t*km	0,04																																		
Carretera																																			
€/km	1,06																																		
1 Camión (t)	22																																		
€/km*t	0,048																																		
SIN PROYECTO	0	0	0	0	0	0	4.059.595	11.348.609	25.718.970	48.154.747	71.106.545	94.586.236	118.605.959	143.178.136	168.315.473	194.030.968	220.337.921	247.249.933	274.780.921	302.945.122	331.757.099	361.231.752	389.314.360	409.672.772	430.499.428	451.805.096	473.600.796	478.399.105	478.399.105	478.399.105	478.399.105				
CON PROYECTO	0	0	0	0	0	0	3.587.992	10.030.241	22.731.199	42.560.612	62.846.102	83.598.157	104.827.510	126.545.139	148.762.272	171.490.400	194.741.275	218.526.920	242.859.634	267.752.002	293.216.893	319.267.477	344.087.729	362.081.106	380.488.330	399.318.920	418.582.614	422.823.504	422.823.504	422.823.504	422.823.504				
Calculo Excedentes Coste Transporte	0	0	0	0	0	0	-471.603	-1.318.367	-2.987.772	-5.594.135	-8.260.444	-10.988.078	-13.778.449	-16.632.997	-19.553.200	-22.540.568	-25.596.646	-28.723.013	-31.921.286	-35.193.120	-38.540.206	-41.964.275	-45.226.630	-47.591.666	-50.011.098	-52.486.176	-55.018.182	-55.575.601	-55.575.601	-55.575.601	-55.575.601				
<b>Ahorro Tiempo (€)</b>																																			
Marítimo																																			
(€/hora*ton)	1,472256																																		
Carretera																																			
(€/hora*ton)	3,752208																																		
Coste tiempo SIN PROYECTO (EXCEDENTE)		0	0	0	0	0	8.138.291	22.750.612	51.558.947	96.536.058	142.547.643	189.617.494	237.769.952	287.029.916	337.422.860	388.974.841	441.712.518	495.663.161	550.854.669	607.315.582	665.075.096	724.163.079	780.460.420	821.273.030	863.024.329	905.735.909	949.429.855	959.049.050	959.049.050	959.049.050	959.049.050				
Coste tiempo CON PROYECTO (EXCEDENTE)		0	0	0	0	0	6.831.521	19.097.533	43.280.098	81.035.209	119.658.687	159.170.506	199.591.096	240.941.360	283.242.681	326.516.931	370.786.489	416.074.247	462.403.624	509.798.576	558.283.612	607.883.804	655.141.449	689.400.755	724.448.025	760.301.382	796.079.366	805.054.002	805.054.002	805.054.002	805.054.002				
Calculo Excedentes Tiempo (Negativo=beneficio)	0	0	0	0	0	0	-1.306.770	-3.653.079	-8.278.849	-15.500.849	-22.888.956	-30.446.988	-38.178.856	-46.088.556	-54.180.179	-62.457.910	-70.926.029	-79.588.914	-88.451.046	-97.517.006	-106.791.484	-116.279.275	-125.318.971	-131.872.275	-138.576.304	-145.434.527	-152.450.488	-153.995.048	-153.995.048	-153.995.048	-153.995.048				
Calculo Excedentes TOTAL (Negativo=beneficio)	0	0	0	0	0	0	-1.778.373	-4.971.446	-11.266.621	-21.094.984	-31.149.400	-41.435.067	-51.957.304	-62.721.553	-73.733.380	-84.998.478	-96.522.674	-108.311.927	-120.372.332	-132.710.126	-145.331.690	-158.243.550	-170.545.601	-179.463.941	-188.587.402	-197.920.703	-207.468.670	-209.570.649	-209.570.649	-209.570.649	-209.570.649				
Calculo Excedentes TOTAL (€) Excedentes TOTAL	0	0	0	0	0	0	1.778.373	4.971.446	11.266.621	21.094.984	31.149.400	41.435.067	51.957.304	62.721.553	73.733.380	84.998.478	96.522.674	108.311.927	120.372.332	132.710.126	145.331.690	158.243.550	170.545.601	179.463.941	188.587.402	197.920.703	207.468.670	209.570.649	209.570.649	209.570.649	209.570.649				

Sociedad		Inicio Obra			Fin 1ª Fase			Fin 2ª Fase																										
Tasa de descuento:	0,035	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046		
SIN PROYECTO (Camión y barco)	Contenedores Barco (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	
	Excedente Contenedores (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122.185	383.879	651.592	925.462	1.205.631	1.492.243	1.785.448	2.085.397	2.392.245	2.706.150	3.027.275	3.355.785	3.691.852	4.035.648	4.387.351	4.747.143	5.115.211	5.491.744	5.876.938	5.961.738	5.961.738	5.961.738		
	Mercancía G.C. Barco (t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600	3.810.600
	Excedente Mercancía G.C. (t)	0	0	0	0	0	0	0	71.745	200.563	332.344	467.156	605.068	746.153	890.482	1.038.131	1.189.176	1.343.696	1.501.768	1.663.477	1.828.905	1.998.138	2.171.263	2.348.370	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968	2.492.968
	Total Barco (t)	9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.346.917	11.596.975	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600	11.730.600
Total Excedente (t)	0	0	0	0	0	0	0	71.745	200.563	454.529	851.035	1.256.660	1.671.614	2.096.113	2.530.375	2.974.625	3.429.093	3.894.013	4.369.627	4.856.180	5.353.923	5.863.115	6.384.018	6.880.319	7.240.112	7.608.179	7.984.713	8.369.906	8.454.706	8.454.706	8.454.706	8.454.706		
CON PROYECTO (Todo barco)	Contenedores (t)	6.372.959	6.530.947	6.777.615	6.979.884	7.175.881	7.354.580	7.536.317	7.786.375	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	7.920.000	
	Mercancía G.C.(t)	3.126.518	3.364.427	3.491.499	3.595.698	3.696.666	3.788.723	3.882.345	4.011.163	4.142.944	4.277.756	4.415.668	4.556.753	4.701.082	4.848.731	4.999.776	5.154.296	5.312.368	5.474.077	5.639.505	5.808.738	5.981.863	6.158.970	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	6.303.568	
	Total(t)	9.499.477	9.895.374	10.269.114	10.575.581	10.872.548	11.143.303	11.418.661	11.797.538	12.185.129	12.581.635	12.987.260	13.402.214	13.826.713	14.260.975	14.705.225	15.159.693	15.624.613	16.100.227	16.586.780	17.084.523	17.593.715	18.114.618	18.610.919	18.970.712	19.338.779	19.715.313	20.100.506	20.185.306	20.185.306	20.185.306	20.185.306		
<b>Reducción accidentalidad (€)</b>																																		
Índice Peligrosidad	5,6																																	
IMD (veh.pesados/día)	4000																																	
Victimas/km																																		
Mortales	0,01																																	
Heridas Graves	0,05																																	
Heridas Leves	0,55																																	
€/Victima 2016																																		
Mortales	1.472.800																																	
Heridas Graves	230.388																																	
Heridas Leves	6.417																																	
C.cacc	€/año																																	
1% * C.cacc	0,01	0	0	0	0	429.647	429.647	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294	859.294		
<b>Coste de Emisiones (€) 2015</b>																																		
<i>Marítimo</i>																																		
Emisiones (g CO2/tkm)	20																																	
Precio CO2 (€/t)	4,925																																	
<i>Carretera</i>																																		
Emisiones (g CO2/tkm)	50																																	
Precio CO2 (€/t)	4,925																																	
SIN PROYECTO		0	0	0	0	0	0	20.749	58.003	131.451	246.121	363.428	483.434	606.199	731.789	860.266	991.699	1.126.155	1.263.703	1.404.415	1.548.363	1.695.622	1.846.268	1.989.800	2.093.852	2.200.298	2.309.192	2.420.590	2.445.115	2.445.115	2.445.115	2.445.115		
CON PROYECTO		0	0	0	0	0	0	8.601	24.045	54.491	102.027	150.655	200.402	251.294	303.355	356.615	411.099	466.836	523.855	582.186	641.858	702.903	765.352	824.851	867.985	912.111	957.252	1.003.431	1.013.597	1.013.597	1.013.597	1.013.597		
Calcula Excedentes CO2		0	0	0	0	0	0	-12.148	-33.959	-76.959	-144.094	-212.773	-283.031	-354.906	-428.433	-503.652	-580.600	-659.319	-739.848	-822.229	-906.505	-992.719	-1.080.917	-1.164.949	-1.225.867	-1.288.187	-1.351.940	-1.417.159	-1.431.518	-1.431.518	-1.431.518	-1.431.518		
(Negativo=beneficio)	<i>L/EXCEDENTE</i>	0	0	0	0	0	0	12.148	33.959	76.959	144.094	212.773	283.031	354.906	428.433	503.652	580.600	659.319	739.848	822.229	906.505	992.719	1.080.917	1.164.949	1.225.867	1.288.187	1.351.940	1.417.159	1.431.518	1.431.518	1.431.518	1.431.518		
<b>Suma EXCEDENTES TOTALES</b>		0	0	0	0	429.647	429.647	871.442	893.253	936.253	1.003.388	1.072.067	1.142.325	1.214.200	1.287.727	1.362.946	1.439.895	1.518.613	1.599.142	1.681.523	1.765.799	1.852.014	1.940.211	2.024.243	2.085.161	2.147.481	2.211.234	2.276.454	2.290.812	2.290.812	2.290.812	2.290.812		



École des Ponts

ParisTech

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

2017-2018

Projet de Fin d'Etudes

Département Génie Civil et Construction

María de Prado Corral

M. Saúl Torres Ortega et M. Rogelio Olavarri Fernández (UC)

Mme. Claire Eveno (ENPC)

Double Diplôme

Analyse Socioéconomique

Projet d'agrandissement du port de marchandises de Bilbao

Projet réalisé au sein de l'Université de Cantabrie

Avda de los Castros, 44, 39005 Santander, Cantabria (Espagne)

## Abstract

### “Socio-economic analysis of the extension of the Port of Bilbao”

**Author:** María de Prado Corral

**Directors:** Saúl Torres Ortega (UC), Rogelio Olavarri Fernández (UC) and Claire Eveno (ENPC)

**Date:** Santander, December 2017

**Keywords:** Cost-Benefit Analysis, socio economic analysis, investment, viability, performance indicator, NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), critical variables, sensitivity analysis, risk assessment, Spanish Port System, maritime transport, port of Bilbao.

#### Abstract:

In 1990 the first Extension Project of the Port of Bilbao was drafted, with a view to creating a large dock sheltered by the dams of Zierbena and Santurtzi and to generate new port esplanades. Since then, the positive expectations of the increase in traffic’s merchandise in the Port, together with the need to expand the port terminals in Bilbao, because of the disaffection of the areas located upstream of the Nervión river, boosted the development of various works of expansion. The project of the Central Terminal, named like this due to its location in the centre of the basin, constitutes the last phase of this expansion project launched in the 90s.

Currently, according to the data collected from the Port Authority, the occupation rate of the port terminals is close to 80%. The significant increase in traffic expected for the next years and the continuous demand for ground suggest that, if new ground is not created, by 2022 the Port will reach the maximum of its capacity. Thus, thanks to the current project, useful land will be gained avoiding the loss of opportunities. The Port Authority foresees that the new space will be used to accommodate general cargo and containerized merchandises, as well as potential new traffics.

The new Terminal will be constituted by three perimeter docks (Docks A-4, A-5 and A-6) and will have a total area of 600,000 m<sup>2</sup>. Its location and the analysis of alternatives, attempt to make the best use of the space available without compromising the operability of the adjoining docks. As a result of the aforementioned study, the most suitable alternative was

selected, leading to a vertical facing solution formed by caissons made of reinforced concrete. The project will be executed in two phases.

Furthermore, regarding the total cost of the extension works, the investment goes up to 170 million euros of which 60% would correspond to the execution of the first phase, and the remaining 40% to the second phase. Moreover, 20% of the total cost will be subsidized by the European Commission. In terms of planning, the expected construction period is 55 months; whereof 39 would be required for the first phase and the remaining 16 for the second. Currently, it has only been granted to the construction of the first phase, whose execution period began in June 2016 when the Certificate of the Layout Verification was signed.

The main objective of this work is the study of the socioeconomic profitability of the investment made for the works of the new Terminal. In order to achieve this, the study has been based on the Cost-Benefit Analysis methodology, a method that seeks to quantify in monetary terms the effects that the realization of a specific investment project would have on the affected society. In other terms, it tries to estimate the losses and profits generated because of the realization of the project versus the non-construction alternative, so as to compare the projects and determine the social benefit. Consequently, the document is structured in the following sections:

First, the opening chapter develops the methodology, principles, and procedures to be followed for the cost-benefit analysis. The results of this analysis will be used in the final stage as an aid to decision-making and to achieve a more efficient use of the public resources. On the other hand, the Cost-Benefit Analysis seeks to evolve from the vision of the investments as constructive projects only, towards a concept of productive investments. In this same section, the two working guides whose recommendations and criteria have been used to carry out the study will also be introduced: The first one is the "Guide for the Cost-Benefit Analysis of investment projects", published by the European Commission and the second one is the "Port Investments Evaluation Method", elaborated by the Spanish Ports Authority.

The second chapter presents a detailed description of both the Spanish Port System and the Port of Bilbao. Consequently, firstly, the main features of the Spanish Port System, its Port Authorities, and the Landlord model for the management of the Spanish ports have been described. Subsequently, a deep study of the port of Bilbao, its background and its conditions are presented. All this, seeks to introduce us in the context of the project, to be able to understand its interaction with each agent and the outside. On the other hand, this second chapter also contains a section where the extension project is described: its direct and indirect objectives, its perimeter of affectation, its basic characteristics and finally the demand projections have been made for the affected traffics based on socioeconomic parameters.

Finally, and once the methodology to be employed and the project have been fully described, the application of the ACB method to the main project is carried out. To this effect, first of all it is necessary to define certain parameters such as: the discount rate, the time

horizon, and the base year of the study. Based on recommendations from the previously mentioned guides, the discount rate has been established at 3.5%, the time horizon is set at 30 years, and the useful life of the project in 50 years. Finally, the reference year has been established in 2016, the year in which construction began.

After this stage of preparation for calculations, the types of agents on which the investment can take effects have been identified and both the revenues and the costs associated with the project obtained. At this point it is important to highlight the differential approach for the calculation: the effects have been calculated through the differences in values between the situations with and without project and, subsequently, these surpluses (benefits or losses) are added for the calculation of the indicators of profitability. Some of these effects are directly measured in monetary units, however, others must be transformed into monetary terms to make the calculation. Once all the annual surpluses have been obtained for each agent, the results are calculated.

The first values obtained are the profitability indicators: The Net Present Value (NPV) or the result of adding all the annual surplus, discounted to the reference year with the discount rate and the Internal Rate of Return (IRR):

-Port Authority

<b>NPV</b>	21.039.224 €
<b>IRR</b>	4.43%

-Society

<b>NPV</b>	1.343.142.882 €
<b>IRR</b>	19%

The obtained results for the Port Authority, from an economic point of view are 21,039,224 € from NPV and 4.43% from IRR. Analysing the positive value of the NPV, it can be initially deduced that the investment could be profitable for the Port Authority because this institution would recover all the investment and, in addition, generate benefits thanks to the project. Despite this, the low value of 4.43% obtained for the IRR, although it is above the discount rate of 3.5%, could raise doubts about the interest of the project for the operator. As in many public investment projects, the profitability for the investor does not seem very high, as it does not exceed the 5% barrier from which the project would be attractive for this agent. On the other hand, studying the expected profitability values for the totality of the agents; or in other words, if we add the social criteria to the study, we observe that the value of both the NPV and the IRR grow a lot with respect to the previous ones. Consequently, the project becomes very profitable based on socioeconomic criteria. For this reason, in public projects de Prado Corral María – Département Génie Civil et Construction

where resources are required to achieve benefits to the population, it is very important to evaluate not only the economic effects but also the social surpluses, where other benefits and profits that society can receive with its execution are reflected.

To continue, a Sensitivity Analysis has been carried out to find the critical variables whose variations with respect to what has been considered in the baseline scenario have a greater impact on the profitability indicators. For the current case of study, these are the growth of traffic, the discount rate, the savings in transport time and the saving of direct cost of the transport. It has been observed that the variable that plays the most important role in the profitability of the project is the demand; while the others have a less significant impact. Additionally, through a complementary study, it has been calculated the minimum value of the demand that would make the project to stop being profitable, or what is the same, the total NPV equal to zero. The results show that this value should be 0.17% of year-on-year growth in traffic or, what is the same, an annual real GDP growth of 0.12. Both are very low values, more normal for periods of crisis and both have a low probability of occurrence for long periods of time, or for the total time horizon. Therefore, the NPV with very high probabilities will be positive, so the project profitable. On the other hand, and in relation to these ideas, through the data obtained in the Scenario Analysis, which seeks to simulate pessimistic and optimistic situations with respect to the baseline scenario, it can be seen that the project will generate a positive NPV, that is, it would remain profitable, even for pessimistic scenarios.

To conclude, a Risk Analysis has been carried out. In this analysis, the variables will vary randomly 500 times according to their probabilistic distributions (uniform or triangular), within a fixed range. For the totality of iterations carried out, the value of the NPV is positive, which indicates that the project will be profitable from the socioeconomic point of view. The accumulated probability confirms this theory and it is observed that with a 90% probability the NPV is higher than 1,250,000,000 € value of the NPV of the pessimistic scenario.

In view of everything presented, it can be concluded that the expansion project of the Central Terminal is very profitable based on socioeconomic criteria. Thus, this construction considered a strategic work for the Port of Bilbao, will be able to achieve its objectives: Avoid its congestion, allow it to continue growing, help the port to maintain its position as a reference port in the Bay of Biscay and to generate wealth and employment for the Basque region.

## Table des matières

Abstract .....	2
Table des matières .....	6
1. Introduction .....	8
2. Méthodologie .....	9
2.1. Analyse du contexte et des objectifs du projet .....	9
2.2. Analyse des alternatives .....	9
2.3. Définition du projet .....	9
2.4. Analyse Economique.....	10
2.5. Analyse de sensibilité, scénarios et risques.....	10
3. Le port de Bilbao.....	12
3.1. Le système portuaire espagnol .....	12
3.2. Le port de Bilbao et les objectifs du projet .....	12
3.2.1. Définition du projet .....	13
4. Analyse Socioéconomique .....	14
4.1. Définition paramètres principaux.....	14
4.2. Presentation des agents et quantification des effets .....	14
4.2.1. L'Autorité Portuaire (AP) .....	14
4.2.2. Clients du service de transport.....	15
4.2.3. Société .....	15
4.2.4. Activité économique .....	16
5. Résultats .....	17
5.1. Calcul des indicateurs de rentabilité.....	17
5.1.1. Valeur actuelle nete (VAN).....	17
5.1.2. Taux de rentabilité interne (TRI) .....	17
5.2. Analyse de sensibilité.....	18
5.3. Analyse de scénarios .....	18
5.2. Analyse du risque .....	18
6. Conclusion.....	19
7. Bibliographie.....	21

de Prado Corral María – Département Génie Civil et Construction 6

Annexes .....	23
1. Caractéristiques du port de Bilbao .....	24
2. Identification des agents et calcul des effets .....	27
3. Résultats: Calculs des indicateurs de rentabilité .....	31

# 1. Introduction

---

L'objectif principal de cette étude s'agit de la réalisation de l'analyse de rentabilité et viabilité socioéconomique du projet d'agrandissement du port de marchandises de Bilbao ; port que déjà de nos jours présente des taux d'occupation assez élevés. Le projet connu comme « le nouveau terminal central », vis à achever le grand projet d'ampliation du port débuté en 1990. Cet investissement de 170 millions d'euros financé au 20% par la Commission Européenne consiste à augmenter la surface portuaire de 600 000 m<sup>2</sup> et la longueur totale de la ligne d'amarrage pour la réception des marchandises générales non conteneurisées et des marchandises conteneurisées.

Les calculs de rentabilité du projet seront effectués selon la méthode ACB ou analyse coûts-avantages. Cette évaluation vise à quantifier en termes monétaires les effets que la réalisation d'un projet d'investissement spécifique a sur une société. À cette fin, les pertes et les gains provoqués par la réalisation du projet sont évalués par rapport à l'alternative de non construction, afin de comparer les projets et de déterminer ses avantages socioéconomiques. Cette analyse tient en compte non seulement les avantages et les coûts directs, mais aussi les avantages indirects et intangibles, tels que les effets sur l'environnement, les impacts qualitatifs sur le service ...

Les sections qui suivent cherchent à décrire et à appliquer la méthodologie ACB pour l'évaluation socio-économique du projet, en tenant en compte les recommandations des deux documents suivants :

-Guide pour l'Analyse Coût-Avantage des projets d'investissement, publiée par la Commission Européenne, décembre 2014. Ce guide apparaît comme un outil de travail à caractère européenne, dont l'objectif principal est d'établir des bases solides et objectives pour l'évaluation des projets d'investissement.

-Méthode d'évaluation des investissements portuaires (Meipor 2016), élaborée par l'institution publique espagnole « Ports de l'Etat », mai 2016. La guide Meipor présente une méthodologie pour évaluer la rentabilité financière et économique des projets d'investissement promus par les autorités portuaires espagnoles. Du même, ce document cherche à obtenir la plus grande cohérence possible avec les recommandations européennes, sans perdre de vue les particularités du secteur portuaire espagnol.

## 2. Méthodologie

---

Pour l’élaboration de l'analyse de rentabilité de l’investissement, une méthodologie en cinq étapes est définie :



### 2.1. Analyse du contexte et des objectifs du projet

Lors de l'évaluation d'un projet d'investissement, il est conseillé de commencer par la description conceptuelle du même, de ses objectifs et du contexte dans lequel il s’inscrit. Il s'agit de poser les bases de départ qui motivent l’exécution du projet ; et aussi de répondre à la question « Pour quoi le projet est-il promu ? ». La réponse à cette question ne doit pas rester uniquement dans l'élément physique, mais nécessite de traiter ce projet dans son contexte économique, social et institutionnel. L’analyse se concentre sur trois aspects fondamentaux :

- Description conceptuelle du projet et définition de ces objectifs.
- Contexte socioéconomique.
- Cohérence avec les politiques de transport dans le cadre national et européen.

### 2.2. Analyse des alternatives

Après avoir défini les objectifs, l'étape suivante consiste à identifier les différentes alternatives qui pourraient garantir son accomplissement. Pour l’analyse des alternatives, il faut fixer la situation sans projet comme scénario de référence, pour après étudier les caractéristiques principales et risques potentiels de l’ensemble d'alternatives de la situation avec projet. En dernier lieu, l'option la plus favorable sera sélectionnée.

### 2.3. Définition du projet

Les principaux points à traiter concernant l’alternative sélectionnée sont les suivants :

- Caractéristiques techniques du projet.
- Prévisions de la demande : L'évolution de la demande influencera notablement sur les coûts d'investissement et affectera les revenus et les coûts d'exploitation. On peut donc affirmer qu'elle s’agit de la variable clé pour l'évaluation de la rentabilité économique. La méthodologie utilisée pour son calcul doit être clairement décrite.
- Identification des agents : Les agents d’étude sont les entités sur lesquelles tombent les effets socioéconomiques du projet. On distingue les types suivants : Opérateurs, clients ou consommateurs, société ou communauté et l’administration publique.

- Introduction aux effets produits : Ces effets, sont compris comme l'ensemble des impacts que les agents reçoivent en raison de l'exécution du projet. Ils peuvent être classés en directs et indirects. Les premiers sont ceux qui affectent les agents liés au projet de façon directe, et les deuxièmes sont ceux dérivés de l'impact sur le reste de l'économie des effets directs.

## 2.4. Analyse Economique

L'objectif de cette étape est d'évaluer d'un point de vue économique les effets générés par le projet sur chacun des agents, pendant l'horizon temporel d'étude et par rapport à l'année de référence. De même, l'analyse nécessitera d'une approche différentielle, selon laquelle la quantification des avantages et des coûts sera évaluée à travers des différences entre les situations avec et sans projet.

- *Calcul de la valeur actuelle nette (VAN)*

La VAN est la somme de la variation annuelle de l'excédent total du projet au cours de son horizon temporel, à prix constants et actualisée à l'année de base à partir du taux social d'actualisation.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{(\Delta E_{total})_t}{(1 + i_{social})^t}$$

- *Calcul du taux de rentabilité interne (TRI)*

Le TIR est défini comme le taux d'actualisation économique qui rend la VAN nulle. Cet indicateur montre la capacité du projet de générer un excédent social positif, qui permettra de récupérer les coûts d'investissement.

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{(\Delta E_{total})_t}{(1 + TIR(I))^t}$$

- *Critères pour l'acceptation du projet*

Un projet d'investissement maritime-portuaire sera considéré satisfaisant si la VAN calculée est positive et si le taux de rentabilité interne est supérieur au taux social d'actualisation.

## 2.5. Analyse de sensibilité, scénarios et risques

L'objectif de ces trois analyses est d'évaluer la probabilité du projet d'investissement d'avoir un rendement approprié, même si les conditions varient de celles initialement proposées.

- ***Analyse de sensibilité***

L'objectif principal de cette étape est d'identifier les variables critiques, à partir d'une étude des élasticités ; c'est-à-dire les variables dont leurs variations par rapport à la valeur considérée dans le scénario de référence ont un impact plus important sur les indicateurs de rentabilité.

- ***Analyse des scénarios***

Cette analyse est basée sur l'étude de différents scénarios (scénario de base, optimiste et pessimiste) construits par l'attribution de différentes valeurs aux variables critiques, afin d'analyser les variations des indicateurs de rentabilité.

- ***Analyse des risques***

Cette étude sert à analyser la distribution probabiliste des indicateurs de rentabilité ; c'est-à-dire à évaluer la probabilité du projet d'avoir une performance satisfaisante. Pour cela, les distributions probabilistes des indicateurs seront étudiées à l'aide de techniques de simulation telles que la méthode de Monte Carlo.

- ***Evaluation du niveau de risque acceptable***

Cette dernière analyse permet d'évaluer si les hypothèses et résultats du scénario de base sont logiques, conservatrices ou trop optimistes. Cela peut être fait à partir des valeurs de probabilité cumulative de la VAN.

## 3. Le port de Bilbao

---

### 3.1. Le système portuaire espagnol

L'importance des ports maritimes pour le développement du commerce est particulièrement significative dans le cas d'un pays comme l'Espagne, pays situé le long des principales routes maritimes, et avec plus de 8.000 kilomètres de côte.

L'Espagne est liée commercialement et logistiquement à la mer grâce à ses ports. 46 d'entre eux sont considérés « d'intérêt général », et ils sont gérés par 28 Autorités Portuaires. Tout cela constitue le Système Portuaire Espagnol. Ce système dépend directement de l'État et sa coordination et son contrôle correspondent à l'organisme publique de Ports de l'État. D'autre part, ces ports sont gérés selon le modèle « landlord », c'est-à-dire l'Autorité Portuaire s'occupe de la planification et de la gestion des infrastructures portuaires, et en outre, de la régulation des services portuaires, dont leur fourniture correspond au secteur privé.

### 3.2. Le port de Bilbao et les objectifs du projet

Le port de Bilbao, grâce à ses conditions physiques et à sa position stratégique, est l'un des centres de transport et de logistique les plus importants de l'Arc Atlantique européen et par volume de tonnes déchargés le plus important de la côte cantabrique et le sud-ouest de la France. Sa zone d'influence avec plus de 20 millions de personnes dans un rayon de 400 kilomètres inclut la péninsule ibérique et le sud de la France.

Cela fut au cours de l'année 1990 quand le premier projet d'expansion du port de Bilbao fut rédigé. Ce projet envisageait la création d'un grand quai destiné à abriter des esplanades portuaires. Par ailleurs, au cours des années des nouveau projet d'expansion ont eu lieu jusqu'à atteindre le projet du nouveau terminal central, lequel permettra de culminer cet agrandissement.

De nos jours, selon l'Autorité Portuaire, le taux d'occupation du port est proche au 80%. En outre, l'augmentation du trafic prévue pour les années à venir et la demande des nouveaux terrains portuaires font prévoir que, si le port n'augmente pas sa capacité, il atteindra son plafond pendant l'année 2022. L'Autorité Portuaire a déjà prévu que les 600 000 m<sup>2</sup> gagnés grâce au nouveau terminal seront utilisés pour la réception des marchandises générales non conteneurisées et des marchandises conteneurisées.



Image 1: Emplacement du projet. Source : AP Bilbao

### 3.2.1. Définition du projet

Le nouveau projet avec 600 000 m<sup>2</sup> de surface totale, permettra l'augmentation de la capacité portuaire de façon significative, afin d'éviter sa stagnation dans les années qui suivent et d'éviter la perte de nouvelles opportunités commerciales.

Sur le plan qualitatif, l'objectif principal du projet est de réduire la congestion du trafic actuel des deux types de marchandises affectées et de permettre l'exploitation des volumes de trafic plus élevés. Sur le plan quantitatif, l'objectif principal passe par augmenter la capacité des installations portuaires afin de pouvoir gérer des volumes de trafic de 2,2 millions de tonnes de marchandises conventionnelles par an et 488 000 conteneurs, avec des niveaux de service appropriés.

La solution retenue pour ce projet s'agit d'un quai rectangulaire de dimensions 694 m x 665 m avec une section du type quai vertical formée par des caissons multicellulaires en béton armé. D'autre part, concernant le phasage et selon des critères de rationalisation, cette infrastructure sera construite en deux phases. Cela permettra à l'Autorité Portuaire de commencer son exploitation même si la deuxième phase est toujours en phase d'exécution.

En dernier lieu, le coût total des travaux est de 170 millions d'euros, dont le 60% est destiné à l'exécution de la première phase et le 40% restant à la deuxième. Par ailleurs, la Commission Européenne subventionne le 20% du coût total de l'investissement. La durée totale des travaux est de 55 mois : 39 mois seront employés pour la première phase et 16 mois pour la seconde.

## 4. Analyse Socioéconomique

---

### 4.1. Définition paramètres principaux

Taux d'actualisation	3.5%
Année de base	2016
Horizon temporel	30 ans
Durée de vie du projet	50 ans

En outre, il est important de souligner le caractère différentiel du calcul, pour pouvoir calculer les bénéfices ou pertes obtenus par rapport à la situation de non-exécution de l'investissement :

$$\text{Bénéfices/Coûts annuels (€)} = \text{€effet (AVEC projet)} - \text{€effet (SANS projet)}$$

### 4.2. Présentation des agents et quantification des effets

La section « Annexes » présente les principales valeurs employées pour les calculs des couts-avantages de chaque agent.

#### 4.2.1. L'Autorité Portuaire (AP)

Elle s'agit du principal agent à étudier. Elle sera en charge de déboursier le montant de l'investissement et aussi sera le principal agent affecté par la rentabilité économique du projet.

- Investissement :

Les travaux d'exécution en deux phases sont évalués à 170 millions d'euros.

- Revenus d'exploitation :

Les revenus d'exploitation sont les entrées de trésorerie générées par l'exploitation du projet et permettent de compenser les sorties liées aux coûts d'investissement et d'exploitation. Ce calcul, est basé sur les projections de demande faites sur l'horizon temporel de 30 ans. Dans le cas de l'A.P., ces recettes seront générées par la perception des taxes portuaires tant pour les navires que pour les compagnies concessionnaires du domaine public.

- Coûts d'opération :

Ces coûts sont donnés par les sorties de trésorerie prévus par l'Autorité Portuaire pour le bon fonctionnement de l'infrastructure. Ils peuvent être désagrégés par types : Coûts de personnel, coûts d'énergie et des autres coûts. Ces valeurs ont été obtenus à partir des comptes de résultats du Port pour l'année 2016.

#### 4.2.2. Clients du service de transport

La variation du coût de transport avec et sans projet, est dû aux variations du coût direct du transport et aux variations du temps total de transport. Pour pouvoir effectuer ces calculs, il est nécessaire d'établir certaines hypothèses :

- Pour la situation AVEC projet toutes les marchandises seront transportées par navire
- Pour la situation SANS projet, le volume de trafic que le port ne sera pas capable d'accueillir pourra suivre deux chemins : Les marchandises dont leur lieu d'origine ou destination est le continent européen, seront transportés par route. D'autre part, tout le trafic restant continuera à être transporté par bateau. Ainsi, les bénéfices entre situations avec et sans projet proviendront de ce pourcentage de trafic excédentaire qui sera transporté par camion.
- Les ports principaux reliés au port de Bilbao concernant le trafic de marchandises, ont été obtenus à partir des données du site espagnol pour le « Short Sea Shipping ».

- Coût direct du transport :

Cette variation est liée à un changement du prix unitaire payé par les clients aux fournisseurs des services de transport ou aux opérateurs des infrastructures. Il faudrait comparer les coûts directs du transport routière et maritime.

- Gain de temps :

La réalisation du projet d'investissement peut entraîner une variation du temps de transport ; normalement il s'agit d'une économie. Pour intégrer cet effet dans l'analyse, il est nécessaire d'estimer le coût du temps des marchandises par mode de transport.

- Améliorations qualitatives du service :

En plus des effets quantifiables numériquement, on peut également identifier des effets qualitatifs qui seront perçus par les clients ; par exemple : l'amélioration du service, du confort.... La prise en compte de ces effets est nécessaire pour l'évaluation du projet même si parfois il est difficile de leur attribuer une valeur monétaire. Dans ce projet on ne quantifiera pas ces effets.

#### 4.2.3. Société

La société est formée par des individus qui assument les coûts ou les avantages liés au projet. Ont appelé à ces effets externalités :

- Effets sur la sécurité et la santé : Accidentalité

Le principal sous-effet en lien avec la santé et la sécurité, est lié aux coûts des accidents pendant le transport. Dans la situation sans projet, tout le trafic sera du transport routier et aura un haut risque d'accidents. Tandis que dans la situation avec projet, ce coût sera

très réduit en raison du faible taux d'accidents du transport maritime. Ainsi, il a été estimé que la diminution annuelle des accidents serait du 1% grâce au projet d'agrandissement du port et à la diminution du nombre des camions circulant par les voies.

- Effets environnementaux : émissions de CO<sub>2</sub> :

Les effets environnementaux sont ceux qui provoquent des impacts directs sur l'environnement physique et indirectement sur la société. Pour le projet traité, le principal sous-effet est les émissions de CO<sub>2</sub> lors de la combustion des carburants. C'est à partir de ces taux d'émission pour chaque moyen de transport que les avantages en termes d'émissions seraient obtenus grâce à l'utilisation de navires au lieu des camions.

#### **4.2.4. Activité économique**

Le projet d'agrandissement aidera non seulement à une amélioration du système de transport, mais aura également un impact très important sur l'activité économique de la région. D'une part, le projet et l'amélioration de la qualité du service entraînera une augmentation d'attractivité pour la zone, ce qui pourra aider à l'implantation de nouvelles entreprises. D'autre part, cet élan économique conduira à la création des nouveaux emplois et par conséquent à la réduction du chômage régional.

Cependant et même si pour la réalisation de cette étude l'impact économique du projet sur la zone n'a pas été monétarisé, il s'agit d'un effet très important à tenir en compte lors de la prise de la décision finale.

## 5. Résultats

---

### 5.1. Calcul des indicateurs de rentabilité

La dernière étape avant de pour pouvoir calculer les paramètres de rentabilité économique est l'agrégation de tous les effets ou excédents précédemment calculés. L'évaluation de la rentabilité économique détermine le degré de rentabilité de l'investissement pour la totalité des agents concernés d'un point de vue social et économique.

#### 5.1.1. Valeur actuelle nete (VAN)

C'est la somme de la variation des excédents totaux du projet pendant l'horizon temporel et actualisés à l'année de référence à partir du taux d'actualisation du 3,5%.

- VAN Autorité Portuaire (A.P.) :

La VAN de l'A.P. reflète la rentabilité du projet, basée uniquement sur des critères économiques. Le résultat est une valeur positive et supérieure à zéro, l'A.P. récupère ainsi la totalité de l'investissement réalisé et génère des bénéfices.

<b>VAN</b>	21.039.224 €
------------	--------------

- VAN Total :

La valeur finale de la VAN socio-économique du projet est une valeur supérieure à zéro et très positive, ce qui indiquera que le projet est rentable pour l'ensemble de la société.

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
------------	-----------------

#### 5.1.2. Taux de rentabilité interne (TRI)

C'est le taux d'actualisation qui implique une VAN égale à 0.

- TIR Autorité Portuaire :

La valeur du TIR pour l'A.P. dépasse le taux d'actualisation du projet ; ainsi il serait acceptable pour l'opérateur. Cependant, sur la seule base de critères économiques, comme sur des nombreux projets publics, la rentabilité ne semble pas être très élevée puisque le TRI est très proche du taux d'actualisation et ne dépasse pas le 5% ; valeur que pourrait être considérée comme approprié pour l'acceptation du projet.

<b>TRI</b>	4.43%
------------	-------

- TIR Total:

En tenant compte uniquement de critères économiques, le projet ne semble pas très rentable pour l’A.P., cependant, lorsque le critère social est inclus dans l’étude, le TIR prend des valeurs beaucoup plus élevées de l'ordre de 19%.

<b><i>TRI</i></b>	19%
-------------------	-----

## 5.2. Analyse de sensibilité

Grace à l’analyse d’élasticité, les variables critiques peuvent être sélectionnées. En cohérence aux recommandations de l’U.E., les variables critiques sont celles où une variation de 1% autour de la valeur de référence entraîne une variation de la VAN égale ou supérieure à 1%. Pour le cas actuel, uniquement la croissance du transport présente une élasticité très significative et supérieure à 1%. Pour les autres variables, ces variations ne sont pas si importantes et leur valeur n'atteint pas 1%. Ainsi, les variables critiques classées par ordre d’importance sont : La croissance du trafic, le taux d'actualisation, le bénéfice des réductions du temps de transport et le bénéfice des réductions du coût direct du transport.

## 5.3. Analyse de scénarios

A partir de cette analyse on évalue l'impact des potentiels variations dans l'ensemble des paramètres critiques sur la rentabilité économique du projet. Pour cela, trois scénarios types sont définis :

	Scenario Pessimiste	Scenario de référence	Scenario Optimiste
<b><i>VAN</i></b>	143.267.566 €	1.343.142.882 €	2.065.934.246 €
<b><i>TRI</i></b>	10%	19%	23%

## 5.2. Analyse du risque

L'analyse des risques complète les deux analyses précédentes et vise à analyser la distribution probabiliste des indicateurs de rentabilité économique. Ainsi, il est possible d'évaluer la probabilité d'un projet d'avoir une rentabilité satisfaisante. Pour chaque variable d'étude des distributions uniformes ou triangulaires sont attribuées. Par la suite et avec l'aide d'une macro dans Excel et la méthode de Monte Carlo, on génère 500 hypothèses aléatoires de chacune des variables et on obtient des résultats :

Pour la totalité des itérations effectuées, la valeur de la VAN reste positive, et en conséquence le projet est rentable. A partir du graphique de la probabilité cumulée, on déduit qu'avec une probabilité de 90%, la VAN est supérieure à 1.250.000.000 € ; valeur qui est aussi supérieure à la VAN du scénario pessimiste.

## 6. Conclusion

---

L'objectif principal de ce projet s’agit de la détermination de la rentabilité socio-économique du dernier projet d'extension du port de Bilbao. Pour cela, le travail a été organisé et divisé en les sections suivantes :

- Étude de la méthode d'analyse coûts-avantages et de la méthodologie d’application
- Description du projet du Terminal Central et de son contexte
- Application de l'analyse coûts-avantages au projet
- Obtention des résultats : indicateurs de rentabilité, analyse de sensibilité, analyse de scénarios et analyse des risques.

En conséquence, les résultats de rentabilité obtenus sont les suivants :

-Autorité Portuaire :

<b>VAN</b>	21.039.224 €
<b>TRI</b>	4.43%

-Société :

<b>VAN</b>	1.343.142.882 €
<b>TRI</b>	19%

Si on analyse ces résultats, tout d’abord on peut en déduire que l'investissement pourrait être rentable pour l'A.P. sur la base de critères purement économiques. Cela est conclu puisque sa VAN est positive et donc elle sera capable de récupérer l'investissement et de générer des bénéfices. Malgré cela, la faible valeur obtenue pour le TRI, bien qu'il soit supérieur au taux d'actualisation de 3,5%, pourrait rendre le projet peu attractif pour l'opérateur. Comme c’est le cas pour de nombreux projets d'investissement public, la rentabilité pour l'investisseur ne semble pas très élevée, car elle ne dépasse pas la barrière de 5%, à partir de laquelle le projet serait attractif pour l’opérateur. D'un autre côté, si on étudie les valeurs de rentabilité attendues pour la totalité des agents ; c'est-à-dire, si on ajoute les critères sociaux à l'étude, on observe que la valeur de la VAN et du TRI monte beaucoup par rapport aux précédents. Autrement dit, le projet devient très rentable sur la base de critères socio-économiques. Par conséquent, dans les projets publics qui visent à investir des ressources pour réussir des améliorations ou des avantages pour la population, il est très important d'évaluer non seulement les effets économiques de l'investissement, mais aussi le surplus social, où on peut observer les avantages et les gains que la société peut recevoir avec son exécution.

Pour continuer, une analyse de sensibilité a été réalisée afin de trouver les variables critiques dont leurs variations par rapport aux paramètres considérés dans le scénario de

référence ont un impact plus important sur les indicateurs de rentabilité. Dans le cas du terminal central, il s'agit de la croissance du trafic, du taux d'actualisation, des économies sur le temps de transport et de l'économie directe sur les coûts de transport. Cette étude conclue que la variable qui a le plus d'influence sur la rentabilité du projet est la croissance de la demande, puisque de légères variations du trafic ont une influence majeure sur les indicateurs de rentabilité. Cependant, pour le reste des variables, l'élasticité par rapport à la VAN n'est pas très élevée et par conséquent, ils doivent varier d'un pourcentage très élevé pour modifier la VAN notamment. Grâce à une étude complémentaire, on a calculé la valeur de croissance annuelle du trafic qui fait tomber la VAN jusqu'à zéro. Les résultats montrent que cette valeur de croissance annuelle du trafic devrait être de 0,17% ou, ce qui est pareil, de 0,12 pour la croissance annuelle du PIB réel. Néanmoins, toutes les deux sont des valeurs très basses, plus normales des périodes de crise et qui ont une faible probabilité de s'étendre sur des périodes aussi longues que l'horizon temporel. Par conséquent, la VAN avec une très forte probabilité sera positive, donc le projet rentable.

L'étude suivante réalisée est l'analyse de scénarios, qui vise à simuler des situations pessimistes et optimistes par rapport au scénario de base. Les résultats obtenus montrent que même pour le scénario le plus pessimiste, (avec des niveaux très faibles de la demande) le projet continue à générer une VAN positive de 143.267.566 € et un TRI de 10%. A ce stade, il est important de souligner l'importance du transport maritime à courte distance et la politique menée par l'Union Européenne pour faciliter la circulation des marchandises et des passagers par voie maritime entre les ports situés sur le territoire européen. Cette politique favorisera et stimulera le transport maritime et l'intermodalité, fait qui pourra justifier des valeurs de croissance du trafic qui dépassent le 1% de croissance annuelle définie dans le scénario pessimiste.

Enfin, l'analyse des risques cherche à analyser la probabilité du projet à être réalisé de manière satisfaisante malgré sa grande incertitude. Dans cette analyse, les variables varieront au hasard 500 fois selon leurs distributions probabilistes (uniformes ou triangulaires). Pour l'ensemble des itérations réalisées, la valeur de la VAN est positive, ce qui indique que le projet sera rentable du point de vue socio-économique. La théorie de la probabilité cumulée confirme cela car a observé qu'avec 90% de probabilité la valeur actualisée nette est supérieure à 1.250.000.000 €, c'est-à-dire supérieur à la VAN du scénario pessimiste.

Au vu de tout ce qui précède, on peut conclure que le projet d'agrandissement du terminal central est très rentable d'un point de vue socio-économique. Par conséquent, le choix de construction prise par l'Autorité portuaire de Bilbao est justifiable avec les calculs effectués. D'une part, ce projet permettra au Port d'éviter sa congestion et de continuer à croître avec de nouveaux trafics, et d'autre part, de maintenir sa position de port de référence dans la mer Cantabrique et de générer de la richesse et de l'emploi pour la communauté autonome basque.

## 7. Bibliographie

---

- Commission Européenne, 1997, Financial and economic analysis of development projects, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
  - Ministère du développement, mai 2016, Examen et mise à jour de la méthode d'évaluation des investissements portuaires (MEIPOR 2016).
  - Autorité portuaire de Bilbao, Rapports annuels du BilbaoPort (2010 - 2016).
  - Autorité portuaire de Bilbao, rapports de durabilité du port de Bilbao 2014-2015).
  - Autorité portuaire de Bilbao, 2015, projet de construction d'un nouveau terminal portuaire pour l'extension du port de Bilbao en extérieur ouvert (1ère phase)
  - Ministère du Développement, 2010, Évaluation économique des projets de transport.
  - Ministère du Développement, 2015, Annuaire statistique des accidents sur les routes nationales 2015
  - Ministère du développement, 2015, Plan stratégique d'infrastructure et de transport
  - Ministère du développement, Maritime Works Recommendations
  - Commission Européenne, 2014: Updated of the Handbook on external costs of transport, Final Report, London
  - Torres, S., 2017, <https://sites.google.com/site/saultorresortega/docencia>
  - Commission Européenne, 2016, Energy Observatory:  
[http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016\\_05\\_23\\_without\\_taxes\\_1802.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/reports/2016_05_23_without_taxes_1802.pdf)
  - Ministère de l'énergie, du tourisme et de la stratégie numérique :  
<http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>
  - Ministère de l'économie, de l'industrie et de la compétitivité :  
<http://datacomex.comercio.es/index.htm>
  - Ports de l'Etat : <http://www.puertos.es/es-es/Paginas/default.aspx>
  - Communauté portuaire de Bilbao : <http://www.uniportbilbao.es/Home.aspx?Id=89>
  - Bilbao Port : <http://www.bilbaoport.eus/>
  - Observatoire des Transports et de la Logistique en Espagne :  
[http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG\\_CASTELLANO/](http://observatoriotransporte.fomento.gob.es/OTLE/LANG_CASTELLANO/)
- de Prado Corral María – Département Génie Civil et Construction

Ecole Nationale des Ponts et chaussées – Projet de fin d'Etudes

-Ministère du développement, ACOTRAM, Assistant pour le calcul des coûts de transport des marchandises par route

-Gouvernement basque, Département du développement économique et des infrastructures, Simulateur et outils de transport : <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/transportes/simuladores/>

-Short Sea Shipping Spain: <http://www.shortsea.es/index.php>

-Organisation maritime internationale :  
<http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Paginas/Default.aspx>

-The Geography of the transport Systems:  
[https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/fuel\\_consumption\\_containerships.html](https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/fuel_consumption_containerships.html)

-Marine Traffic : <https://www.marinetraffic.com/>

-Fonds monétaire international : <https://www.imf.org/external/spanish/>

-La Banque Mondiale : [https://datos.bancomundial.org/pais/espana?year\\_low\\_desc=false](https://datos.bancomundial.org/pais/espana?year_low_desc=false)

-Institut basque de statistique : <http://www.eustat.eus/indice.html>

- Manuel d'utilisation R:  
[https://www.uam.es/personal\\_pdi/ciencias/joser/paginaR/regresion.html](https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/joser/paginaR/regresion.html)

# **Annexes**

## 1. Caractéristiques du port de Bilbao

Autorité Portuaire	Tonnes		
	2015	2016	Var. (%)
BAHIA DE ALGECIRAS	98.224.216	102.852.944	4,71
VALENCIA	70.083.977	71.289.484	1,72
BARCELONA	47.049.743	48.836.368	3,80
TARRAGONA	33.034.593	31.351.542	-5,09
BILBAO	32.874.742	32.069.207	-2,45

Tableau 1: Volume des marchandises dans les principaux ports espagnols. Source : A.P. Bilbao



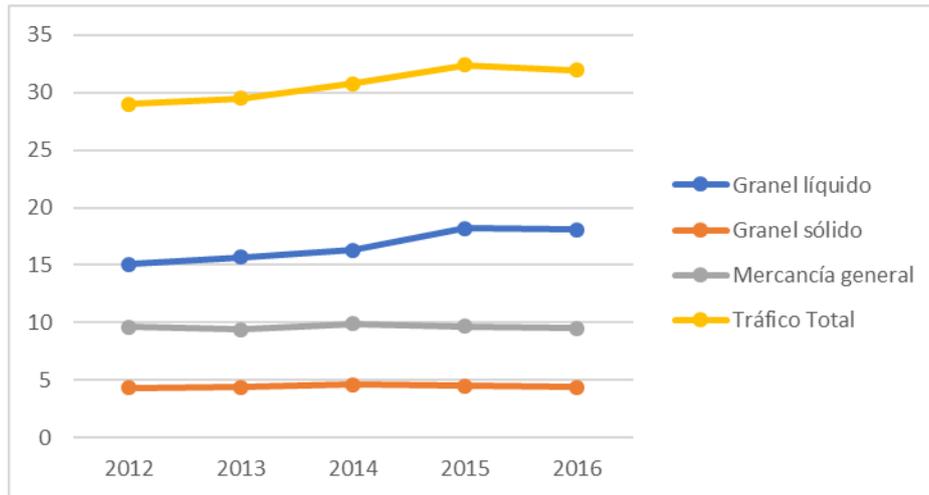
Image 2: L'Arc Atlantique Européen. Source : Internet



Image 3: Infrastructures du port de Bilbao. Source : A.P. Bilbao

Quai	Type de Marchandise	Ligne d’amarrage [m]	Profondeur [m]
Punta Lucero	Vrac liquide : Pétrole brut, raffinage, fluides chimiques et pétrochimiques, gazole, essence, gaz naturel	2.465	Entre 25 et 32
Punta Sollana	Vrac solide : projets industriels avec du trafic maritime	680	20
AZ1	Vrac solide	800	21
AZ3	Marchandises non conteneurisées : RoRo et polyvalent	595	21
A1 y A2	Terminal de Conteneurs : Automobiles, vins, boissons et alcools, machines et pièces de rechange	1527	Entre 12 et 21
A3	Ro-Ro	900	25
Nemar, Princesa de España y Adosado	Vrac solides y marchandises non conteneurisées : Charbons, ferraille, haricots et farine de soja, fourrage	1243	Entre 12 et 24
Príncipe de Asturias, Reina Victoria Eugenia y Bizkaia	Marchandises non conteneurisées : Acier, papier et pâte, matériaux de construction	3700	Entre 12 et 14
Terminal croisière	Passagers	1039	12
<p> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> <b>Marchandises non conteneurisées</b> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black; margin-left: 20px; margin-right: 5px;"></span> <b>Marchandises conteneurisées</b> </p>			

Tableau 2: Volume des marchandises dans les principaux ports espagnols. Source : A.P. Bilbao



Graphique 1 : Evolution du trafic au Port de Bilbao. Source : Bilans annuels A.P. Bilbao

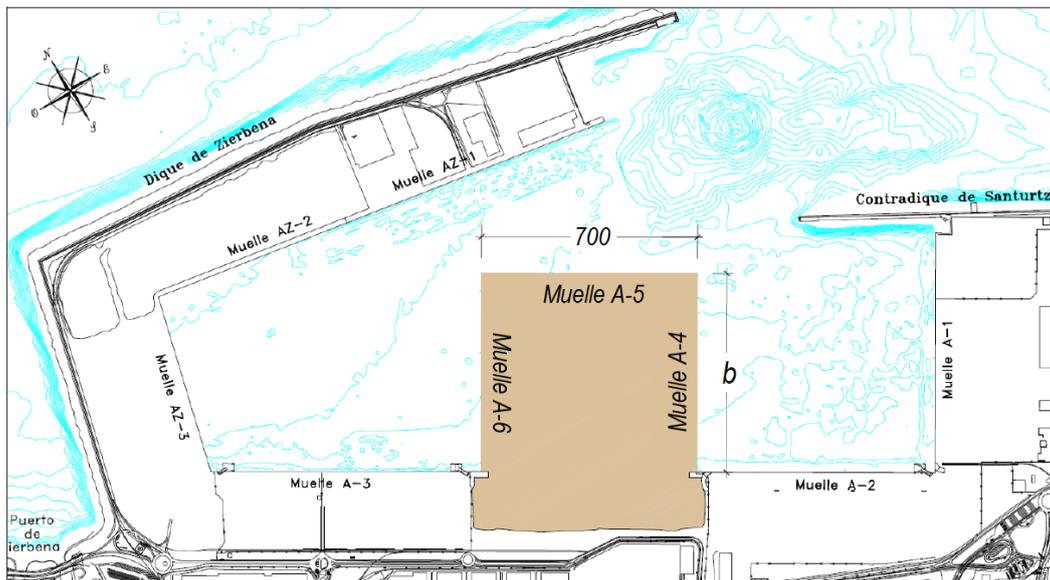


Image 4: Etude d’alternatives géométrie. Source : A.P. Bilbao

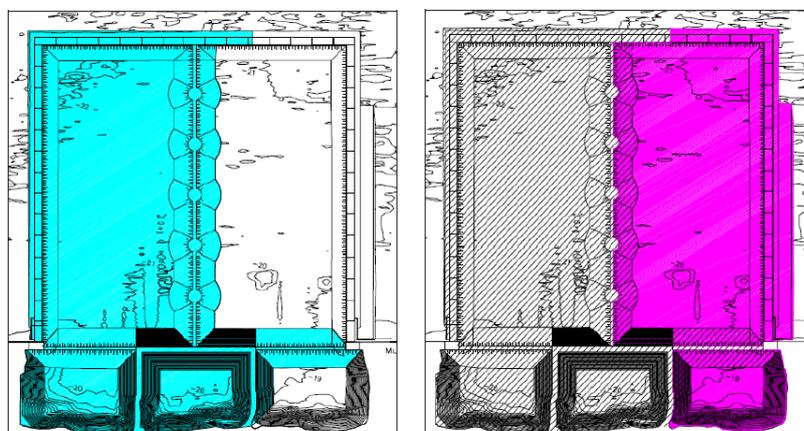


Image 5: Exécution des travaux par phases. Source : A.P. Bilbao

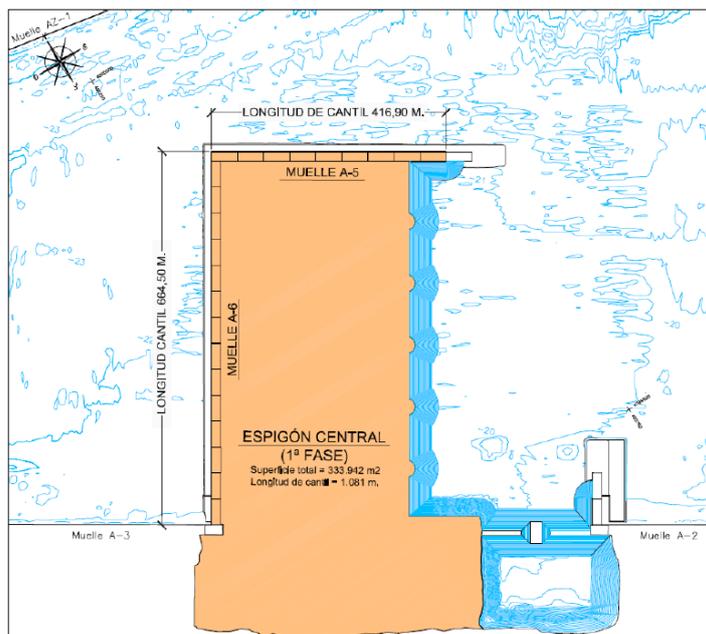


Image 6: 1<sup>ère</sup> Phase du projet d’agrandissement. Source : A.P. Bilbao

## 2. Identification des agents et calcul des effets

Coût total projet		
	1 <sup>ère</sup> Phase	2 <sup>ème</sup> Phase
Autorité Portuaire	81.600.000 €	54.400.000 €
Commission Européenne	20.400.000 €	13.600.000 €
TOTAL	102.000.000 €	68.000.000 €

Tableau 3 : Assignation des Coûts d’investissement. Source : A.P. Bilbao

Décomposition des prix	
Mouvement des terres	106.200.000 €
Construction des caissons, et exécution de la superstructure :	48.400.000 €
Extension du réseau des eaux pluviales existents et d’autres services	9.600.000 €
Finitions	800.000 €
Gestion des déchets	5.000.000 €

Tableau 4 : Décomposition des prix d’exécution. Source : Projet de construction du terminal nouveau

Début 1 <sup>ère</sup> Phase			Fin 1 <sup>ère</sup> Phase	Début 1 <sup>ère</sup> Phase	Fin 2 <sup>ème</sup> Phase
Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6
2016	2017	2018	2019	2020	2021
81,6M€ *(40%) 32.640.000 €	81,6M€ *(20%) 16.320.000 €	81,6M€ *(20%) 16.320.000 €	81,6 *(20%) 16.320.000 €	54,4M€ *(60%) 32.640.000 €	54.4M€ *(40%) 21.760.000 €

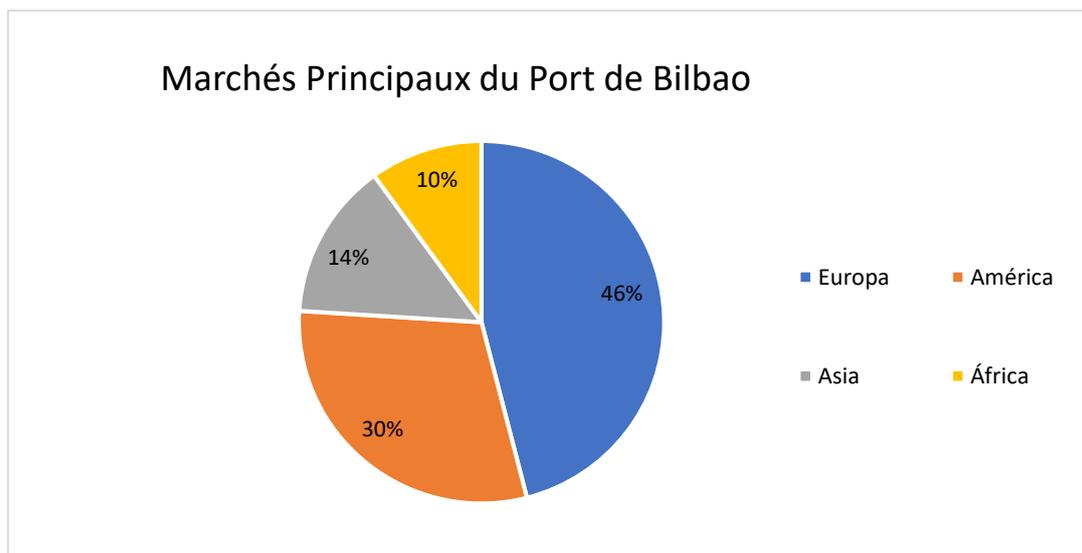
Tableau 5 : Coûts d’investissement de l’Autorité Portuaire. Source : A.P. Bilbao

	Concept	Taxes	M. Générale non Conteneurisée	M. Conteneurisée
Taxes d’utilisation (NAVIRES)	Utilisation spéciale des installations portuaires	Taxe aux navires	2,4 €/t	1,2 €/t
		Taxe au passage		
		Taxe aux marchandises		
Taxes aux entreprises concessionnaires	Occupation du domaine public portuaire	Taxe d’occupation	9,97 €/m2*année	
	Exercice dans le domaine portuaire des activités commerciales et services	Taxes d’activité	2,99 €/m2*année	

Tableau 6 : Taux portuaires. Source : A.P. Bilbao

Coûts de personnel	Coûts d’énergie	Autres coûts
60%	15%	25%

Tableau 7 : Pourcentage pour les coûts d’exploitation. Source : A.P. Bilbao



Graphique 2 : Principaux marchés du Port de Bilbao. Source : Réalisation propre

Principales Lignes SSS		Transport Routier <i>Camion (26 tonnes)</i>		Transport Maritime <i>SSS</i>	
		Temps de transit (Heures)	Distance (km)	Temps de transit (Heures)	Distance (km)
Bilbao	Anvers	28,2	1.257	60,0	1.437
Bilbao	Porstmouth	26,7	1.139	30,0	1.028
Bilbao	Kotka	90,6	3.426	204,0	3.569
Bilbao	Helsinki	89,0	3.299	228,0	3.467
Bilbao	Saint Pétersbourg	94,1	3.644	181,0	3.728
<b>Moyenne</b>		<b>65,7</b>	<b>2.553</b>	<b>140,6</b>	<b>2.645,8</b>

Tableau 8 : Comparaison entre les principales lignes SSS et le transport routier. Source : Association Espagnole pour le SSS

Coût Transport (€)	
Maritime	
€/TEU	650
€/t*km	0.04
Routier	
€/km	1,06
1 Camion (t)	22

€/km*t	0,048
--------	-------

Tableau 9 : Coûts directs selon le mode de transport. Source : Ministère du Développement Espagnol

<b>Coût du temps selon le mode de transport</b>	
<i>Maritime</i> (€/heure*tonne)	1,47
<i>Routier</i> (€/heure*tonne)	3,75

Tableau 10 : Coûts du temps selon le mode de transport. Source : Guide « Meipor 2016 »

<b>Emissions de CO<sub>2</sub></b>	
<b>Transport Maritime à court distance</b>	
<i>Emissions</i> (g CO <sub>2</sub> /t*km)	20
<i>Prix CO<sub>2</sub></i> (€/t)	4.93
<b>Transport Routier</b>	
<i>Emissions</i> (g CO <sub>2</sub> /tkm)	50
<i>Prix CO<sub>2</sub></i> (€/t)	4.93

Tableau 11 : Taux d'émissions de CO<sub>2</sub>. Source : Guide « Meipor 2016 »

<b>Coût des accidents</b>	
<i>Routes à péage</i>	
<b>Victimes/km (2015)</b>	
Mortelles	0,01
Blessures graves	0,05
Blessures légères	0,55
<b>€/Victime (2016)</b>	
Mortelles	1.472.800
Blessures graves	230.388
Blessures légères	6.417

Tableau 12 : Coûts des accidents. Source : Ministère du Développement Espagnol

**3. Résultats: Calculs des indicateurs de rentabilité**

<b>RESULTATS</b>						
<b>Année</b>	Taux d’actualisation : 0,035					
	<b>Excédents AP</b>	<b>Financement UE</b>	<b>Excédents CLIENTS</b>	<b>Excédents SOCIETE</b>	<b>Excédents TOTAUX</b>	<b>Excédents ACTUALISÉS</b>
2016	-32.640.000	-8.160.000	0	0	-40.800.000	-39.420.290
2017	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-19.043.618
2018	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-18.399.631
2019	-16.320.000	-4.080.000	0	0	-20.400.000	-17.777.421
2020	-30.558.624	-8.160.000	0	429.647	-38.288.977	-32.238.291
2021	-19.678.624	-5.440.000	0	429.647	-24.688.977	-20.084.499
2022	4.277.544		1.778.373	871.442	6.927.359	5.444.841
2023	4.483.653		4.971.446	893.253	10.348.352	7.858.658
2024	4.775.959		11.266.621	936.253	16.978.833	12.457.896
2025	5.166.121		21.094.984	1.003.388	27.264.493	19.328.312
2026	5.565.256		31.149.400	1.072.067	37.786.722	25.881.853
2027	5.973.571		41.435.067	1.142.325	48.550.963	32.130.216
2028	6.391.278		51.957.304	1.214.200	59.562.781	38.084.690
2029	6.818.591		62.721.553	1.287.727	70.827.872	43.756.169
2030	7.255.733		73.733.380	1.362.946	82.352.059	49.155.171
2031	7.702.930		84.998.478	1.439.895	94.141.303	54.291.846
2032	8.160.411		96.522.674	1.518.613	106.201.699	59.175.988
2033	8.628.415		108.311.927	1.599.142	118.539.484	63.817.052
2034	9.107.183		120.372.332	1.681.523	131.161.038	68.224.161
2035	9.596.963		132.710.126	1.765.799	144.072.889	72.406.119
2036	10.098.007		145.331.690	1.852.014	157.281.711	76.371.423
2037	10.610.576		158.243.550	1.940.211	170.794.337	80.128.271
2038	11.076.402		170.545.601	2.024.243	183.646.246	83.244.205
2039	11.316.264		179.463.941	2.085.161	192.865.366	84.466.763
2040	11.561.642		188.587.402	2.147.481	202.296.525	85.601.166
2041	11.812.664		197.920.703	2.211.234	211.944.602	86.650.937
2042	12.069.460		207.468.670	2.276.454	221.814.584	87.619.476
2043	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	85.485.784

Ecole Nationale des Ponts et chaussées – Projet de fin d’Etudes

2044	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	82.594.960
2045	12.125.993		209.570.649	2.290.812	223.987.454	79.801.894
2046	96.445.993		209.570.649	2.290.812	308.307.454	106.128.782

Tableau 13 : Agrégation des excédents par agents. Source : Elaboration Propre

Facteurs à étudier	VAN	Variation Van (%)
Croissance du trafic	1.623.816.410	20%
Coût de construction	1.341.921.930	-0,09%
Résultats d’exploitation	1.344.836.536	0,13%
Coûts d’exploitation	1.342.578.331	-0,04%
Bénéfices réduction du coûts directs de transport	1.346.672.543	0,26%
Bénéfices gain de temps	1.352.923.258	0,73%
Réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	1.343.233.799	0,01%
Bénéfices réduction taux d’accidents	1.343.265.207	0,01%
Taux d’actualisation	1.332.117.076	-0,82%

Tableau 14 : Analyse de sensibilité. Source : Elaboration Propre

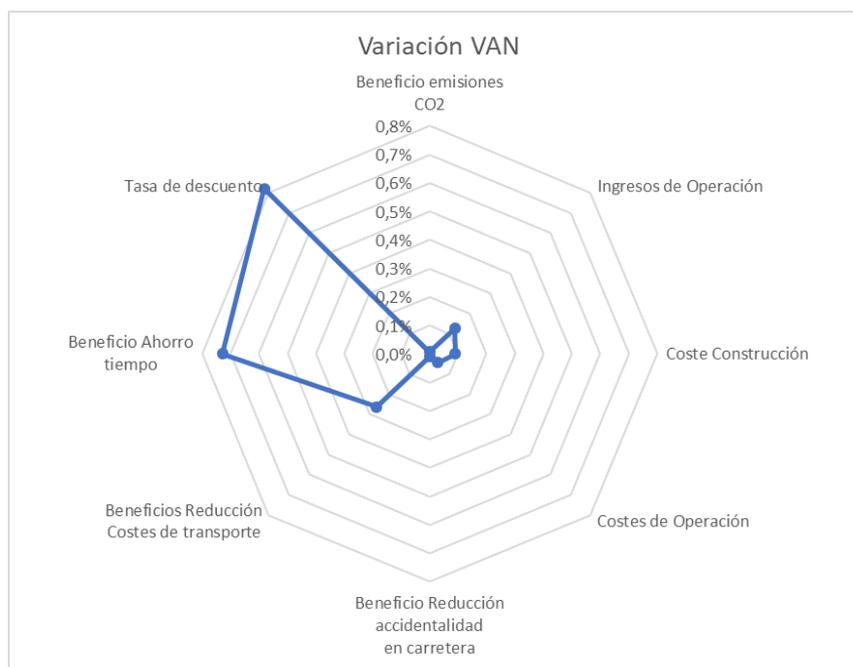


Image 7: Impact sur le VAN des variations des variables critiques. Source : Elaboration Propre

Variables Critiques	Scenario	Scenario	Scenario
	Pessimiste	De référence	Optimiste
Croissance du trafic	2%	3%	5%
Bénéfices gain de temps	-1%	-	+1%
Bénéfices réduction du coûts directs de transport	-2%	-	+1%
Taux d'actualisation	5,5%	3,5%	3%
VAN	408.388.640 €	1.343.142.882 €	2.065.934.246 €
TRI	14%	19%	23%

Tableau 15 : Analyse de scenarios. Source : Elaboration Propre

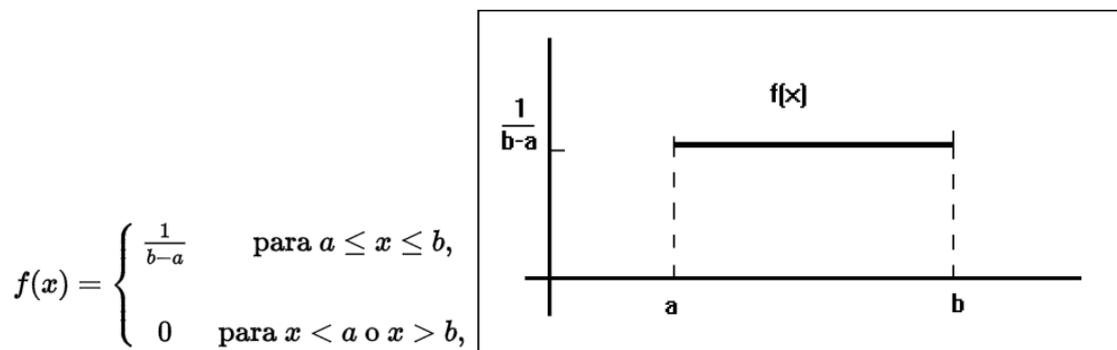


Image 8: Distribution uniforme. Source : Internet

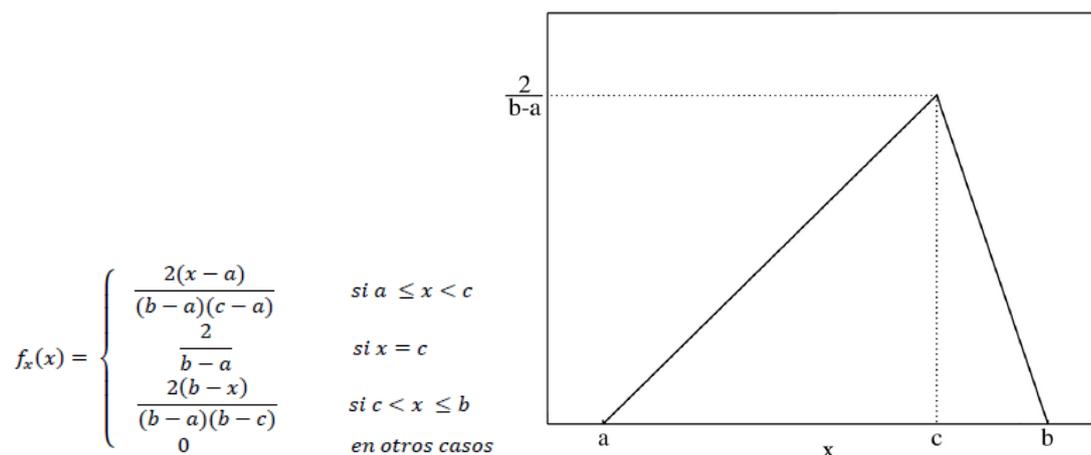
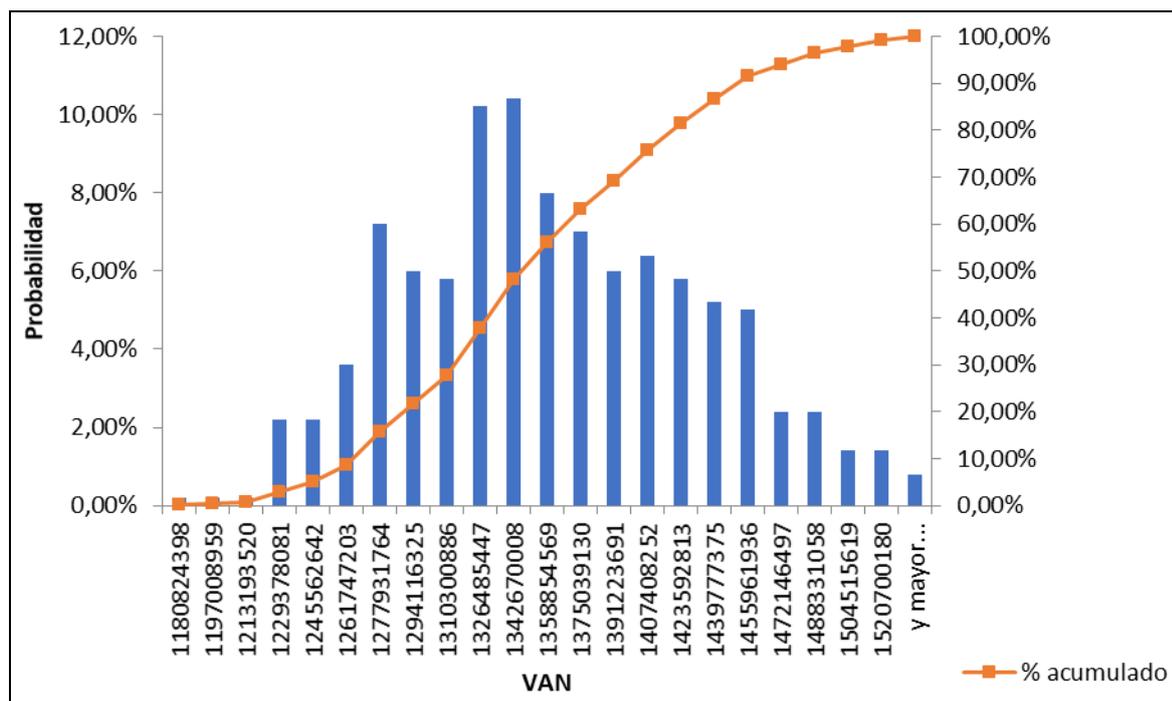


Image 9: Distribution triangulaire. Source : Internet

Distributions				
Paramètres	Type	Valeur Référence	Valeur Minimale	Valeur Maximale
Coûts				
Construction	Triangulaire	0,9	0,85	1,01
Opération	Uniforme	-	0,9	1,1
Revenus				
Opération	Triangulaire	1	0,9	1,1
Coût de transport	Uniforme	-	0,9	1,1
Gain de temps	Uniforme	-	0,9	1,1
Gain Réductions des accidents	Triangulaire	1,05	0,9	1,1
Gain Réductions des émissions	Triangulaire	1,05	0,9	1,1
Taux d’actualisation	Uniforme	3,5%	0,95	1,05

Tableau 16 : Distributions des probabilités des variables. Source : Elaboration propre



Graphique 3 : Histogramme et pourcentage cumulé. Source : Elaboration propre