



Hoja de control de firmas

Firma de Instituciones

Firma Institución 1	Firma Institución 2
Firma Institución 3	Firma Institución 4

Firma de Ingenieros

Nombre: Nº Colegiado: Colegio:	Nombre: Nº Colegiado: Colegio:
Nombre: Nº Colegiado: Colegio:	Nombre: Nº Colegiado: Colegio:



**ProMiMa, S.L.**

Rev 1	27/04/2020	Para Distribución	ACF	Enagás	ACF
<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Preparado por</b>	<b>Revisado por</b>	<b>Aprobado por</b>
PROYECTO:					
<i>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</i>					
CÓDIGO:			TÍTULO:		
40022-PR-VAR-001			Informe de implantación		

 **Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Levante**

**Diligencia**

Para hacer constar que por el presente visado se ha comprobado por el Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Levante:

I.- La identidad y habilitación profesional del autor del trabajo D. Antonio del Cerro de la Fuente colegiado núm. 399 LE

II.- Que el presente proyecto-trabajo reúne la corrección e integridad formal de la documentación que lo conforma, de acuerdo con la normativa aplicable.

III.- Que el Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Levante asumirá en su caso, la responsabilidad subsidiaria a la que hace referencia el Art. 13.3 de la Ley 2/74, de Colegios Profesionales, modificada por la Ley 25/2009, de 22 de diciembre.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## Índice

1	MEMORIA .....	4
1.1	REQUISITOS INFORME DE IMPLANTACIÓN .....	5
1.2	GLOSARIO .....	6
1.3	ANTECEDENTES .....	9
1.4	OBJETO .....	12
1.5	NOMBRE DEL CONCESIONARIO .....	13
1.6	MARCO GEOLÓGICO .....	14
1.6.1	Marco regional.....	14
1.6.2	Estratigrafía .....	15
1.6.3	Estructura .....	17
1.6.4	Almacén .....	19
1.6.5	Sellado de la estructura .....	20
1.7	INFORMACIÓN DE LOS POZOS .....	21
1.7.1	Coordenadas de los pozos .....	21
1.7.2	Situación actual de los pozos .....	22
1.7.3	Disposición física de los pozos de castor .....	24
1.8	OPERACIONES DE ABANDONO DE POZOS .....	28
1.8.1	Criterios de diseño .....	28
1.8.2	Consideraciones adicionales.....	30
1.8.3	Equipos.....	31
1.8.3.1	Selección de la plataforma JACK-UP MODU .....	31
1.8.3.2	Características principales resto de equipos .....	35
	Unidad de coiled tubing.....	35
	Unidad de slickline.....	36
	Unidad de cementación offshore.....	37
	Otros servicios y herramientas .....	38
1.9	PARTES DIARIOS .....	42
1.10	SECUENCIA DE OPERACIONES .....	43
	Eta 1.- Operaciones con coiled tubing.....	45
	Eta 2.- Operaciones con la torre de perforación Fase #1.....	48

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



Etapa 3.- Operaciones con la torre de perforación Fase #2.....	53
ANEJO 1.- DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD.....	55
ANEJO 2.- COMUNICACIÓN DE OPERACIONES EN POZOS (TRADUCCIÓN JURADA AL ESPAÑOL).....	55
ANEJO 3.- COMUNICACIÓN DE OPERACIONES EN POZOS (VERSIÓN ORIGINAL IDIOMA INGLÉS).....	55
ANEJO 4.- ESQUEMAS DE POZOS .....	55
2 PLANOS .....	56
2.1 Plano de situación .....	57
3 CRONOGRAMA DE PROYECTO .....	58
3.1 Cronograma de proyecto .....	59
4 PRESUPUESTO .....	60
4.1 Presupuesto .....	61

ELECO nomista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



# 1 MEMORIA

eIcconormista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

## 1.1 REQUISITOS INFORME DE IMPLANTACIÓN

Se incluye a continuación, una tabla con la ubicación dentro del documento de la información requerida para el informe de implantación de acuerdo a lo indicado en el Real Decreto 2362/1976, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Investigación y Explotación de Hidrocarburos de 27 de junio de 1974.

En la tabla se incluye, asimismo, la información requerida para la comunicación de operaciones en pozos que se incluye como Anexo 2 del presente informe de implantación, de acuerdo a lo indicado en el RD 1339/2018, de 29 de octubre, por el que se desarrolla el Real Decreto-ley 16/2017, de 17 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones de seguridad en la investigación y explotación de hidrocarburos en el medio marino.

<b>Información incluida</b>	<b>Base legal</b>	<b>Epígrafe</b>
Nombre del concesionario.	RD 2362/1976	1.4 Nombre del concesionario.
Designación del pozo, emplazamiento y coordenadas.		1.6 Información de los pozos.
Objetivos, cota inicial y profundidad prevista del pozo.		1.6 Información de los pozos.
Equipo a emplear.		1.8.3 Equipos.
Programa de entubación y acabado.		Esquemas de pozo.
Presupuesto.		4 Presupuesto.
Comunicación de operaciones en pozos	RD 1339/2018	Anejos 2 y 3

*Tabla 1 – Resumen de la información requerida incluida en el informe.*

## 1.2 GLOSARIO

Con objeto de facilitar la lectura del documento a continuación, se incluye un glosario de los términos técnicos utilizados en el presente informe de implantación.

Anular	Espacio entre dos casings o entre casing y pozo abierto.
BOP	Blow Out Preventer. Válvula o conjunto de válvulas utilizadas para controlar los fluidos del pozo. Habitualmente forman parte del equipo de perforación y cierran sobre la sarta de perforación, controlando la presión e impidiendo la salida de fluidos.
Bridge Plug	Tapón mecánico. Dispositivo utilizado para aislar la parte inferior del pozo. Pueden ser permanentes o recuperables.
Cantilever	Voladizo. Zona de la plataforma de perforación que contiene la torre. El voladizo puede desplazarse desde el equipo de perforación sobre la cabeza de pozo.
Casing	Tubería de revestimiento de acero, habitualmente cementada en su parte exterior, utilizada para estabilizar el pozo.
CBL	Cement Bond Log. Es la representación de la integridad de la operación de cementación, especialmente si el cemento está adherido en forma sólida a la parte externa de la tubería de revestimiento. El registro se obtiene generalmente a partir de una diversidad de herramientas de tipo sónico. Las versiones más modernas, denominadas registros de evaluación del cemento, junto con el software de procesamiento, proporcionan representaciones más detalladas, en 360 grados, de la integridad de la operación de cementación, en tanto que las versiones más antiguas pueden exhibir una sola línea que representa la integridad integrada en torno a la tubería de revestimiento.
Coiled Tubing	Término genérico utilizado para referirse a una sarta de tubería flexible, enrollada sobre un tambor y a su equipo asociado.
Completion	Completación. Conjunto de tuberías dentro del pozo diseñado para contener los hidrocarburos desde la formación productora hasta la superficie.
Conductor	Tubería de revestimiento más superficial del pozo. Su objetivo es evitar el derrumbe de las paredes del pozo en el interior de éste.
DHSV	DownHole Safety Valve. Válvula de seguridad en el interior del pozo.
Fish	Herramienta perdida o dejada en el pozo.
Fishing	Proceso de recuperación de herramientas o basura dejadas en el interior del pozo.
Graben	Surco o fosa tectónica: conjunto de dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico expansivo, que da como resultado el movimiento relativo descendente del sector central
Horst	Pilar elevado: conjunto de dos fallas normales paralelas con inclinación opuesta en un ambiente tectónico comprensivo, que da como resultado el movimiento relativo ascendente del sector central
Jack-up	Unidad de perforación offshore móvil elevable. Las unidades Jack-up tienen la capacidad de flotar durante su transporte al emplazamiento. Una vez allí, las patas descienden

	hasta apoyarse en el fondo marino y la plataforma sigue elevándose por encima de la superficie del mar
Junk catcher	Elemento de la completación de pozos que tiene como objeto la recogida de cualquier elemento desprendido entre el casing y el anular del tubing, como tuercas, partes de herramientas rotas, trozos de cable, etc. Su objetivo es evitar la caída de objetos sobre la válvula SSSV.
KW	Kill Weight. Un fluido con densidad tal que la presión hidrostática sobre la formación sea superior a la presión de formación.
MOB	Man Over Board. Pequeña y rápida embarcación para el rescate de personas caídas al mar desde una plataforma o desde un barco.
MDBRT	Measured Depth Below Rotary Table. Profundidad medida siguiendo la trayectoria del pozo desde la mesa de perforación.
MODU	Mobile Offshore Drilling Unit. Cualquier unidad marina de perforación móvil, como jackup, semisumergible, barco de perforación.
NORM	Naturally Occurring Radioactive Material. Material con radioactividad natural. Es habitual que, a cierta profundidad, se depositen sales de bario o estroncio sobre las tuberías. Por ello es necesario monitorizarlas cuando se extraen.
OD	Outside Diameter. Diámetro exterior.
OH	Open Hole. Pozo abierto, carente de tubería de revestimiento.
Overshot	Herramienta de pesca que atrapa el pescado por el exterior
Packer	Empacador. Un dispositivo que puede ser bajado a un pozo con un diámetro externo inicial más pequeño, que luego se expande externamente para sellar el pozo.
PCE	Pressure Control Equipment. Conjunto de válvulas usadas en superficie para evitar la salida de fluidos del pozo
Perforate	Perforación. Un procedimiento utilizado para perforar orificios en la tubería (tubing o casing).
PUQ	Process, Utilities and Quarters Plataforma de Procesos, servicios y acomodación
Recomplete	Cambiar la completación de un pozo.
Riser	Una tubería de gran diámetro que conecta el conjunto BOP submarino a un equipo de perforación flotante de superficie para llevar los retornos de lodo a la superficie. Sin el tubo ascendente, el lodo sencillamente rebalsaría fuera del extremo superior del conjunto BOP derramándose en el fondo marino. El tubo ascendente podría considerarse vagamente como una extensión temporaria del pozo hasta la superficie
ROV	Remotely Operated Vehicle o robot submarino. Vehículo no tripulado operado desde superficie que puede realizar diversas tareas en el entorno marino.
SG	Specific Gravity. Densidad relativa al agua.
Sidetrack SD	Desviación. Un pozo secundario realizado a partir del pozo principal a cierta profundidad. Las desviaciones intencionales podrían diseñarse para pasar por alto una sección inservible del pozo original o explorar un rasgo geológico cercano.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



Skidding	Deslizar el equipo de perforación, tal como desplazarlo desde una boca (slot) a otra en una plataforma marina fija. Esta operación se realiza mediante la desconexión de las sujeciones fijas que van desde la plataforma hasta el equipo de perforación y la energización de los cilindros hidráulicos de gran capacidad que empujan el equipo de perforación sobre las vigas de acero lubricadas del patín.
Slickline	Equipo dotado de un tambor motorizado con cable de acero sin conductores en su interior, utilizado para bajar herramientas al pozo con el objetivo de realizar un abanico de operaciones muy amplio.
Spear	Utensilio utilizado para recuperar herramientas atrapadas en el interior del pozo a través de una técnica de específica.
Squeeze	Una operación de cementación con fines de remediación diseñada para forzar el cemento en los trayectos de fugas de los tubulares de los pozos. La presión de inyección forzada requerida se alcanza mediante el control cuidadoso de la presión de bombeo. Las operaciones de inyección forzada de cemento pueden ejecutarse para reparar operaciones deficientes de cementación primaria, aislar disparos o reparar tuberías de revestimiento o tuberías de revestimiento cortas (liners) dañadas.
SCSSV / SSSV	Surface Controlled SubSurface Safety Valve / SubSurface Safety Valve. Válvulas de seguridad instaladas en el pozo a poca profundidad con el objetivo de cerrar el pozo rápidamente en caso de una emergencia.
TOC	Top Of Cement. La parte superior de un tramo cementado.
Tubing hanger	Colgador de tubería. - Un dispositivo utilizado para fijar o colgar la tubería de producción de una sarta de revestimiento previa. Los colgadores para tubería están disponibles en una diversidad de tamaños y especificaciones que se adecuan a diversas condiciones de terminación.
TVD	True Vertical Depth. Distancia vertical desde la superficie.
TVDBRT	True Vertical Depth Below Rotary Table. Distancia vertical medida desde la mesa de perforación.
TVDSS	True Vertical Depth SubSea. Distancia vertical medida desde el nivel del mar.
WASHPIPE	Herramienta de pesca que permite la inyección de agua a alta presión para limpiar el pescado
WHP	Plataforma de pozos (Wellhead Platforms)
WOC	Wait on cement. Tiempo de espera para el fraguado del cemento.

*Tabla 2 - Descripción general de términos técnicos y abreviaturas.*

## 1.3 ANTECEDENTES

El Proyecto Castor se inició con el objetivo de evaluar el potencial y evaluar la viabilidad de transformación de un campo productor de hidrocarburos depletado, para el desarrollo y explotación de un almacenamiento subterráneo de gas natural situado a 22 km de la costa peninsular, en el mar Mediterráneo frente a la costa de Vinaroz, al norte de la provincia de Castellón.

El Proyecto transformó un antiguo yacimiento de hidrocarburos (Amposta), del que la operadora Shell extrajo crudo petrolífero entre los años 1973 y 1989 en un almacenamiento subterráneo de gas natural.

En 1996, Escal UGS se interesó por el yacimiento abandonado de Amposta y comenzó a estudiar la posibilidad de utilizarlo para almacenar gas natural. Tras estudios de gabinete dirigidos a la mejora de la caracterización del yacimiento y la adquisición de nuevos datos sísmicos y perforación de un nuevo sondeo denominado C-1 (perforado en 2004/5), se determinó la viabilidad del Proyecto.

Escal UGS, S.L. solicitó y le fue concedida, con fecha 31 de enero de 2006, la concesión de la explotación de almacenamiento subterráneo de gas natural denominado "Castor". La concesión de explotación para el almacenamiento subterráneo de gas natural denominado "Castor" se otorgó a Escal UGS, S.L. mediante RD 855/2008, de 16 de mayo.

Las instalaciones en el mar del AS Castor consisten en dos plataformas: Plataforma de Pozos (WHP-Well Head Platform) y Plataforma de Procesos (PUQ- Process, Utilities and Quarters) unidas ambas entre sí por una pasarela de unos 50 m de longitud.

La Plataforma de Pozos, WHP, se instaló en el año 2010, y durante ese año y 2011 se perforaron un total de 13 nuevos pozos, incluyendo la recompletación del pozo C-1, una serie de pozos de observación para monitorizar la operación y un pozo de inyección de agua.

De la WHP parten los 13 pozos dirigidos, de los cuales 8 son de producción (inyección/extracción de gas natural), 4 de monitorización y 1 de reinyección del agua de formación que acompaña al gas producido. La WHP dispone de capacidad para la ejecución de dos pozos más.

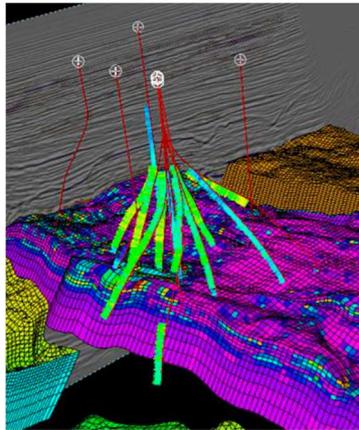


Fig. 1- Los 13 pozos de Castor

La lámina de agua, siendo esta la profundidad de agua existente desde la superficie del agua hasta el fondo marino, tiene unos 60 m de espesor.

El yacimiento está a unas profundidades entre 1700 y 1920 m en el subsuelo.



Fig. 2- Vista general de las plataformas de proceso (a la izqda.) y la plataforma de pozos (a la dcha.).

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



Durante la fase de inyección del gas colchón, en septiembre de 2013, se detectaron una serie de eventos sísmicos inducidos por la actividad. Como consecuencia, mediante resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas de 26 de septiembre de 2013, se decretó la suspensión temporal de la operación del almacenamiento. Dicha resolución fue prorrogada posteriormente mediante resolución de fecha 18 de junio de 2014.

Finalmente, la Secretaría de Estado de Energía, emite Resolución de 6 de noviembre de 2019, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministro de 31 de octubre de 2019, por el que se pone término a la hibernación de las instalaciones del almacenamiento subterráneo "Castor" acordando su desmantelamiento y se ordena el sellado y abandono definitivo de los pozos.

eIFCO nomis.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## 1.4 OBJETO

El objeto del presente informe de implantación, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 11 del Real Decreto 1339/2018, de 29 de octubre, por el que se desarrolla el Real Decreto-ley 16/2017, de 17 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones de seguridad en la investigación y explotación de hidrocarburos en el medio marino, es la comunicación a las autoridades competentes de las actividades relacionadas con el proyecto de sellado y abandono definitivo de los pozos del almacenamiento subterráneo «Castor» y la aportación de la documentación requerida para dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos y al Real Decreto 2362/1976, de 30 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Investigación y Explotación de Hidrocarburos de 27 de junio de 1974.

En cumplimiento de lo anterior, se incluye la “comunicación de operaciones en pozos”, como anexo del presente informe de implantación, de acuerdo con el contenido detallado en el anexo I parte 4 del Real Decreto 1339/2018, de 29 de octubre.

Por otro lado, con objeto de dar cumplimiento al Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, se incluye como anexo del presente informe de implantación el documento sobre seguridad y salud del proyecto.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## 1.5 NOMBRE DEL CONCESIONARIO

Las instalaciones correspondientes al almacenamiento subterráneo de gas natural denominado «Castor» han revertido al Estado español, titular en pleno dominio de las mismas, una vez extinguida la concesión de explotación del almacenamiento que había sido otorgada a Escal UGS, S.L., de conformidad con lo dispuesto por el artículo 29.1 de la Ley 34/1998, de 7 de octubre y, en idéntico sentido, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 14 del Real Decreto 855/2008.

El Estado español ha encomendado a Enagás Transporte, S.A.U.\* el desmantelamiento de las instalaciones, no en régimen de concesión sino en virtud del mandato legal del tercer párrafo del artículo 3.2., del RD-ley 13/2014 y la Resolución de 6 de noviembre de 2019, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros que pone fin a la hibernación del almacenamiento y acuerda su desmantelamiento, lo que incluye el desarrollo de las operaciones necesarias para el mantenimiento y operatividad de las instalaciones a las que se refiere aquel citado artículo hasta que concluya la última fase del desmantelamiento.

\*Enagás Transporte, S.A.U.

Paseo de los Olmos, nº 19

CP 28005 – Madrid

## 1.6 MARCO GEOLÓGICO

### 1.6.1 Marco regional

El Almacenamiento Subterráneo Castor se encuentra en la plataforma continental del Dominio Catalano-Valenciano, dentro de la unidad geológica conocida como Surco de Valencia, en la cuenca del Mediterráneo occidental. Esta región separa la Península Ibérica de las Islas Baleares, y se caracteriza por una serie de fosas tectónicas o surcos y pilares estructurales ("grabens" y "horsts"), extensivos de dirección principal nordeste-suroeste, de edad Oligoceno tardío a Neógeno superior.

En la siguiente figura se muestra un esquema regional de la Cuenca del Mediterráneo donde se ubica en su extremo occidental el Almacenamiento Subterráneo de Castor.

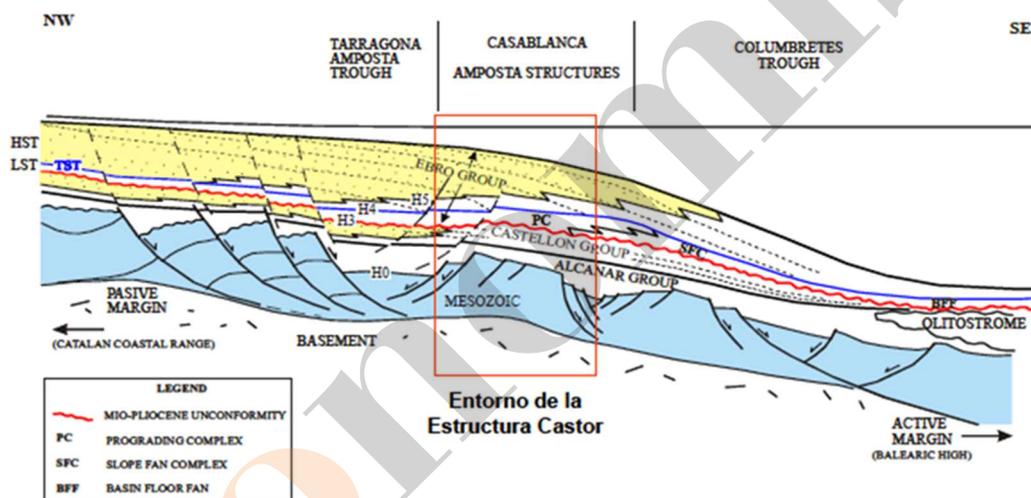


Fig. 3- Esquema geológico regional de la Cuenca del Mediterráneo

### 1.6.2 Estratigrafía

A continuación, se muestra la columna estratigráfica generalizada para el almacenamiento subterráneo de Castor.

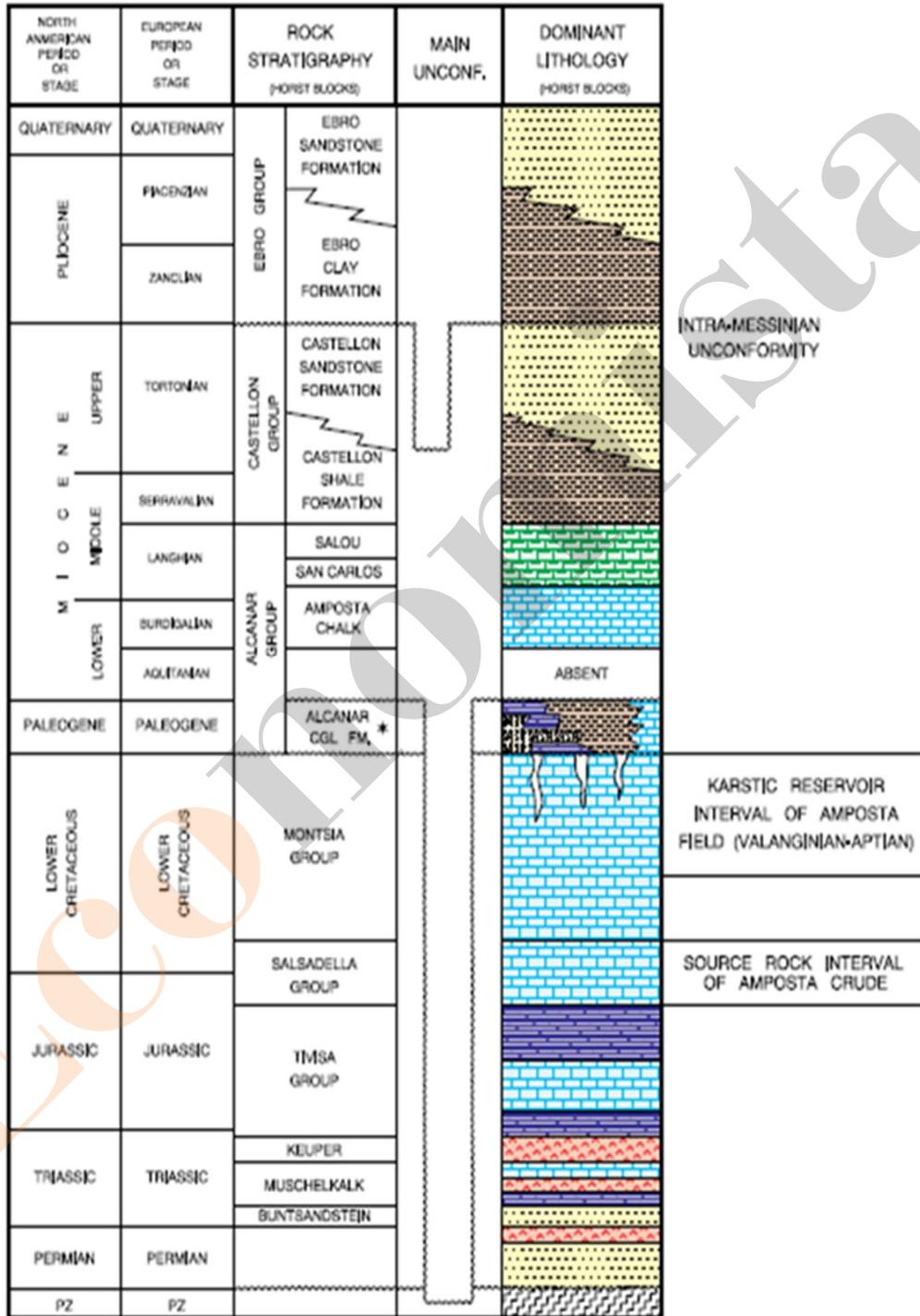


Fig. 4.- Columna estratigráfica general del almacén

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

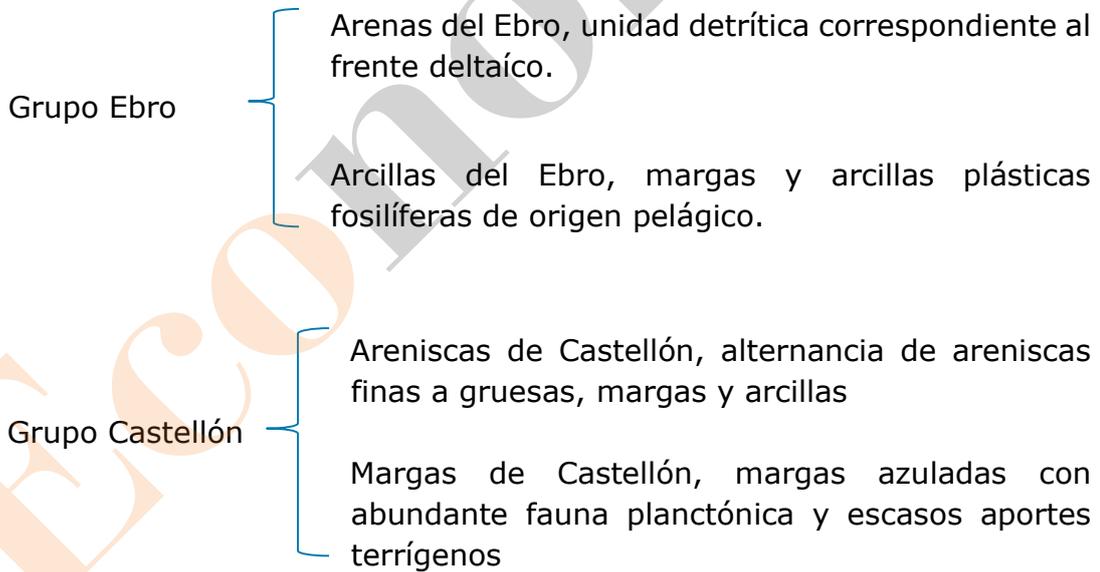


**Formación Montsiá**

La formación Montsiá es de edad Cretácico Inferior y está formada por calizas micríticas compactas, de baja porosidad y permeabilidad. Estas calizas fueron sometidas a un intenso proceso de karstificación durante la fase de levantamiento y posterior erosión en el Paleógeno, originando una importante porosidad y permeabilidad secundarias. La karstificación ha desarrollado un complejo patrón de distribución en el almacén que se caracteriza por una intrincada red de cavidades, canales de disolución y zonas de fractura parcialmente conectados y parcialmente separados entre ellos por brechas de colapso generadas por el hundimiento de las cavidades o por tapones arcillosos.

La interpretación de los datos de producción del campo, así como las mediciones de presión realizadas indican que hay muy buena conectividad en la formación almacén, manteniéndose la presión uniforme en todo el almacén, y la movilidad de los fluidos muy alta.

A techo de la formación Montsiá, se distinguen las siguientes unidades del Cenozoico:



## Grupo Alcanar

Formación San Carlos y Formación Salou, constituida por arcillas, calizas arcillosas y dolomías (Caliza de Amposta, Amposta Chalk).

Formación Casablanca, calcilutitas y margas calcáreas oscuras.

Conglomerados de Alcanar, constituida por una brecha calcárea, que hacia techo pasa a conglomerados heterométricos de elementos calizos, con cemento limo-arcilloso o dolomítico

## 1.6.3 Estructura

La estructura Amposta, está formada por un bloque elevado o "horst" inclinado que buza unos 20° al E-SE. La falla de cierre del flanco oeste se orienta de NE a SO y presenta un salto de falla de más de 1000 m. Al Este y Norte, y por debajo, el yacimiento está confinado por un acuífero. El buzamiento de las capas de caliza de la formación Montsiá constituye el sello natural necesario hacia el norte, este y sur.

El techo de la estructura se encuentra a 1740 m bajo el nivel de mar. Este paleorelieve se encuentra sellado por los materiales de naturaleza básicamente arcillosa del Grupo Castellón (Mioceno) y del Grupo Ebro, también predominantemente arcillosos (Plioceno). Se trata, pues, de una trampa de tipo estructural.

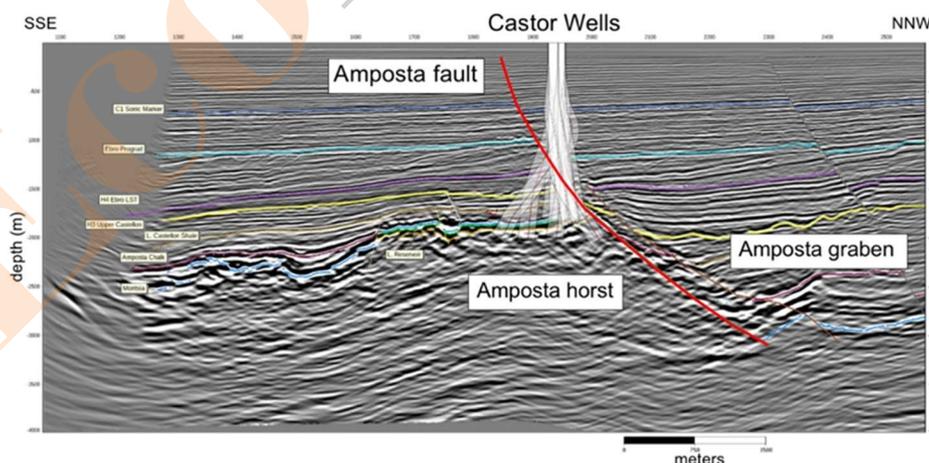


Fig. 5.- Perfil sísmico de la estructura

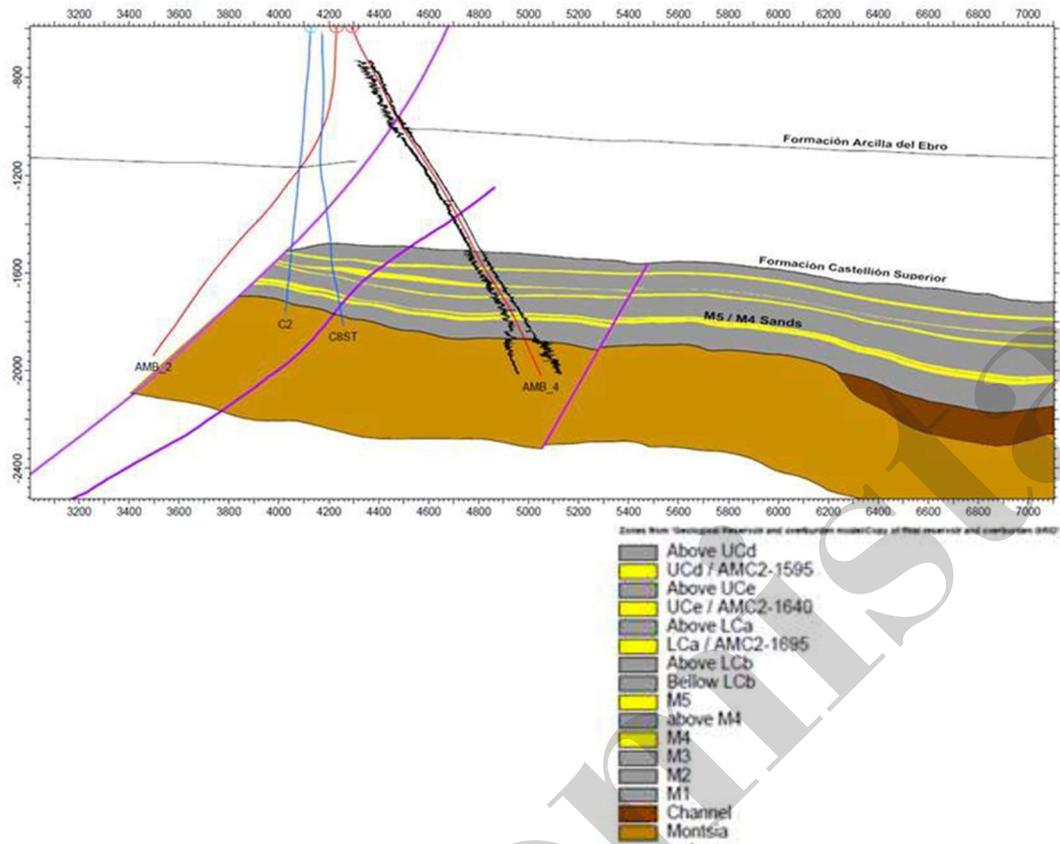


Fig. 6.- Sección estructural área del AS Castor. La formación Montsiá se muestra en color marrón claro

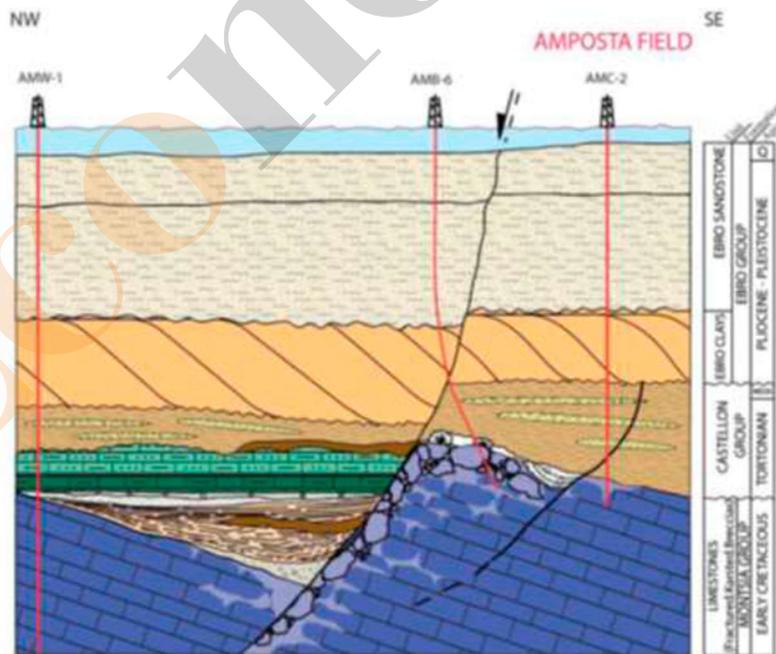


Fig. 7.- Vista de la estructura con la falla de cierre al oeste

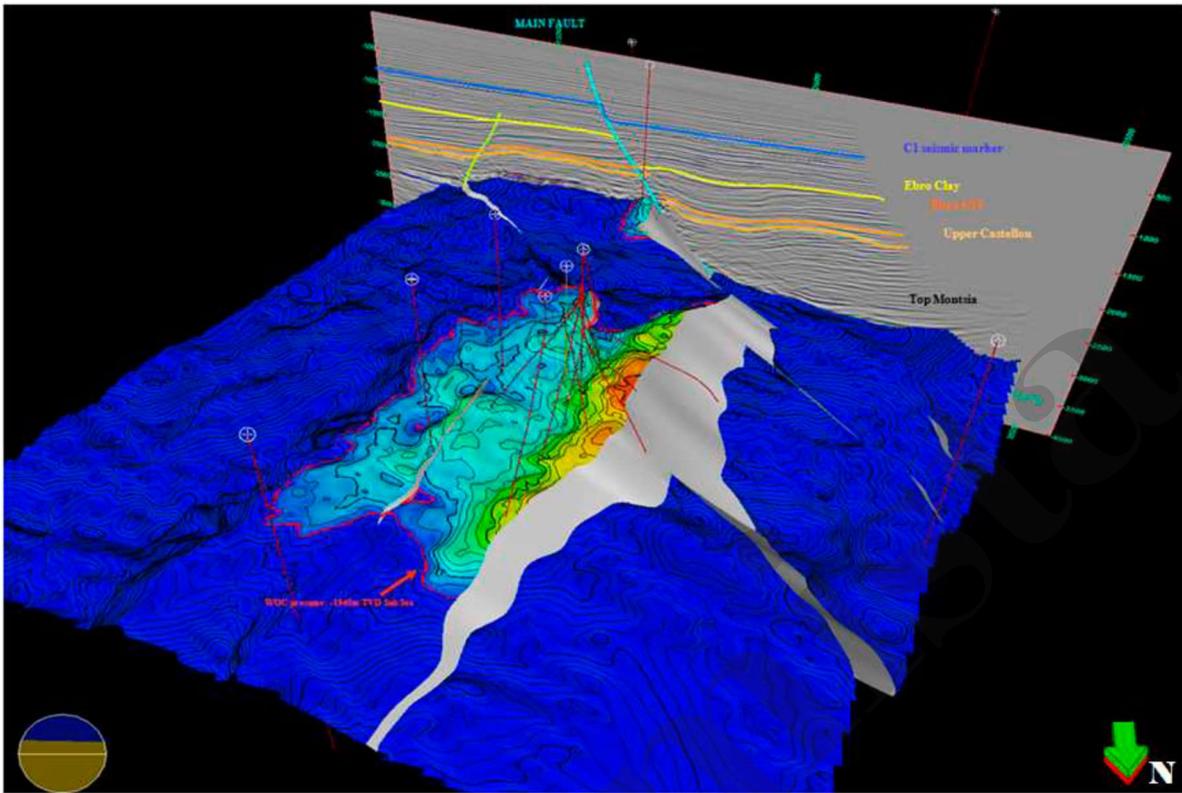


Fig. 8.- Vista 3D del modelo geológico, estructura tope del Montsiá

### 1.6.4 Almacén

Está constituido por la formación Montsiá, descrita anteriormente. La matriz rocosa calcárea presenta una permeabilidad muy baja. El almacén propiamente dicho, está constituido por el complejo de cavidades creadas por la karstificación asociada al levantamiento de la estructura.

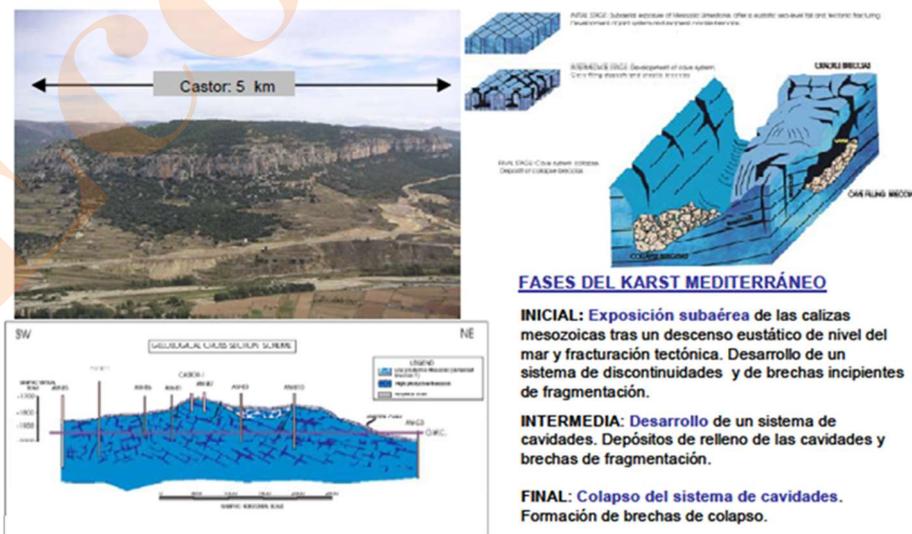


Fig. 9.- Fases de formación del karst

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



En la figura anterior se describen las tres fases de formación del karst Mediterráneo. La primera fase, que tiene lugar tras el levantamiento regional, da lugar a un sistema de fracturación y produce las primeras brechas. La erosión sub-aérea posterior constituye la segunda fase, que genera un sistema de cavidades. En la tercera fase, se produce el colapso del sistema y la aparición de brechas de colapso.

### 1.6.5 Sellado de la estructura

#### Sello principal - Formación Castellón Inferior (Margas de Castellón).

Por encima de la unidad Amposta Chalk está la formación Castellón Inferior que constituye el sello principal del almacén. Está formada principalmente por arcillas, pero también contiene capas de areniscas en su interior. La formación almacén tiene un espesor superior a 100 m. La calidad y efectividad del sello se evaluó mediante estudios geomecánicos y petrofísicos y pruebas in situ; "Leak off Test" y pruebas de fracturación hidráulica.

#### Sellos secundarios – Formación Arcillas del Ebro

La Formación Ebro Clay está en la parte inferior de la secuencia del Grupo Ebro. Está formada principalmente por margas y arcillas. Esta formación se considera como un sello efectivo secundario que impediría la migración del gas hacia capas superiores.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

## 1.7 INFORMACIÓN DE LOS POZOS

### 1.7.1 Coordenadas de los pozos

DATUM	
UTM Zone:	31
Geodetic Datum:	WGS 1984
Geodetic Ellipsoid:	WGS-1984

Tabla 3 – Sistema de referencia.

COORDENADAS POZOS CASTOR				
Pozo	Latitude:	Longitude:	UTM Easting (m)	UTM Northing (m):
Castor-1	040° 23' 40.595" North	000° 42' 32.814" East	305572.64	4474076.19
Castor-2	040° 23' 40.490" North	000° 42' 32.413" East	305563.09	4474073.17
Castor-3	040° 23' 40.420" North	000° 42' 32.468" East	305564.34	4474071.00
Castor-4	040° 23' 40.658" North	000° 42' 32.774" East	305571.75	4474078.17
Castor-5	040° 23' 40.531" North	000° 42' 32.503" East	305565.25	4474074.42
Castor-6	040° 23' 40.616" North	000° 42' 32.684" East	305569.58	4474076.92
Castor-7	040° 23' 40.575" North	000° 42' 32.593" East	305567.42	4474075.67
Castor-8	040° 23' 40.505" North	000° 42' 32.649" East	305568.67	4474073.50
OBN	040° 23' 40.727" North	000° 42' 32.719" East	305570.50	4474080.33
OBS	040° 23' 40.558" North	000° 42' 32.357" East	305561.84	4474075.33
POB	040° 23' 40.601" North	000° 42' 32.447" East	305564.00	4474076.58
CSM	040° 23' 40.644" North	000° 42' 32.538" East	305566.17	4474077.83
SWD	000° 42' 32.628" East	040° 23' 40.686" North	305568.33	4474079.08

Tabla 4 – Coordenadas de pozos almacenamiento subterráneo Castor.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



### 1.7.2 Situación actual de los pozos

Actualmente, todos los pozos se encuentran suspendidos temporalmente con 2 barreras mecánicas por encima de la válvula de fondo, consistentes en tapones mecánicos, denominados bridge plugs, a excepción del SWD que solo cuenta con una. Además, todas las válvulas de cabeza de pozo se encuentran cerradas.

Adicionalmente los pozos están totalmente aislados del resto de las instalaciones del proceso mediante discos ciegos.

En los pozos C2 y CSM quedaron en el interior del pozo herramientas, que requerirán trabajos de recuperación en la fase de los trabajos de clausura y abandono definitivo de los pozos.

eLECO nomista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

La situación actual de los pozos es la siguiente:

Pozo	Profundidad Total (m)	Tipo de pozo	Situación actual
Castor-1	1931	Inyector/ Productor	Tapón superior - 27 m "Junk basket" - 111.5 m Tapón inferior - 114 m
Castor-2	1926	Inyector/ Productor	Tapón superior - 27.4 m "Junk basket" - 87.0 m Tapón inferior - 88.7 m Herramienta atrapada - 97.0 m
Castor-3	2191	Inyector/ Productor	Tapón superior - 23.8 m "Junk basket" - 96.0 m Tapón inferior - 97.2 m
Castor-4	2400	Inyector/ Productor	Tapón superior - 23.7 m "Junk basket" - 108.8 m m Tapón inferior - 110.0 m
Castor-5	1904	Inyector/ Productor	Tapón superior - 10.6 m "Junk basket" - 117.9 m Tapón inferior - 119 m
Castor-6 ST1	1950	Inyector/ Productor	Tapón superior - 10.6 m "Junk basket" - 84.7 m Tapón inferior - 85.6 m
Castor-7	2021	Inyector/ Productor	Tapón superior - 31.7 m "Junk basket" - 116.7 m Tapón inferior - 117 m
Castor-8 ST1	2499	Inyector/ Productor	Tapón superior - 26.2 m "Junk basket" - 110.0 m Tapón inferior - 112 m
Castor CSM	1728	Observación	Tapón superior - 31.7 m "Fish" Tapón inferior - 117 m
Castor OBN-ST1	2897	Observación	Tapón superior - 35.7 m "Junk basket" - 71.0 m Tapón inferior - 72.2 m
Castor- OBS	3128	Observación	Tapón superior - 33 m Prueba de inyección del tapón inferior satisfactoria
Castor POB-ST1	2110	Observación	Tapón superior - 32m "Junk basket" - 79 m Tapón inferior - 80 m
Castor SWD- ST1	2306	Inyección de agua	Tapón superior - 109 m

Tabla 5 - Situación actual de los pozos de Castor

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



### 1.7.3 Disposición física de los pozos de castor

Las cabezas de los pozos están instaladas en la plataforma de pozos WHP. A continuación, se muestra una vista en planta de la plataforma de pozos, con la plataforma de proceso/acomodación y la pasarela de comunicación entre ambas y una vista en planta de la WHP.

eLECCoNOMISTA.es

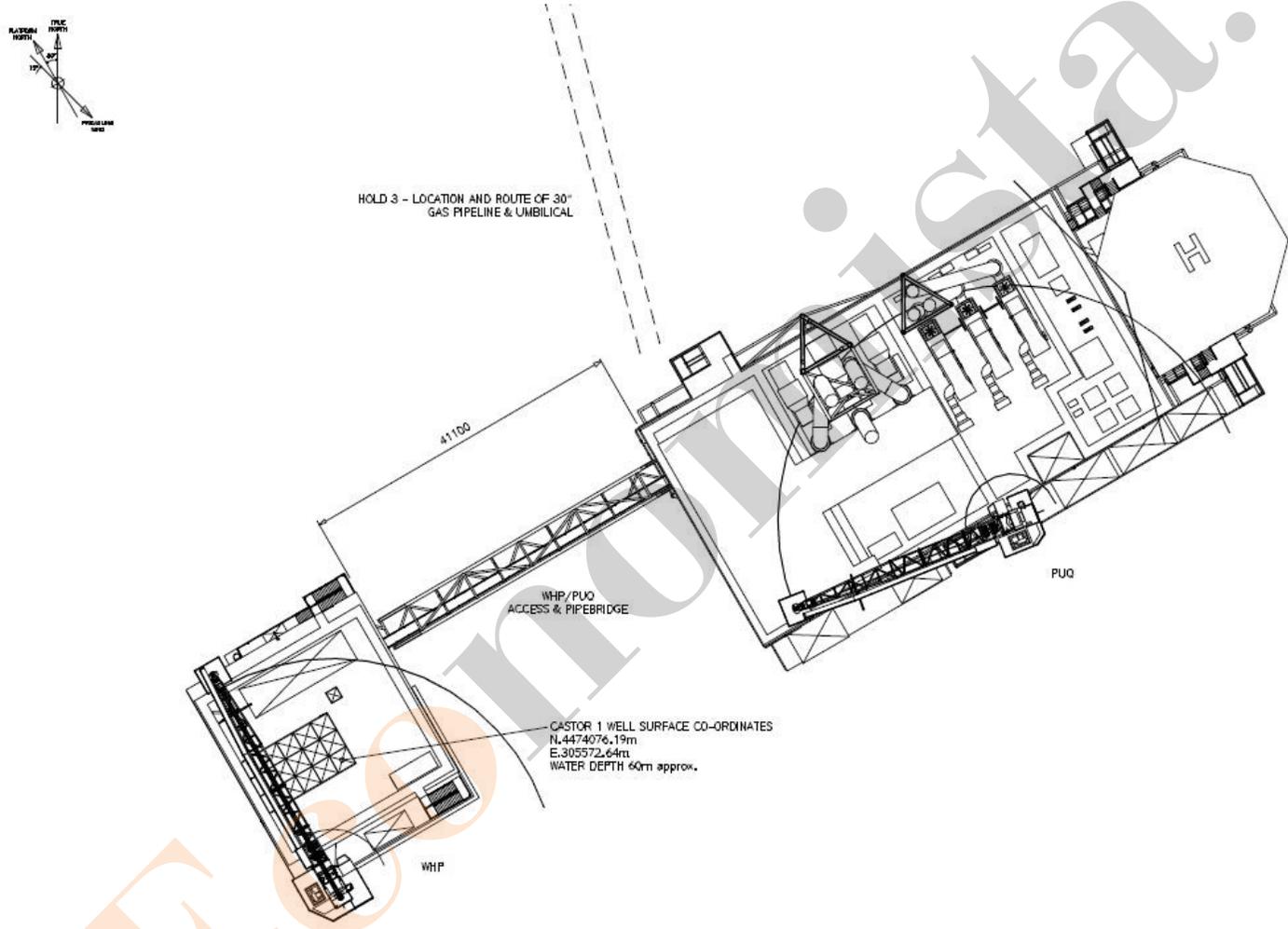


Fig. 10 - Vista en planta de la Plataforma de pozos y la plataforma de procesos y acomodación

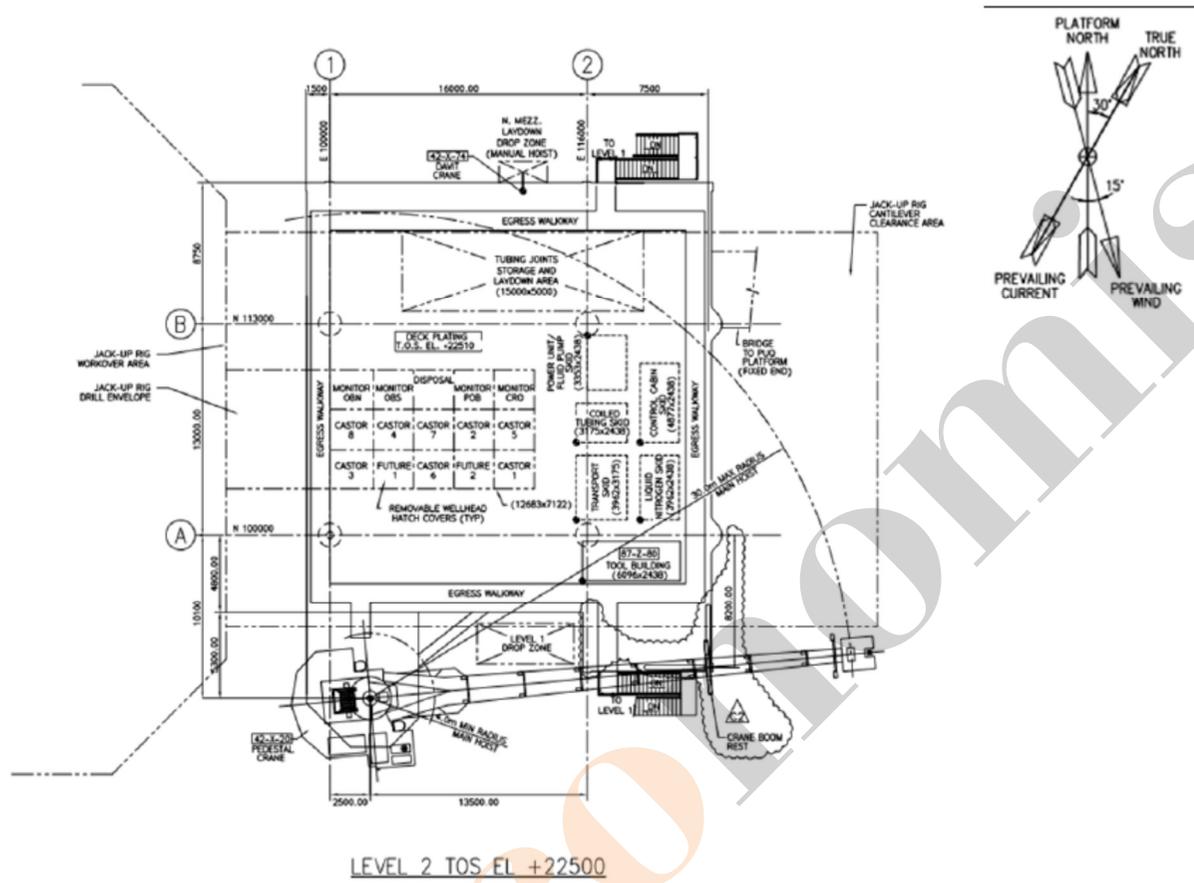


Fig. 11 – Vista en planta de la Plataforma de pozos (WHP)

La disposición física de los pozos en la plataforma de pozos es la mostrada en la figura siguiente. Se incluye la desviación del llamado norte de la plataforma (flecha azul), respecto al norte geográfico verdadero.

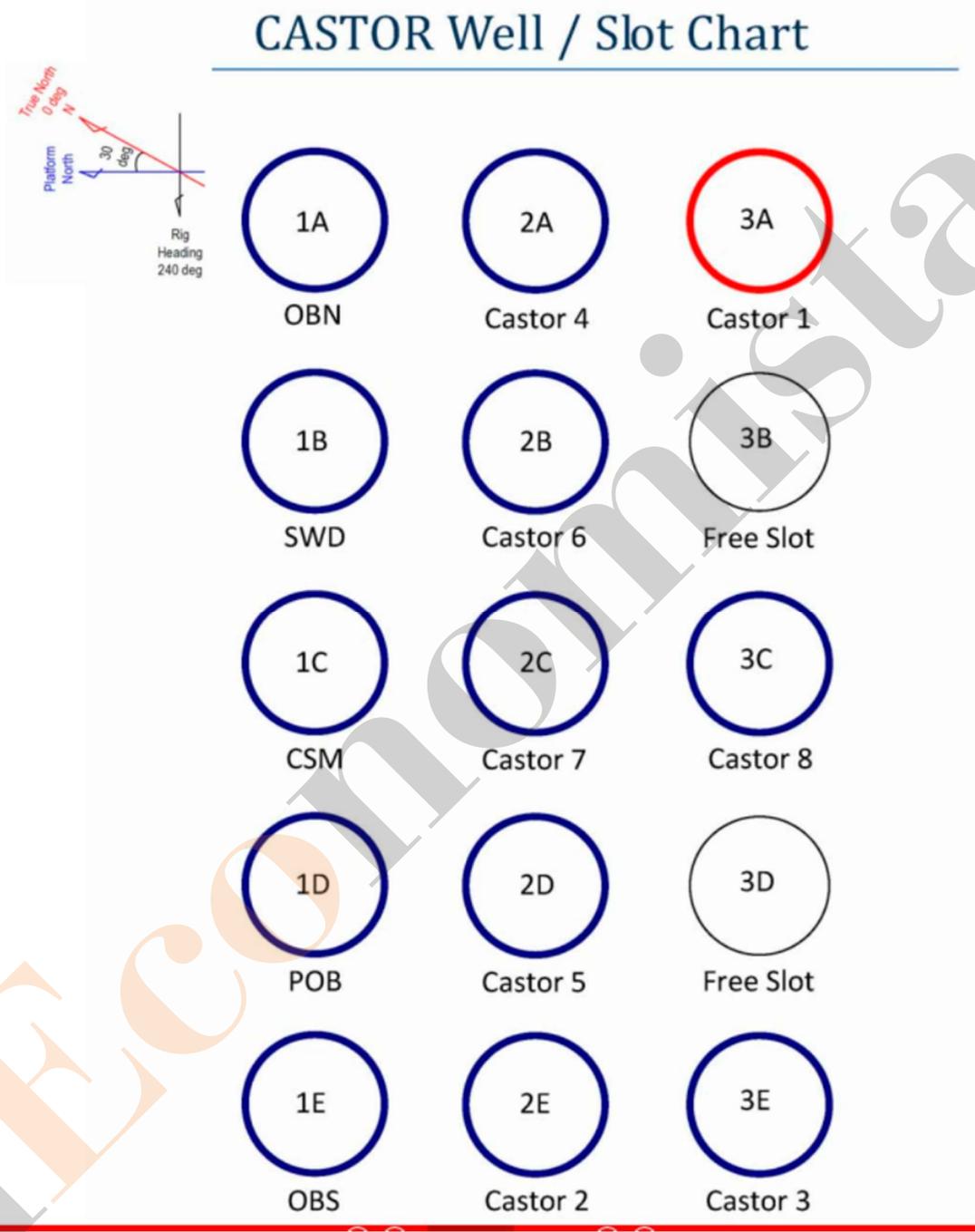


Fig. 12 – Disposición física de los pozos en la plataforma de pozos

## 1.8 OPERACIONES DE ABANDONO DE POZOS

### 1.8.1 Criterios de diseño

El programa de abandono de todos los pozos de "Castor" se ha diseñado de acuerdo con las directrices marcadas en los siguientes documentos:

- a) Oil & Gas UK Well Decommissioning Guidelines, Issue 6 June 2018
- b) UKOG Guidelines on Qualification of Materials for the Abandonment of Well, Issue 2, october 2015.
- c) UNE-EN ISO 16530-1-2017. Industrias del petróleo y del gas natural. Integridad del pozo. Parte1: Gobernanza del ciclo de vida.

Las operaciones de abandono cumplirán también con lo estipulado en el Real Decreto 1339/2018, de 29 de octubre, y en el RD 16/2017, de 17 de noviembre.

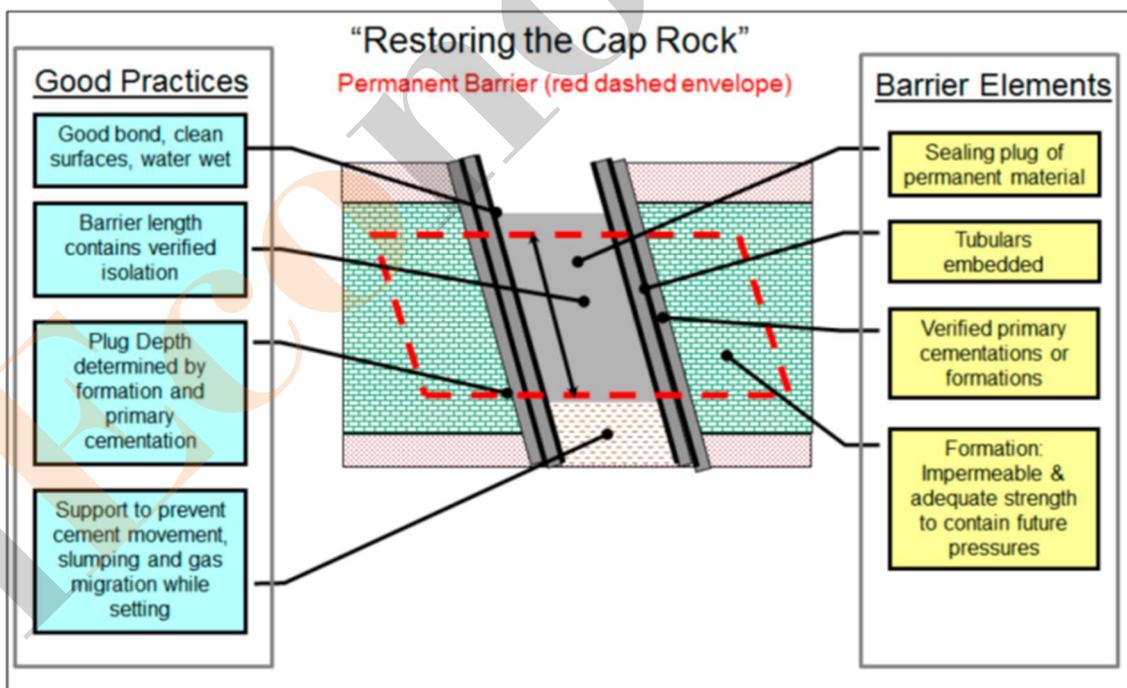


Fig. 13 – Restauración del sello (extraído de "OG&UK well decommissioning guidelines")

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

En resumen, las directrices están diseñadas para aislar todas las formaciones con flujo potencial mediante la instalación de barreras sometidas a pruebas de aislamiento que, en principio, restauran el sello de la formación.

En general, se considera que si la zona es productora de agua basta una sola barrera permanente o barrera simple. Si la zona produce o ha producido hidrocarburos se requieren 2 barreras simples. Las 2 barreras simples pueden combinarse en una sola barrera de mayor longitud, si esta resulta igualmente efectiva que las 2 barreras simples. Donde se considere que el flujo cruzado entre dos zonas es inaceptable, las dos zonas deben ser aisladas una de la otra.

En los pozos de Castor todas las barreras permanentes serán tapones de cemento colocados encima de tapones mecánicos ("bridge plugs").

De acuerdo a las directrices de O&G UK, una barrera permanente debe tener:

- Una columna de cemento de, típicamente, un mínimo de 100 pies (30.5 m) de buen cemento para constituir una barrera permanente dentro o fuera de la tubería de revestimiento.
- Típicamente, 100 pies (30.5 m) de buen cemento por encima de la zona con flujo potencial.
- Un tapón de cemento interno adyacente a buen cemento en el anular sobre una distancia acumulada de típicamente 100 pies (30.5 m) de solape.

Cuando dos zonas distintas con flujo potencial están separadas por menos de 100 pies (30.5m) de profundidad, entonces debe colocarse un tapón de buen cemento entre las zonas de la máxima longitud de columna posible.

Se considera que, donde sea posible, se deben colocar 500 pies (150 m) de cemento para obtener 100 pies (30.5 m) de buen cemento.

Como parte de la preparación del programa de abandono de los pozos se revisó toda la documentación disponible de los 13 pozos para validar los niveles de cemento en los anulares. En todos los pozos se registraron diagráfias (CBL) de las calidades de cemento en el anular. Algunos pozos del proyecto original (C6, C8, SWD, POB y OBN) no pudieron perforarse como estaba proyectado, fundamentalmente, debido a pérdida de herramientas en los pozos. En esos casos, se perforaron desviaciones ("sidetrack") a partir de los pozos originales y se procedió al abandono de los pozos originales. Tanto los abandonos de los pozos originales como los diseños de los abandonos finales proyectados cumplen con los requerimientos de las directrices en vigor.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



Debido a la localización de los tapones de cemento se hace necesario considerar la posibilidad de flujo cruzado entre distintas zonas. El diseño de los programas de abandono elimina esta posibilidad en la medida de lo posible, a menos que el flujo cruzado se considere aceptable, por ejemplo, por tratarse de zonas con el mismo régimen de presión. Se entiende por flujo cruzado el intercambio de fluidos entre dos o más zonas distintas.

### 1.8.2 Consideraciones adicionales

Con el fin de minimizar el riesgo de sismicidad inducida por las operaciones de sellado de pozos, las mismas se van a diseñar tomando como base las siguientes premisas:

- ✓ Evitar la inyección o extracción de cantidades significativas de fluidos en el interior del yacimiento, con objeto de que no pueda desencadenarse ningún cambio u oscilación de las presiones en el mismo que pueda generar cambios de esfuerzos susceptibles de provocar efectos sísmicos. Para ello, antes de proceder a la limpieza de los pozos, se tratará de aislar el yacimiento mediante la instalación de un tapón mecánico en profundidad. En el caso de que la operación sea exitosa, se procederá a la limpieza del pozo mediante un fluido de limpieza que será recuperado en superficie para su posterior tratamiento y gestión como residuo. En el caso de que la instalación del tapón de fondo no pueda realizarse debido a la suciedad existente en el pozo, será necesario proceder a la limpieza del mismo antes de la instalación del tapón mecánico. La limpieza deberá realizarse evitando la inyección de cantidades significativas de fluido al yacimiento y con un monitoreo en continuo de la presión del mismo, mediante los sensores de fondo instalados en los pozos de observación.
- ✓ Establecimiento de un protocolo de actuación ante sismicidad. Enagás, en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional, ha elaborado un protocolo de actuación ante sismicidad en el cual se establece un sistema de gestión del riesgo por umbrales similar a un sistema de semáforos. Su objetivo es en primer lugar, minimizar el riesgo de sismicidad durante las operaciones de sellado y abandono de los pozos, y en segundo lugar, proporcionar una herramienta para gestionar de forma prudente y responsable las operaciones de abandono, teniendo en cuenta también la alarma social que se pueda suscitar. El protocolo de actuación ante sismicidad contempla un sistema de alertas en caso de detección de un evento sísmico en un área de radio 20 km a partir de la plataforma de Castor. Este sistema de alertas permitirá informar a Enagás, de manera inmediata, sobre cualquier evento sísmico que haya sido detectado por la red de sismógrafos del Instituto Geográfico Nacional o por la red del Observatorio del Ebro. En función de la

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



magnitud del evento, de si ha sido percibido por la población o no y de si el mismo ha sido coetáneo con un incremento de presión en el yacimiento, se activará un protocolo con el fin de mitigar los impactos y efectos del sismo. Este protocolo establece un sistema tipo semáforo, que en función de los umbrales que se alcancen sobre los parámetros anteriores, llevarán a parar, continuar o mantenerse alerta durante la ejecución de las operaciones de sellado, especialmente durante la fase de limpieza de los pozos.

### 1.8.3 Equipos

#### 1.8.3.1 Selección de la plataforma JACK-UP MODU

Tras evaluar las diferentes alternativas de metodologías posibles para la realización de los trabajos de sellado y abandono de pozos, el tipo de equipo seleccionado es una plataforma jack-up MODU, que presenta la ventaja decisiva sobre otros equipos, tales como Jack-Up Barges, de contar con capacidades de rotación, circulación y cementación, lo cual proporciona más opciones ante posibles contingencias en los trabajos de abandono de pozos, incluyendo la posibilidad de corte mecánico de tubulares (tubing y casing) y trabajos de cementación a través de la tubería de perforación.

La plataforma jack-up MODU satisface además las siguientes funciones:

- a) Capacidad de Acomodación del personal.
- b) Espacio adicional en cubiertas.
- c) Alta capacidad de izado y estiba.
- d) Sistema de bombeo y circulación de fluidos con gran capacidad de almacenaje.
- e) Unidad de cementación. Silos de almacenamiento de cemento y sistema de transferencia.
- f) Capacidad de perforación, rotación, izado.



Fig. 14- Jack-up junto a una plataforma fija

La mayoría de las plataformas Jack-Up MODU disponibles en el mercado offshore tienen capacidad para operar en estas profundidades de lámina de agua, aunque habrá que considerar la capacidad de elevar el voladizo ("cantiléver") sobre la grúa de la plataforma fija de Castor.

En cualquier caso, se requiere una jack-up con una longitud de patas de 105 metros o mayor.

A continuación, se detallan las necesidades mínimas de la operación que deberá satisfacer la plataforma jack-up MODU a contratar. Un detalle mayor del proceso de selección de la plataforma incluyendo cálculos de la capacidad de izado necesaria puede encontrarse en el Anejo 2.

Elemento	Capacidad mínima	Comentario
Elevación	300 klbs	
Lámina de agua	60m	
Elevación de la plataforma "Jack-up elevation"	105m	
Capacidad de desplazamiento del equipo de perforación manteniendo las capacidades de elevación	19m	
Capacidad X-Y Cantilever	Deseable	La capacidad de desplazamiento X-Y del cantiléver, aunque no esencial, es deseable porque aumentaría la eficiencia de las operaciones
Capacidad de desplazar el voladizo hacia el interior con equipamiento en la cubierta principal	Requerido	Para operaciones de corta duración, permitirá el movimiento rápido de un pozo al siguiente
Espacio de almacenamiento de líquidos	2500 bbls	
Capacidad de elevación de la grúa	60 Tm	Para permitir el izado de la unidad de coiled tubing
Safety case	EU safety case	

Tabla 6 – Principales características de la instalación Jack-Up MODU.

Nota.- Las unidades se muestran en el sistema anglosajón por ser el habitual en la industria

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



A título meramente ilustrativo, se indica que la jack-up será similar a la "Hakuryuy-10, usada en la perforación de los pozos de Castor, por poner un ejemplo de plataforma que cuenta con las capacidades requeridas.



*Fig. 15 -Imagen de Hakuriu-10*

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



### 1.8.3.2 Características principales resto de equipos

Además de la plataforma jack-up se necesitan los siguientes equipos:

#### Unidad de coiled tubing.

Consta de una bobina de tubería flexible continua dispuesta sobre un tambor motorizado y a la que se pueden aplicar distintos útiles y herramientas. Existen diversos tipos, pero todos ellos cuentan con los siguientes componentes principales:

- Paquete de potencia
  - Dotado de un motor eléctrico o diésel, proporciona energía hidráulica para controlar y operar el equipo.
- Cabina de control
  - Contiene todos los mandos, controles e indicadores necesarios para operar el equipo.
- Cabezal inyector
  - Su función es suministrar capacidad de empuje para introducir la tubería en el pozo y capacidad de tracción para su extracción.
- Sistema de control de presión (PCE)
  - Permiten trabajar en pozos con presión. Generalmente constan de varios sistemas de barreras redundantes.
- Tambor de tubería flexible continua
  - Su función es almacenar la tubería flexible continua bobinada. Típicamente se acciona mediante dispositivos hidráulicos. Existen tambores con capacidad de almacenaje de longitudes de tubería diferente y de diferentes diámetros. Se deben elegir las capacidades adecuadas al trabajo a realizar.

Las capacidades requeridas para las operaciones son: bobina de tubería de 2  $\frac{3}{8}$ " ó 2  $\frac{7}{8}$ ", de una longitud superior a 2800m (9,200ft) y PCE mínimo mínimo 5,000psi / 345 bar, herramientas de extracción de tapones estándar de distintos tamaños.

Las operaciones que se van a realizar con la unidad de coiled tubing son:

1. Recuperación de los tapones mecánicos actualmente instalados en los pozos por encima de la válvula de seguridad.
2. Recuperación de las herramientas dejadas en el interior de las completaciones durante las operaciones de suspensión en los pozos C2 y CSM.
3. Instalación del primer tapón mecánico:

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



4. Limpieza de la tubería de producción.
5. Instalación del primer tapón de cemento.
6. Corte del tubing de producción.
7. Instalación de un tapón mecánico en el tubing hanger.

### Unidad de slickline.

Consiste en una bobina de cable de acero, dispuesta sobre un tambor motorizado, a cuyos extremos se pueden acoplar diversos útiles y herramientas que permiten realizar intervenciones menores en los pozos. Constan de los siguientes elementos:

- Paquete de potencia
  - Proporciona el movimiento al tambor
- Tambor y controles.
  - El tambor aloja el cable bobinado y los controles permiten el giro del tambor para la introducción y extracción del cable en el pozo.
- Elementos de control de presión
  - BOP
    - Permiten el control y cierre del pozo en caso de flujo de fluidos a superficie
  - Lubricador
    - Permiten la introducción de herramientas en pozos con presión.
  - Sellos de grasa
    - Permiten la entrada y extracción del cable en pozos con presión

Las principales intervenciones que pueden llevarse a cabo con slickline comprenden:

- Determinaciones de profundidad.
- Calibración de diámetros y detección de restricciones.
- Operaciones de pesca
- Apertura y cierre de camisas de producción.
- Colocación y recuperación de accesorios a diferentes profundidades en la sarta de producción de un pozo.
- Perforación o punzado de orificios en la sarta de producción.
- Toma de muestras de fluidos a diferentes profundidades en el pozo.
- Bajada de herramientas para toma de registros de diversos tipos:
  - Presión, temperatura y producción de fondo
  - Saturación de hidrocarburos
  - Calibración de diámetro interior
  - CBL/VDL

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



La unidad requerida debe contar con un equipo de control de presión de, al menos, 5000 psi (345 bar).

La operación que se va a realizar con la unidad de slick line va a ser la recuperación de los tapones mecánicos asentados en el "tubing hanger"

### Unidad de cementación offshore.

Su función es mezclar y bombear al interior del pozo la lechada de cemento que, una vez fraguada, proporciona el sello permanente al pozo. Su componente principal es la unidad de bombeo de cemento que, montada sobre uno o varios patines (skid) dependiendo de su tamaño, está dotada de dos motores diésel, bombas de desplazamiento de alta presión y capacidad, bombas centrífugas para recirculación y mezcla de la lechada, elementos de medida, monitorización y control. Habitualmente, todos los sistemas esenciales de las unidades son redundantes para dotarlas de una alta fiabilidad.

En cuanto al transporte y almacenamiento de cemento se refiere, las compañías de servicios de cementación disponen de silos transportables de diferentes tamaños y capacidades montados sobre patines. Los aditivos y químicos necesarios se transportan en recipientes adecuados. Existe una gama muy amplia de productos aditivos con funcionalidad diversa: controlar el tiempo de fraguado, aumentar la resistencia a la compresión, afectar a la reología de la lechada (variación de la viscosidad en función de la presión – habitualmente se requiere baja viscosidad a alta presión para facilitar el bombeo de la lechada, y alta viscosidad a baja presión para dotarla de baja movilidad una vez desplazada), inhibidores de pérdida de fluido, estabilizadores de lechada, espesadores, aditivos para reducir la densidad, mejoradores de adhesión, etc.

Habitualmente, las compañías de cementación proporcionan también los tapones mecánicos ciegos y los retenedores de cemento necesarios para los trabajos de cementación. Un retenedor de cemento es un tapón mecánico que se instala en el interior del casing y al que se puede acoplar una herramienta montada en el extremo de la tubería de perforación (stinger) para inyectar la lechada de cemento. El retenedor cuenta con una válvula que permite el paso de fluidos en un sólo sentido, actuando como tapón ciego en sentido contrario.

Cabe reseñar que un porcentaje notable de plataformas jack-up cuentan con capacidad de almacenaje de cemento a granel y muchas disponen también de equipos de bombeo para trabajos de cementación.

Para nuestras operaciones, se necesita una unidad de cementación offshore estándar de 10000 psi, que puede ir instalada en la plataforma o

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



transportarse en skid y tapones mecánicos (bridge plugs) y retenedores de cemento para casing de 7", 9 5/8" y 13 3/8".

### Otros servicios y herramientas

Además de los servicios y equipos ya descritos, son necesarios otros servicios y herramientas:

Servicio de Punzado o Perforación del casing. - Utilizan herramientas mecánicas adaptadas al extremo del coiled tubing y a la tubería de perforación roscada que perforan pequeños orificios en el tubing o casing para permitir la circulación de fluidos entre el interior y exterior del tubular. Habitualmente proporcionadas por una compañía de servicios especializada y manejadas por su propio personal.

Para nuestras operaciones se necesitan herramientas de punzado para tubing de 5 1/2" y 7", y casing de 9 5/8" y 13 3/8".

Cortadores de tubing. - Son herramientas mecánicas que se acoplan al extremo del coiled tubing para cortar el tubing para poder extraerlo a superficie.

Se precisan cortadores de tubing de 5 1/2" & 7".

Servicios de pesca. - Proporcionados por compañías especializadas en recuperar herramientas dejadas en los pozos (pescados).

#### **i) Herramientas que atrapan el pescado (Fish)**

Herramientas, tipo Spear, que entran en el interior del tubular que se pretende pescar y tras aplicar peso y rotación a la sarta de pesca, establecen un contacto por fricción suficientemente fuerte como para permitir la extracción a superficie del pescado.

Si la operación de pesca fracasa, la sarta de pesca puede retirarse por medios mecánicos o hidráulicos.

Herramientas, tipo Overshot, que atrapan el pescado por el exterior. Al igual que ocurre con los Spears, la herramienta puede retirarse mecánica o hidráulicamente.

#### **ii) Herramientas para el lavado de pescados (washpipe).**

Muelas (Mills). En ocasiones, por la posición del pescado u otras causas, es necesario moler el pescado en fragmentos de pequeño tamaño que pueden extraerse posteriormente.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



Herramientas que extraen fragmentos pequeños (junk basket, herramientas magnéticas).

También disponen de herramientas mecánicas para cortar casing de diferentes tamaños (9 5/8", 13 3/8", 18 5/8" y 24", en nuestro caso). Proporcionarán herramientas de pesca para todos los tamaños.

Herramientas para bajada/extracción de tubulares. - Llaves hidráulicas dotadas de mordazas específicas y elevadores para diferentes tamaños de tubulares que permiten la optimización de las operaciones de extracción de tubulares (en nuestro caso). Se necesitan para tubing de 5 1/2" & 7", casing de 9 5/8", 13 3/8" y 18 5/8".

Servicios de cabeza de pozo. - Compañías especializadas en el montaje y desmontaje de cabezas de pozo. Cuentan con herramientas específicas para estos trabajos.

Unidad de registro de lodos. - En general, las unidades de registro de lodos proporcionan información continua de los parámetros de perforación, detectando rápidamente cambios en litología, contenidos de HC, parámetros de perforación, sobrepresiones, etc. Son servicios esenciales en la perforación de pozos. En nuestro caso, se utilizarán para monitorizar y registrar de manera continua los volúmenes de gas y fluidos, proporcionando información independiente y redundante a la disponible en el equipo de perforación de la jack-up.

Servicios de monitorización NORM.- NORM (Naturally Occurring Radioactive Material) es un término usado para referirse a materiales radioactivos naturales. Los tubulares (tubing y casing) que se van a extraer a superficie durante las operaciones de abandono de los pozos de Castor podrían estar contaminados por su contacto con materiales radioactivos presentes en el subsuelo y su manipulación podría suponer un riesgo para la salud de las personas. Se utilizarán los servicios de una compañía especializada en NORM, para monitorizar los tramos de tubulares que se extraen a superficie, proporcionando EPI's y material de contención para elementos contaminados.

Servicios de corte de casing/conductor. - Se contará con una compañía que proporcione servicios de corte de casing y tubo conductor. Existen herramientas de diversos tipos: cortador abrasivo, sierras de banda cortante de accionamiento neumático o hidráulico, etc.

#### Apoyo logístico

En cuanto al apoyo logístico necesario, en función de las necesidades de equipos y materiales, se ha establecido que un buque de suministros de tamaño medio, de tipo UT755 o similar es suficiente.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



El buque Vos Prelude, usado durante la perforación de los pozos pertenece a esta clase y operó desde el mismo puerto.



*Fig. 16- Buque de suministro Vos Prelude*

Los UT755 pertenecen al tipo de buque más usado en operaciones offshore en Europa, lo que, en principio, facilitará su disponibilidad. Se incluye hoja de características del Vos Prelude, a título de referencia. No se descarta la posibilidad de contratar un buque de otra clase que cubriera las necesidades del Proyecto.

También será necesario utilizar un buque de apoyo. Será un ERRV del grupo 2 ó 3, con capacidad para alojar hasta 120 pasajeros, Fi-fi 1, MOB. Los ERRV (Emergency Response and Recovery Vessel) son buques utilizados en operaciones offshore para proporcionar acomodación adicional a la disponible en la plataforma, lucha contra incendios, rescate de personal y, en general, respuesta a emergencias.

El término Fi-fi significa Fire-Fighting (lucha contra incendios). En la industria offshore existen 3 clases (1 a 3) de buques para combatir incendios. La clase 1 es la más básica. Los requisitos mínimos que debe cumplir son: contar con 2 monitores (o cañones), 1 ó 2 bombas de agua y una capacidad de bombeo de 40000 litros por minuto.

MOB (Man overboard boat): Pequeña embarcación con motor fuera-borda usada para el rescate de personas caídas al agua.

El ERRV permanecerá siempre en los alrededores de la plataforma, salvo esporádicos viajes a puerto para repostar. Cuando el ERVV se aleje de la plataforma será sustituido por el buque de suministro, de forma, que siempre haya un buque de apoyo próximo a la plataforma.



GENERAL		FIRE FIGHTING EQUIPMENT	
Year Built	2010	FFI 1	yes
Place of Built	Cochin, India	DECK EQUIPMENT	
Flag	Dutch	Tugger winches	2 x 10 t on FC Deck
Port of Registry	Breukela	Capstans	2 x 5 t Main deck about PSV/SB
Call Sign	P62K	Deck Crane	3 MT/15m
I.M.O.	944340	CARGO CAPACITIES	
Class Lloyd's	LR 100 A1 Offshore Supply Ship, Fire-Fighting Ship 1 (3200m <sup>3</sup> )with Water Spray LI 1 LMC UMS DP(AA) DYN POL/CLEAN NOTATION	Deck Cargo	1500 MT
ERN number	969606	Deck Area	706.4 m <sup>2</sup> (52.63 x 13.46)
MMGI	245990000	Deck Strength	5 t/m <sup>2</sup>
PRINCIPAL DIMENSIONS		MGO (total)	950 m <sup>3</sup>
Length Overall	73.6 m	Discharge Rate	200 m <sup>3</sup> /hr-9 bar
Length B.P.P.	68.3 m	Potable Water (cargo)	840 m <sup>3</sup>
Breadth moulded	16.00 m	Discharge Rate	200 m <sup>3</sup> /hr-9 bar
Max Draught	5.87 m	Dry Bulk	315 m <sup>3</sup>
Depth Main deck -midship	7.00 m	Discharge Rate	(11250cuft) 5.6 bar/ps
Summer freeboard	1.13 m	Drilling and Ballast Water	850 m <sup>3</sup>
Kiel to topmast	29.85 m	Discharge Rate	200 m <sup>3</sup> /hr-9 bar
Deadweight	3250 t	Liquid Mud / Brine	970 m <sup>3</sup> (incl. brine tanks)
Net Registered Tonnage	1044 t	Discharge Rate	75 m <sup>3</sup> /hr-9 bar
Gross Registered Tonnage	2177 t	COMMUNICATIONS EQUIPMENT	
MACHINERY & PROPULSION		VHF Radio	yes
Total power output	5450 HP (2 x 2725 HP-2005 kW)	Satellite Communications (Voice)	yes
Main Engines	2 x Ustein Bergen C25 33L5P	Satellite Communications ( Fax )	yes
Propulsion	CPP	E-mail	yes
Stem Thruster	2 x Tunnel 500 kW	Mobile Phone	yes
Propellers	CPP	Radio Area	GMDSS Sea Area A1,A2,A3
Bow Thruster	2 x Tunnel 500 kW	NAVIGATIONAL EQUIPMENT	
Bow Thruster propellers	CPP	Navtex Receiver	yes
Joystick	Rolls-Royce Marine Posicon Joystick	Raders	yes
PERFORMANCES			
Fuel Consumption at 13 Knots	15 MT/day		
Fuel Consumption at 10 Knots	10.5 MT/day		
DP Mode	5 MT/day		
In Port	1 MT/day		
ACCOMMODATION			
Crew Accommodation	12 Crew = 10 x 1 Man cabin and 1 x 2 Man cabin		
Passengers	8 Passengers : 2 x 4 man		
Hospital	yes		

This technical specification sheet is subject to change without notice. Whilst every effort has been made to ensure the accuracy of the information presented, no guarantee of accuracy can be given. For enquiries, kindly email us at [info@vroonoffshore.com](mailto:info@vroonoffshore.com)

Fuente "Vroon Offshore Services"

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## 1.9 PARTES DIARIOS

Para garantizar un buen control de las operaciones es necesario establecer canales de comunicación efectivos. Además de comunicaciones telefónicas, que serán tan frecuentes como las operaciones requieran, se considera necesario normalizar la comunicación escrita mínima que los supervisores de campo deben transmitir a Enagás. En este sentido, se establece la obligatoriedad de emitir partes diarios de operación.

Los Partes Diarios de Operación (Daily Operations Report - DOR) serán cumplimentados en la plataforma por el supervisor de campo y enviados todas las mañanas a las oficinas de Enagás.

Se incluirán en la lista de distribución todas las personas que Enagás considere oportuno.

Todos los DOR incluirán un resumen detallado de las operaciones correspondiente a las últimas 24 horas, incidencias de seguridad, salud y medioambiente, resumen de datos de los fluidos en los pozos, fluidos disponibles a bordo, costos y alguna otra información que se pueda considerar relevante.

El formato definitivo, a definir por Enagás, se distribuirá a los supervisores antes del comienzo de las operaciones.

## 1.10 SECUENCIA DE OPERACIONES

Las operaciones se realizarán por lotes (batch), con el objetivo de acortar los tiempos de operación y ajustar costes.

En todos los pozos se comenzará por intervenir con la unidad de coiled tubing. Una vez finalizada la intervención con coiled tubing, la unidad se trasladará al siguiente slot. Después seguirá una primera fase de intervención con el equipo de la torre de perforación. Una vez completada esta fase, la torre se desplazará al siguiente slot, y de ahí al siguiente hasta completar la primera fase de todos los pozos. Finalmente, se realizará la segunda fase en todos los pozos.

Este planteamiento permite evitar cambios de útiles y herramientas, mordazas de las llaves hidráulicas, etc. proporcionando un considerable ahorro de tiempo.

La secuencia de intervención en los pozos se ha establecido en base a tres criterios fundamentales:

- 1.- Reservar los pozos de monitorización para el final, lo que nos permitirá mantener el seguimiento continuo del estado de presiones en el almacén durante toda la operación.
- 2.- Comenzar por los pozos a priori menos problemáticos (sin herramientas abandonadas, sin restricciones de paso, sin operaciones de punzado e inyección (squeeze) complicadas. Esto permitirá la necesaria adaptación de personal y equipos a la dinámica de las operaciones.
- 3.- Contar con tiempo suficiente antes del final de las operaciones para la llegada de materiales o herramientas no previstas, en caso de dificultades en los pozos que requieren servicios de pesca y trabajos de punzado e inyección (squeeze) de cemento.

Después de los pozos C3, C4 y C5 (los más sencillos), seguirán los pozos C2 y CSM, que requieren la utilización de los servicios de pesca, una tarea siempre problemática, en previsión de dificultades que pudieran requerir un replanteo de las operaciones con el uso de herramientas no disponibles en la plataforma en ese momento. Después, los pozos C1 y C8, que requieren squeeze. Siguen los pozos C6, C7 y SWD, que a priori, tampoco presentan dificultades. Y, finalmente, los tres pozos de monitorización.

Así, pues, la secuencia propuesta de operaciones quedaría como se muestra en la tabla siguiente:

Secuencia	Pozo
1	C3
2	C4
3	C5
4	C2
5	CSM
6	C1
7	C8 ST1
8	C6 ST1
9	C7
10	SWD ST1
11	POB ST1
12	OBN
13	OBS

Tabla 7 – Secuencia operaciones.

En todos los pozos se sigue un proceso similar en tres etapas: la primera, ejecutada con la unidad de coiled tubing. Las etapas segunda y tercera requieren la intervención de la torre de perforación. Por este motivo, y dado que el programa completo de operaciones puede consultarse en el *Anejo 2.- Comunicación de operaciones en pozos*, en este apartado se van a describir las operaciones fundamentales de cada etapa, sin entrar en el detalle exhaustivo de las mismas.

En los próximos meses se va a llevar a cabo un programa de despresurización y monitorización de anulares en los pozos de Castor actualmente presurizados. Si se observara un incremento de presión en el espacio anular de un pozo, el diseño actual del esquema de abandono se actualizaría y el método de abandono seleccionado también sería diferente al previsto en el programa de operación. La solución que tendría que adoptarse como operación de remediación en el pozo, sería con mucha probabilidad el corte y recuperación del tubing si la presurización tiene lugar en el espacio anular 'A', y adicionalmente del casing de producción, si el aumento de presión

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



hubiera tenido lugar en el espacio anular 'B'. Por este motivo en el cronograma y estimación de costes del proyecto se han considerado dos escenarios, la línea base que contempla el programa de ejecución tal como se describe a continuación y un escenario alternativo por remediación de pozos, en el que se considera que el 50% de los pozos actualmente presurizados necesitarían operaciones de remediación.

Descripción de las fases de la operación

### Etapa 1.- Operaciones con coiled tubing

Estas operaciones tienen como objetivo, la instalación en cada pozo de un tapón de cemento profundo (tapón #1, en la terminología del Anejo 2), proporcionando el aislamiento de la formación almacén. Una vez finalizada esta fase, se imposibilita el intercambio de fluidos con el almacén, eliminando el riesgo de sismicidad inducida. Comprende las siguientes operaciones:

1.- Montaje e instalación de la unidad de coiled tubing. Instalación y prueba de su equipo de control de presión.

2.- Recuperación de los tapones mecánicos superficiales instalados durante las operaciones de suspensión temporal de los pozos.

2a).- En los pozos C2 y CSM, recuperación de las herramientas dejadas durante las operaciones de hibernación.

3.- Instalación del primer tapón mecánico sobre el que se asentará el primer tapón de cemento:

- Bajada de un calibre para detectar posibles restricciones de diámetro, que podrían ocasionar problemas de atonques en la bajada del tapón.
- Bajada y asentamiento del tapón mecánico a la profundidad requerida.
- Prueba hidráulica del tapón mecánico.

4.- Limpieza de la tubería de producción, con el objetivo de eliminar restos de hidrocarburos de la tubería, y así mejorar la adherencia del cemento sobre la misma, lo que resulta esencial para conseguir un buen sellado. El fluido de limpieza está formado fundamentalmente por agua de mar, con aditivos químicos que aumentan la viscosidad y hacen más efectiva la limpieza. Todos los productos utilizados se recuperarán en superficie.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



5.- Desplazamiento del pozo con agua salada de densidad 1.13 SG (kill weight). Así se asegurará que la presión hidrostática es superior a la presión de formación.

6.- Instalación del primer tapón de cemento:

- Prueba de presión del anular 'A' para verificar la integridad del packer de producción.
- Punzado o perforación del tubing de producción lo más cerca posible del tapón mecánico instalado en el paso 3. Necesario para establecer circulación a través del anular 'A'.
- Bombeo de cemento en el interior del tubing y en el anular 'A' hasta conseguir una barrera de a) 250 m en el caso de barrera combinada b) 150 m en el caso de barrera simple.
- Después de permitir el fraguado del cemento (WOC), verificar la efectividad de la barrera mediante prueba hidráulica en el interior del tubing y en el anular 'A'.

eI E C O N O M I A S . E S

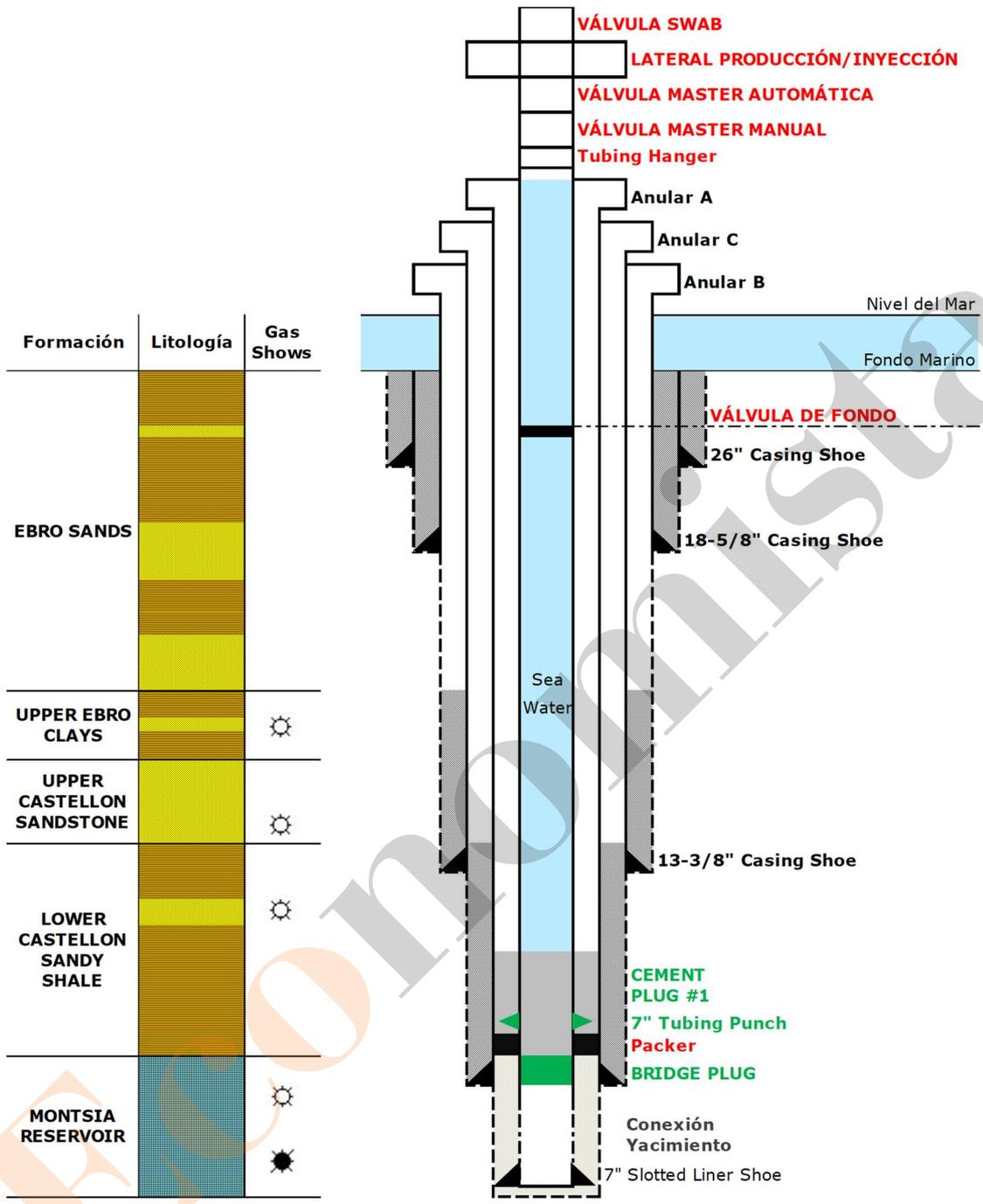


Fig. 17 - Posición del tapón #1

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



7.- Corte de la tubería de producción +/- 10 m por debajo de la profundidad fijada para el segundo tapón.

8.- Instalación de un tapón mecánico en el tubing hanger y prueba hidráulica para confirmar su estanqueidad.

9.- Desmontaje de la unidad de coiled tubing

10.- Desplazamiento (skidding) de la torre de perforación al siguiente pozo.

En este momento, el pozo ya cuenta con dos barreras (el tapón de cemento y el tapón mecánico en el tubing hanger) y, por tanto, ya se puede proceder al desmontaje del árbol de producción (Xmas Tree), en condiciones de seguridad.

## Etapa 2.- Operaciones con la torre de perforación Fase #1

En esta etapa se instalarán los tapones de cemento #2 y #3. Comprende las siguientes operaciones:

1.- Desplazamiento de la torre al pozo correspondiente.

2.- Recuperación con slickline del tapón mecánico instalado en el tubing hanger en el punto 8 de la Etapa 1.

- Instalación y prueba hidráulica del riser y BOP encima de la cabeza de pozo.
- Instalación y prueba hidráulica de la unidad de slickline y de su equipo de control.
- Recuperación del tapón instalado en el tubing hanger.
- Desinstalación de la unidad de slickline.

3.- Recuperación del tubing en superficie

- Bajada de la herramienta de recuperación del tubing hanger.
- Recuperación del tubing hanger en superficie.
- Recuperación del tubing de 7" / 5 1/2" en superficie.

4.- Instalación del segundo tapón mecánico dentro del casing de 9 5/8".

- Bajada y asentamiento del tapón mecánico a la profundidad requerida.
- Prueba de presión del tapón.
- Bajada con tubería de perforación y aplicación de 5 Tm de peso para verificar la correcta instalación del tapón.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



#### 5.- Instalación del tapón de cemento #2.

- Bajada de la herramienta de perforación del casing de 9 5/8".
- Perforar el casing de 9 5/8" lo más cerca posible del tapón mecánico instalado para establecer circulación entre el casing y el anular 'B'.
- Cementación del interior de casing de 9 5/8" y del anular 'B' hasta conseguir una longitud de tapón de cemento a) 250 m en el caso de barrera combinada b) 150 m en el caso de barrera simple.
- Tras permitir el tiempo de fraguado del cemento, bajar con la sarta de perforación y aplicar 5 Tm de peso sobre el tapón con el fin de verificar su correcto asentamiento.
- Verificación de la efectividad como barrera del tapón de cemento mediante prueba hidráulica en el anular 'B'.

En este momento, la situación del pozo es la que se muestra en la figura siguiente:

*energías.es*

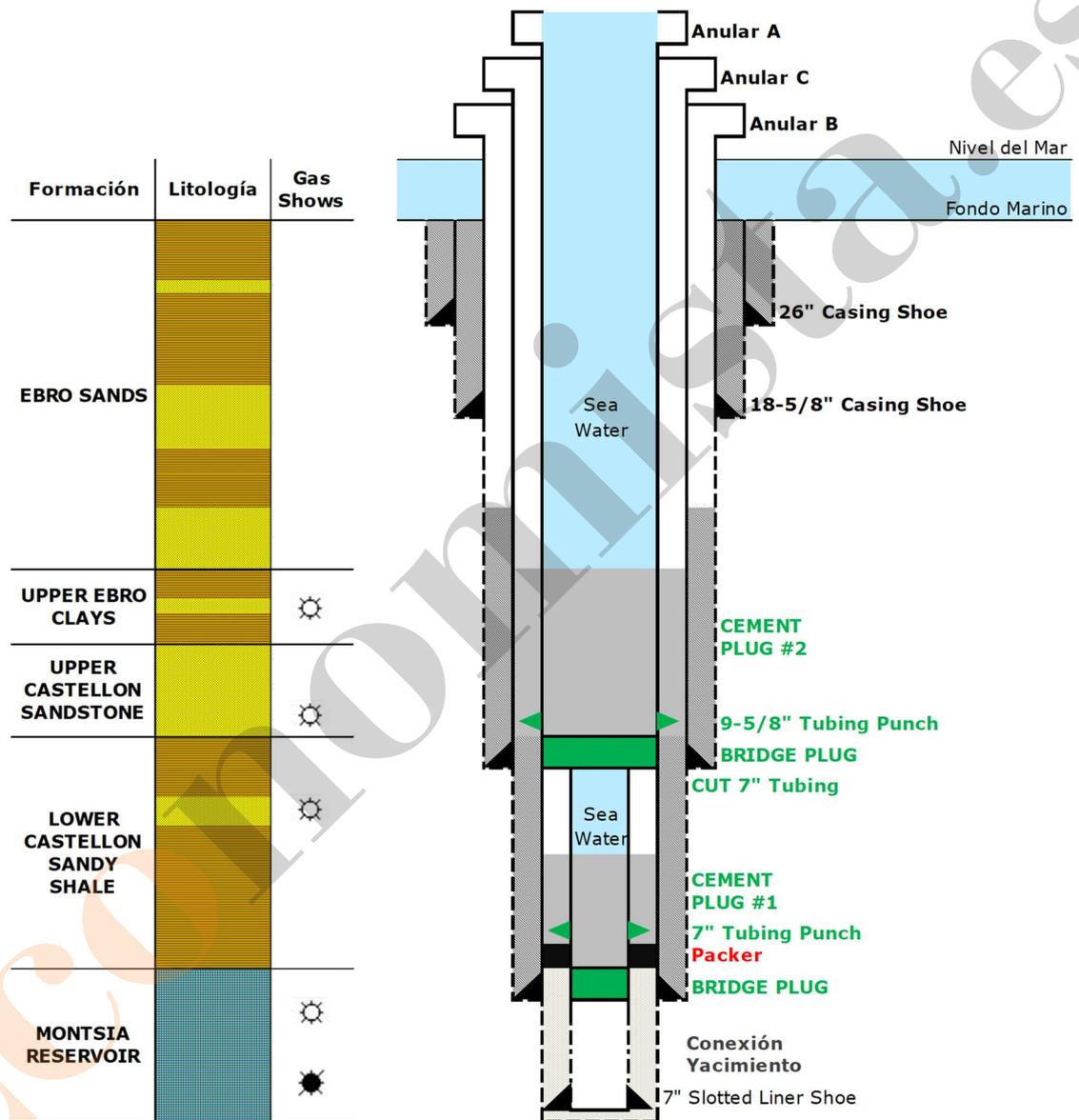


Fig. 18 - Situación tras la instalación del tapón #2

6.- Bajada de la herramienta de corte con la tubería de perforación para proceder al corte del casing de 9 5/8".

7.- Extracción del casing de 9 5/8" a superficie.

8.- Instalación del tercer tapón mecánico en el interior del casing de 13 3/8":

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



- Bajada e instalación del tapón mecánico a la perforación requerida en cada pozo.
- Verificación de la efectividad del tapón mecánico mediante prueba hidráulica.
- Bajada con la sarta de perforación para comprobar que el tapón no se ha deslizado hacia abajo.

9.- Instalación del tercer tapón de cemento:

- Bajada de la herramienta de perforación del casing de 13 3/8".
- Perforar el casing de 13 3/8" lo más cerca posible del tapón para establecer circulación con el anular 'C'.
- Cementar el interior del casing de 13 3/8" y el anular 'C' hasta conseguir la longitud de tapón de cemento requerida (250 m para barrera combinada o 150 m para barrera simple).
- Tras esperar el tiempo de fraguado, bajar con la sarta de perforación para comprobar que el tapón de cemento soporta 5 Tm de peso. No se necesita prueba hidráulica, porque que el tapón mecánico ya se ha probado previamente.

El estado de los pozos en este momento es el siguiente:

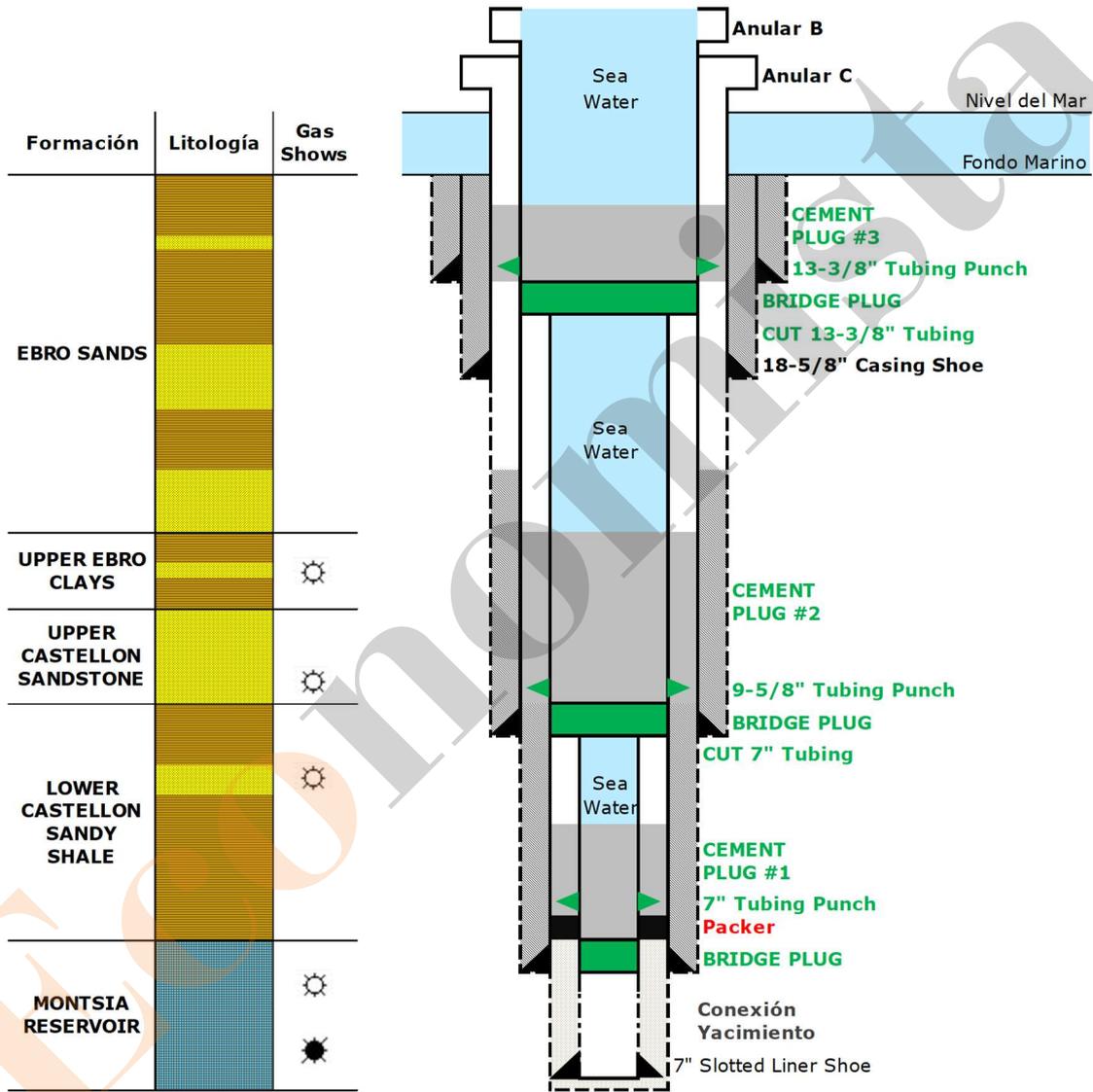


Fig. 19 – Situación tras la instalación del tapón 3

- 10.- Desinstalación de la BOP.
- 11.- Desplazamiento de la torre al siguiente pozo.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



### Etapa 3.- Operaciones con la torre de perforación Fase #2

En esta etapa se utiliza exclusivamente la torre de perforación. Comprende las siguientes operaciones:

- 1.-Instalación y prueba hidráulica del riser y BOP en la cabeza de pozo.
- 2.-Montaje de la herramienta de corte por abrasión del casing y conductor.
- 3.-Bajada de la herramienta y corte de los casings de 13 3/8", 18 5/8" y 24" aproximadamente 3 m por debajo del lecho marino.
- 4.-Desmontaje de la herramienta de corte.
- 5.-Recuperación de casings y conductor en superficie.
- 6.-Desinstalación de la BOP.
- 7.-Desplazamiento (skidding) de la torre al siguiente pozo.

El pozo C-1 cuenta con una cabeza de pozo submarina que habrá que recuperar, bien en esta fase con la ayuda y guía de un ROV, o bien cuando se lleve a cabo el decomisionado de las plataformas.

En la figura siguiente se muestra el estado final de los pozos.

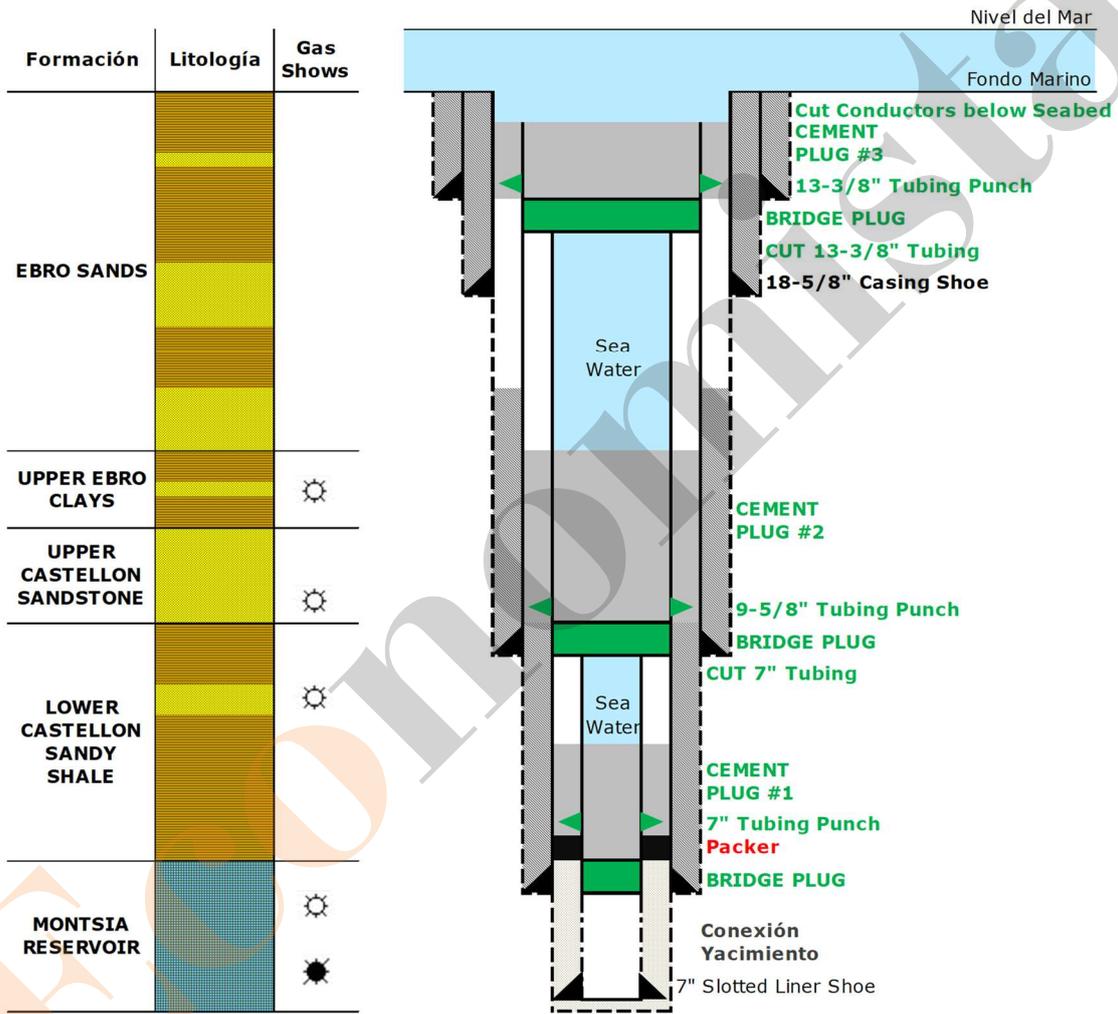


Fig. 20 - Estado final de los pozos

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



ANEJO 1.- DOCUMENTO SOBRE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO 2.- COMUNICACIÓN DE OPERACIONES EN POZOS  
(TRADUCCIÓN JURADA AL ESPAÑOL)

ANEJO 3.- COMUNICACIÓN DE OPERACIONES EN POZOS  
(VERSIÓN ORIGINAL IDIOMA INGLÉS)

ANEJO 4.-ESQUEMAS DE POZOS

eIcconomista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



# 2 PLANOS

eLECCoNOMiSta.es

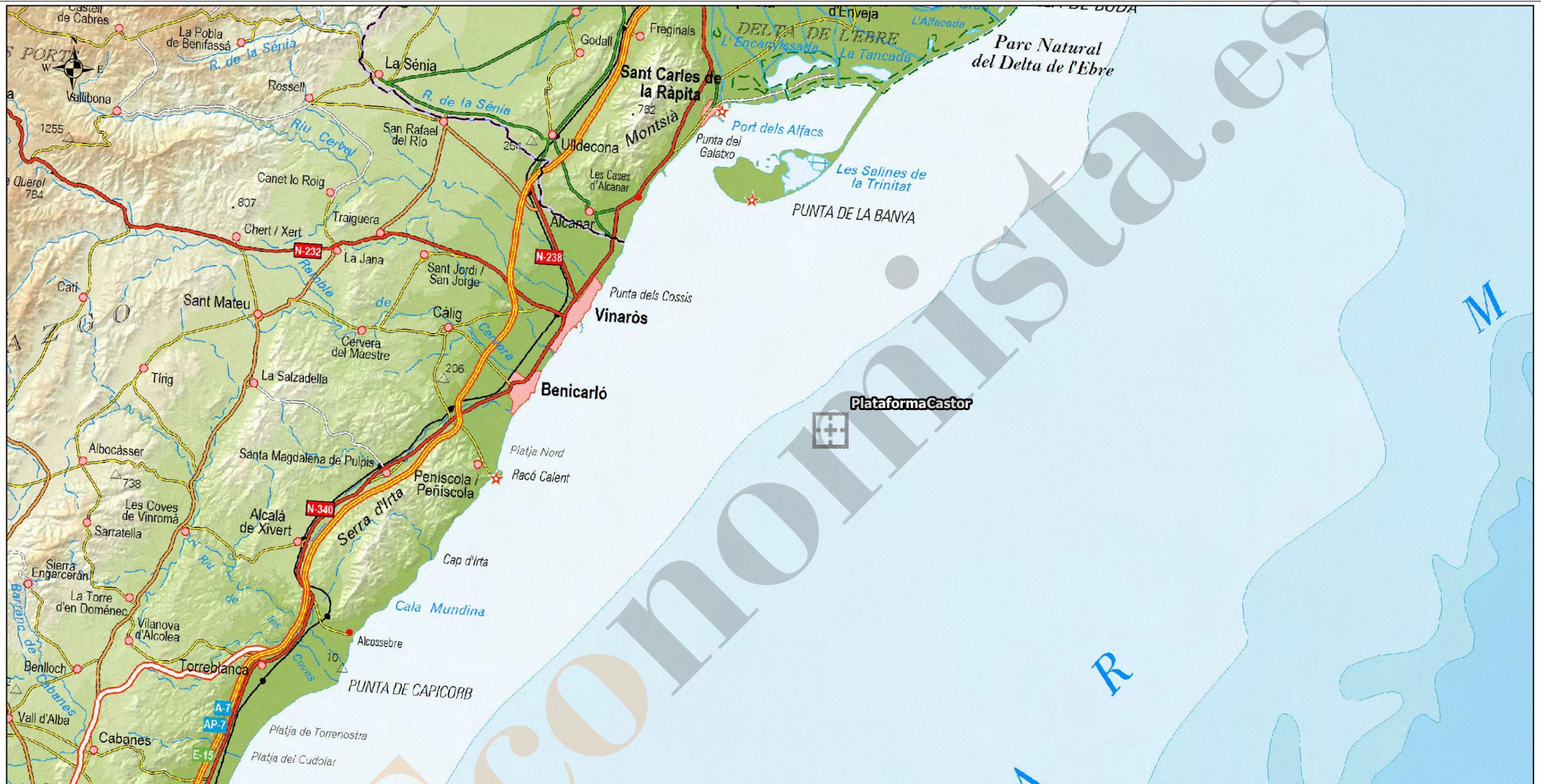
40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## 2.1 Plano de situación

eLECO [economista.es](http://eLECOeconomista.es)

# Plano de situación



Coordinate System: ETRS 1989 UTM Zone 31N  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: ETRS 1989  
 False Easting: 500 000.0000  
 False Northing: 0.0000  
 Central Meridian: 3.0000  
 Scale Factor: 0.9996  
 Latitude Of Origin: 0.0000  
 Units: Meter

Proyecto: Informe de implantación Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor			
CONTENIDO DE ESTE PLANO: Plano de Situación Plataforma Castor			
Solicitante: <b>ENAGAS, S.A.</b>		Municipio	Equipo redactor: <b>Promima S.L.</b>
El Ingeniero de Minas	Escala: 1:300000	Fecha: Abril 2020	Nº. de Plano 1



40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



# 3 CRONOGRAMA DE PROYECTO

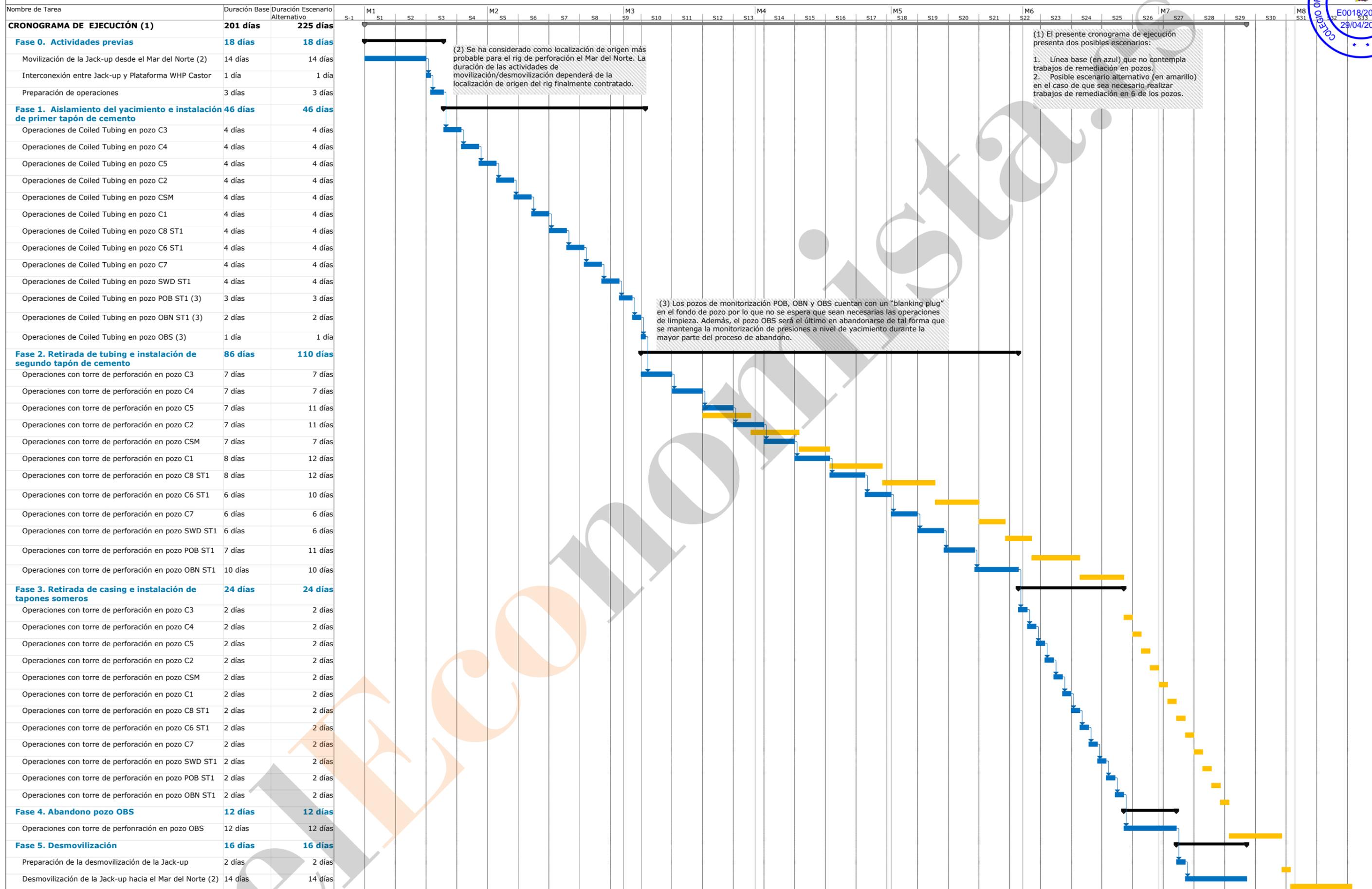
eLECCoNomista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



### 3.1 Cronograma de proyecto

eIcconomista.es



(2) Se ha considerado como localización de origen más probable para el rig de perforación el Mar del Norte. La duración de las actividades de movilización/desmovilización dependerá de la localización de origen del rig finalmente contratado.

(1) El presente cronograma de ejecución presenta dos posibles escenarios:  
 1. Línea base (en azul) que no contempla trabajos de remediación en pozos.  
 2. Posible escenario alternativo (en amarillo) en el caso de que sea necesario realizar trabajos de remediación en 6 de los pozos.

(3) Los pozos de monitorización POB, OBN y OBS cuentan con un "blanking plug" en el fondo de pozo por lo que no se espera que sean necesarias las operaciones de limpieza. Además, el pozo OBS será el último en abandonarse de tal forma que se mantenga la monitorización de presiones a nivel de yacimiento durante la mayor parte del proceso de abandono.

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



# 4 PRESUPUESTO

eIcconomista.es

40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación



## 4.1 Presupuesto

A continuación, se incluye el presupuesto de ejecución para los trabajos de sellado y abandono definitivo de los pozos del Almacenamiento Subterráneo Castor:

PARTIDA	CONCEPTO	IMPORTE
1	Movilización / desmovilización Jack-up MODU	9,946,368 €
2	Contratación Jack-up MODU	20,363,464 €
3	Contratación Servicios Integrados	31,180,948 €
4	Supervisión	2,104,930 €
5	Seguros	4,800,000 €
6	Gastos de gestión directa Enagás	1,250,836 €
<b>TOTAL (EUR)</b>		<b>69,646,546 €</b>

Para la elaboración de este presupuesto de ejecución se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

- Las divisas utilizadas han sido:
  - EUR (€)
  - USD (\$)
  - GBP (£)
- El tipo de cambio utilizado ha sido:
  - 1 £ = 1,13 €
  - 1 € = 0,92 \$
- Se trata de un presupuesto de coste (costes directos), no incluyéndose en el mismo ni los Gastos Generales ni el Beneficio Industrial de Enagás Transporte S.A.U.
- Es un presupuesto en Euros constantes de 2020.
- El presupuesto incluye un 10% de contingencias.
- Se ha considerado una tarifa diaria para la Jack-up MODU de 100,000.00 USD /día. El precio final de la Jack-up dependerá de las condiciones de mercado en el momento de la contratación.



40022-PR-VAR-001	<b>Sellado y abandono definitivo de los pozos de Castor</b>
	Informe de Implantación

- Se ha considerado que la movilización de los equipos principales para la ejecución de los trabajos se produce desde el Mar del Norte (Reino Unido, Holanda).
- Precio del combustible: 500 £/t
- Estimación de tiempo no productivo de los trabajos del rig (Non-productive time, NPT) = 20%
- Dentro de los costes de supervisión se ha considerado la asistencia del verificador independiente de pozos de acuerdo a lo solicitado en el dictamen favorable de verificación de los pozos.
- El presupuesto está basado en un programa de ejecución de 201 días. Si durante el programa de despresurización y monitorización de presiones en los anulares de los pozos de Castor que se va a llevar a cabo en los próximos meses se observan incrementos de presión significativos (100 psi sugeridos por el examinador independiente), será necesario actualizar los esquemas de abandono de los pozos afectados, siendo muy probablemente necesaria la realización de trabajos de remediación en el pozo. Estos trabajos consistirán muy probablemente en el corte y recuperación del tubing si la presurización tiene lugar en el espacio anular A y adicionalmente el corte y recuperación del primer casing si el aumento de presión tiene lugar en el espacio anular B. Como consecuencia de estos posibles trabajos de remediación de pozos se produce un incremento en la duración de los trabajos que lleva implícito un aumento del presupuesto de ejecución. Se ha estimado que en el caso de que haya que realizar trabajos de remediación en el 50% de los pozos, el presupuesto de ejecución ascendería a la cantidad de 76,982,609 €.

Fdo. Antonio del Cerro de la Fuente

Ingeniero de Minas

Colegiado 399 del C. O. de Ing. de Minas de Levante



Página 62 de 62

**Rev. 1**