

**HERRAMIENTA MULTIMEDIA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS
OPERACIONES DE WORKOVER**

**LAURA LORENA FAJARDO CORREDOR
PATRICIA YULIETH ROMERO ALVAREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2016

**HERRAMIENTA MULTIMEDIA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS
OPERACIONES DE WORKOVER**

**LAURA LORENA FAJARDO CORREDOR
PATRICIA YULIETH ROMERO ALVAREZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero de Petróleos**

**DIRECTOR
FERNANDO ENRIQUE CALVETE GONZÁLEZ
Magister en Ingeniería de Petróleos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETROLEOS
BUCARAMANGA**

2016

*A Dios por guiarme día a día y darme la fortaleza suficiente para
cumplir mis metas.*

*A mi madre por ser amor, apoyo constante y ejemplo, por inculcar
en mí la fortaleza que solo tienen los grandes guerreros.*

*A mi padre por creer y confiar en mis sueños, por su apoyo, consejos
y paciencia.*

*A mi hermana por ser mi mayor ejemplo de vida, mi orgullo y mi
cómplice.*

*A mi hermano por brindarme siempre una sonrisa, un abrazo
sincero y obsequiar el mejor regalo a mi vida, mi sobrina, Paulina.*

*A todos mis amigos, los buenos y los mejores, en especial a Laura por
ser compañera incondicional de mis aventuras.*

Patricia Romero Álvarez

A Dios por darme la oportunidad de crecer en una familia llena de amor y de valores.

A mi Mamita que es mi luz y mi vida; por su dedicación, por su amor incondicional, por su esfuerzo día a día, por su apoyo en cada etapa vivida y por siempre tener una sonrisa para mí, gracias!

A mi Papito que es mi cómplice y mejor amigo, el amor de mi vida y mi ejemplo a seguir, mi orgullo más grande y mi motor.

A mis hermanos Camilo y Pollito, que son un pilar y motor siempre.

A mi sobrinito, mi pollito lindo que ha sido el angelito que cuida de nosotros.

A los amigos que me deja la universidad y sobre todo a mi compañera de tesis y amiga Patito con la que tuve la alegría de vivir este proceso.

Laura Fajardo Corredor

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.....	17
1.1 GENERALIDADES	17
1.2 CARACTERÍSTICAS	18
1.3. USO DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	19
1.3.1 Pregrado presencial y a distancia.....	20
1.3.2 Innovación educativa S.....	20
1.3.4 Información detallada	21
1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.....	21
1.4.1. Ventajas Las ventajas más importantes de las TIC's son:.....	21
1.4.2. Desventajas. Dentro de sus desventajas podemos encontrar:	22
1.5. HERRAMIENTA MULTIMEDIA	22
1.5.1. Características de los sistemas multimedia. (9) Dentro de las características que más sobresalen en los sistemas podemos encontrar:	23
2. OPERACIONES DE WORKOVER	24
2.1 CEMENTACIÓN	24
2.1.1 Cementación Primaria:.....	25
2.1.2 Cementación Secundaria.	25
2.1.3 Equipo de cementación.....	26
2.1.3.1 Zapata de revestimiento.....	26
2.1.3.2 Cuello flotador.....	27
2.1.3.3 Centralizadores.....	28
2.1.3.4 Raspadores.....	29

2.1.3.5 Cabezales de cementación.....	30
2.1.3.6 Tapones Separadores.....	30
2.1.3.7 Espaciadores.. ..	31
2.2 CAÑONEO.....	32
2.2.1 Tipos de cañones.....	33
2.2.1.1 Cañon Tipo Hidráulico:.....	33
2.2.1.2 Cañon tipo Bala.	34
2.2.1.3 Cañon Tipo Chorro.	34
2.2.2 Operaciones de cañoneo.:.....	35
2.3 OPERACIONES DE PESCA.....	35
2.3.1 Operaciones de Pesca en Hueco abierto (open hole).. ..	36
2.3.2 Operaciones de pesca en hueco entubado. o.....	37
2.3.4 Equipos y Herramientas.....	38
2.4 OPERACIONES DE SWABEO.....	50
2.4.1 Herramientas de Swabeo.....	51
2.5 REPARACIÓN DE CASING.....	58
2.6 LAVADO DE ARENA Y EMPAQUETAMIENTO	62
2.6.1 Herramientas de control de arena.....	62
3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.....	67
3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	68
3.1.1 Objetivos que se desean alcanzar con el uso de la herramienta.....	68
3.1.2 Área de contenido.	68
3.1.3 Características del público objetivo.....	68
3.2 DISEÑO.	68
3.2.1 Diseño funcional.. ..	69
3.2.2 Diseño físico.. ..	69
3.2.3 Formas de transmisión de la información.	69
3.2.4 Desarrollo de la interfaz.	70
3.2.5 imágenes.	70

3.2.6 contenido audiovisual.....	70
3.2.7 Contenido de la herramienta.....	71
4. MANUAL DEL USUARIO.....	83
4.1 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN Y USO.	83
4.1.1 instalación de la herramienta..	83
4.1.2 procedimiento de uso.).....	83
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.	83
4.2.1 Interfaz de inicio.	84
4.3 ACCESO A LA INFORMACIÓN.....	85
4.5 MAPA DE SITIO.	86
5. CONCLUSIONES.	93
6. RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Diámetros recomendados de rejillas para el interior del revestidor.....	62
--	----

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Figura 1. Herramientas de cementación.....	24
Figura 2. Zapata de revestimiento.....	27
Figura 3. Cuello flotador.....	28
Figura 4. Centralizadores.....	29
Figura 5. Cabezal de Cementación.....	30
Figura 6. Tapones separadores.....	31
Figura 7. Cañoneo.....	32
Figura 8. Rabo de rata.....	39
Figura 9. overshot.....	40
Figura 10. Die collar.....	41
Figura 11. Fresadora piloto.....	42
Figura 12. wash pipe.....	43
Figura 13. Herramienta corte interno.....	44
Figura 14. Herramienta corte externo.....	45
Figura 15. Bloque de impresión.....	46
Figura 16. Junk basket.....	47
Figura 17. Bumper sub.....	48
Figura 18. Safety Joints.....	49
Figura 19. Swabeo.....	50
Figura 20. Goma tipo J.....	52
Figura 21. Goma tipo GW.....	53
Figura 22. Goma tipo UF.....	53
Figura 23. Goma tipo V.....	54
Figura 24. Goma tipo MV.....	54
Figura 25. Goma tipo TUF.....	55

Figura 26. Mandril tipo articulado.....	56
Figura 27. Mandril tipo estándar	56
Figura 28. Mandril tipo UF	57
Figura 29. Casing.....	58
Figura 30. Tie back	59
Figura 31. liner packer	60
Figura 32. Casing pach.....	61
Figura 33. Rejilla doble	64
Figura 34. Rejilla pre-empacada sencilla	64
Figura 35. Rejilla Slim pack.....	65
Figura 36. Metodología de desarrollo.	67
Figura 37. Interfaz de programación.	70
Figura 38. Multimedia/herramienta/Herramienta corte externo	71
Figura 39. Multimedia/herramienta/Herramienta corte interno	71
Figura 40. Multimedia/herramienta/Junk basket.	72
Figura 41. Multimedia/herramienta/Die collar.....	72
Figura 42. Multimedia/herramienta/Fresadoras piloto.....	72
Figura 43. Multimedia/herramienta/Overshot.....	73
Figura 44. Multimedia/herramienta/Bumber sub.	73
Figura 45. Multimedia/herramienta/Bloque de impresión.....	73
Figura 466. Multimedia/herramienta/Short tie back.....	74
Figura 47. Multimedia/herramienta/Tie back.....	74
Figura 48. Multimedia/herramienta/Casing patch.....	75
Figura 49. Multimedia/herramienta/Scab liner.....	75
Figura 50. Multimedia/herramienta/Zapata de revestimiento	76
Figura 51. Multimedia/herramienta/Cabezales de cementacion	76
Figura 52. Multimedia/herramienta/Cuello flotador	76
Figura 53. Multimedia/herramienta/Centralizadores	77
Figura 54. Multimedia/herramienta/Raspadores	77
Figura 55. Multimedia/herramienta/Tapones separadores.....	77

Figura 56. Multimedia/herramienta/Gomas tipo J	78
Figura 57. Multimedia/herramienta/Gomas tipo GW	78
Figura 58. Multimedia/herramienta/Tipo V y MV	78
Figura 59. Multimedia/herramienta/Gomas tipo TUF.	79
Figura 60. Multimedia/herramienta/Gomas tipo UF.	79
Figura 61. Multimedia/herramienta/Mandrill articulado.	80
Figura 62. Multimedia/herramienta/Mandrill estandar.....	80
Figura 63. Multimedia/herramienta/Mandrill tipo UF.	80
Figura 64. Multimedia/herramienta/rejilla sencilla	81
Figura 65 multimedia/herramienta/rejilla doble	81
Figura 66. multimedia/herramienta/Slim.pak.....	82
Figura 67. Interfaz de inicio.....	84
Figura 68. Menú de operaciones	84
Figura 69. Inicio lavado y empaquetamiento	84
Figura 70. Inicio cañoneo.....	85
Figura 71. Mapa de sitio general.....	87
Figura 72. Mapa de sitio cementación	88
Figura 73. Mapa de sitio cañoneo.....	88
Figura 74. Mapa de sitio pesca.....	89
Figura 75. Mapa de sitio Swabeo.....	89
Figura 76. Mapa de sitio Reparación casing.....	91
Figura 77. Mapa de sitio Lavado de arena.....	92

RESUMEN

TÍTULO: HERRAMIENTA MULTIMEDIA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS OPERACIONES DE WORKOVER*

AUTORES: LAURA LORENA FAJARDO CORREDOR
PATRICIA ROMERO ALVAREZ**

PALABRAS CLAVES: Herramienta, multimedia, workover, aprendizaje

DESCRIPCIÓN:

La herramienta multimedia facilita la explicación o desarrollo de un tema, pues involucra más sentidos, es dinámica, permite una ilustración didáctica e innovadora que permite a los estudiantes incrementar su competitividad además de ahorrar recursos materiales, humanos, económicos y de tiempo, es considerada una excelente opción para la educación actual

El desarrollo de la herramienta multimedia para las operaciones de workover se desplegó con el propósito de ofrecer un refuerzo académico a través del aprendizaje visual a los estudiantes de la asignatura de completamiento de pozos; mediante la representación gráfica se busca que el usuario aclare sus ideas, refuerce su comprensión, integre nuevo conocimiento e identifique conceptos erróneos.

Esta herramienta tiene una interfaz sencilla que permite encontrar información de manera ordenada y detallada, la cual es presentada en conceptos teóricos, infografías, imágenes y videos que facilitan la búsqueda del tema de interés por parte del usuario de una manera dinámica.

Otro aspecto fundamental a resaltar del proyecto es el desarrollo de la herramienta bajo parámetros educativos, que procuran incentivar el aprendizaje de una manera didáctica y la retroalimentación entre estudiante-docente, aprovechando la tecnología dispuesta en plataformas web e-learning.

Es importante aclarar que esta herramienta se desarrolló como material de apoyo para el estudiante, una vez que haya interactuado con esta, en su tiempo y espacio, pueda discutir el tema de interés con sus compañeros y/o docente.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, Escuela de Ingeniería de Petróleos, Director: Calvete, Fernando Enrique M.Sc.,

SUMMARY

TITLE: MULTIMEDIA TOOL FOR LEARNING WORKOVER OPERATIONS*

AUTHORS: LAURA LORENA FAJARDO CORRIDOR
PATRICIA YULIETH ROMERO ALVAREZ**

KEYWORDS: Tools, multimedia, workover, learning

DESCRIPTION:

The multimedia tool facilitates explanation or development of a theme , it involves more senses , it is dynamic , allows a didactic and innovative illustration that allows students to increase their competitiveness in addition to saving material, human , financial and time resources, is considered a excellent choice for education today

The developing of the multimedia tool for the workover operations was made with the porpoise of giving an academic reinforcement, based on visual learning, for the students of the "Completamiento de Pozos" course; trough a graphical representation it pursues the user to clarify ideas, strengthen their understanding, add in new knowledge, and identify wrong concepts. This tool has a friendly interface that allows to find information in an organized and detailed way; this information is showed using theoretical concepts, infographs, pictures and videos which dynamically ease the search of the topic of interest.

Another project essential characteristic is the developing of the tool under educational parameters, which attempt to encourage the didactic learning and feedback between student and teacher, taking benefit of the technologic disposed in e-learning websites. It is important to explain that this tool was performed as a support material for the students, once they have interacted with it, in their time and space, they can discuss the topic of interest between them and/or with their teacher.

* Degree Proyect.

** Physicochemical Faculty of Engineering. Petroleum Engineering Program. Director: M.Sc. Fernando González Enrique Calvete.

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, también conocidas como TIC, son el conjunto de tecnologías creadas para gestionar información de una manera innovadora, las cuales permiten guardar, presentar, transferir, producir y acceder a toda clase de información. Han contribuido en gran medida a la innovación educativa y a la mejora continua de los métodos de aprendizaje utilizados en los ciclos de educación media y superior.

Su desarrollo rápido y práctico ha hecho que ya no solo se vea como un complemento del conocimiento sino como una herramienta necesaria para el correcto desarrollo de este y de cada uno los procesos de aprendizaje.

Esta herramienta multimedia se ha implantado buscando generar un interés adicional por parte del estudiante ya que recrea de una manera didáctica las operaciones de workover contenido base del área de completamiento de pozos en el programa de ingeniería de petróleos de la Universidad Industrial de Santander

1. TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN.

Las tecnologías de información y comunicación (TIC's) han contribuido al acceso mundial de la información, al desarrollo de la enseñanza y a sí mismo a la calidad del aprendizaje en el sistema educativo.

“Un programa multimedia interactivo puede convertirse en una poderosa herramienta pedagógica y didáctica que aproveche nuestra capacidad multisensorial. La combinación de textos, gráficos, sonido, fotografías, animaciones y videos permite transmitir el conocimiento de manera mucho más natural, vívida y dinámica, lo cual resulta crucial para el aprendizaje. Este tipo de recursos puede incitar a la transformación de los estudiantes, de recipientes pasivos de información a participantes más activos de su proceso de aprendizaje.”

1

Estas herramientas informáticas y computacionales procesan, recuperan, guardan, gestionan y almacenan información de una manera diversa, además de intervenir en el registro de contenidos digitales de una manera ordenada y sencilla

1.1 GENERALIDADES²

En la actualidad las TIC's representan un pilar en la educación, es importante su conocimiento así como sus usos y ventajas; entender cómo se crean, se modifican, se almacenan, se transmiten y se transforman mediante el uso de textos, imágenes, animaciones, sonidos, etc. proporciona a los usuarios una

¹ ÁLVAREZ, O.H. Una llave maestra Las TIC en el aula. *AlTablero*, (Abril-Mayo de 2004), pág.6

² MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Colombia: Obra Independiente.2013

herramienta de acceso rápido facilitando el aprendizaje y perfeccionamiento de habilidades cognitivas.

“Las TIC por sí solas pueden resultar algo inútiles en cuanto a educación se refiere, pero hay que ir más allá y ver las bondades que nos ofrecen y verlas como herramientas que nos puedan motivar a aprender cada vez más de una manera autónoma. Es cuestión de apropiación hacia los recursos y también de establecer un compromiso por el futuro de la educación en el país.”³

1.2 CARACTERÍSTICAS⁴

Las principales características de las tecnologías de la información y comunicación se pueden resumir así:

- o Mayor acceso a la información
- o Permite la comunicación inmediata entre usuarios que se encuentran separados en el espacio, además de poder obtener información directa de noticias, bancos de información, etc.
- o La información no es material, sino que se transmite de diversas formas y códigos (visuales, auditivos, audiovisuales)
- o Se relacionan con mayor frecuencia con el uso del internet y la informática
- o El américa latina se destacan con su utilización en las universidades e instituciones

³ GONZALES, M. *Por sí solas, las TIC son inútiles en la educación*. Barranquilla: EL HERALDO/Blogueros EH. 2016

⁴ ENTONADO, F.B.. *Sociedad De La Información Y Educación*. Mérida: Junta De Extremadura (Consejería De Educación, Ciencia y Tecnología).2001

1.3. USO DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El uso de las tecnologías de información y comunicación en el ámbito de la educación ha tenido 5 etapas importantes en estos últimos años ⁵, el profesor Tailandés Teemu Leinonen las dividió de la siguiente manera. La primera *de programación, ejercitación y práctica*, fue desarrollada en Europa y Estados Unidos, esta etapa no buscaba formar programadores, sino desarrollar en el estudiante la lógica y habilidad matemática, esta metodología de estudio ejercitaba la memoria a corto plazo, y definía actividades de tipo ensayo y error, razón por la cual se desestimó su profundización en el aprendizaje; la segunda etapa involucra el uso de *elementos multimedia*, basado en la creencia que los estudiantes entenderían mejor si observaban las cosas en colores y en forma de animaciones para luego realizar ejercicios de aplicación, esta metodología de enseñanza no ofrecía un conocimiento profundo en los estudiantes, ya que se enfoca más en la repetición y práctica del elemento, lo cual trajo buenos resultados en el aprendizaje; la tercera etapa *entrenamiento basado en internet, comunicación y colaboración en redes* fue trascendental ya que con la llegada del internet, se podía acceder a contenidos actualizados e intemporales de forma masiva y a un bajo costo, la problemática para algunos fue nuevamente la ausencia de contenidos multimedia en el internet, razón que fue atribuida a la falta de aprendizaje por medio de internet; la cuarta etapa *e-learning* consistía en el desarrollo de cursos y plataformas educativas que requerían actividades por parte de los estudiantes y de los profesores sin necesidad de un contacto físico, favoreciendo la impersonalidad, ya que cualquier persona con acceso a internet podía estudiar cualquier temática sin importar su ubicación, en esta etapa se comprendió que el aprendizaje necesita interacción entre las personas, sin embargo las personas comprendieron que podían estudiar el contenido de alguna temática por su cuenta y aquellas dudas que quedaran podrían ser consultadas

⁵ LÓPEZ, M. *Lineamientos de diseño de información para el desarrollo de sitios educativos en internet*. México.2006

con docentes, con lo cual se sentó la base para lo que se cree que puede ser el futuro de las tecnologías de información y comunicación en la educación: *el software social y los contenidos gratuitos* última etapa la cual representa el avance más grande observado hasta el día de hoy ya que con el acceso a contenidos abiertos y gratuitos y con el establecimiento de sitios de socialización de la información vía web, la retroalimentación de los usuarios con personas idóneas en cada tema beneficia la accesibilidad a un conocimiento más elaborado respecto a etapas anteriores.

1.3.1 Pregrado presencial y a distancia En la enseñanza presencial y a distancia el uso de las TIC's produce una mejora en la forma de comunicación e intercambio de información entre el estudiante y el docente, ya que propicia que el estudiante se convierta en agente activo de su propia educación y el docente a su vez sea un guía en este aprendizaje, el uso pedagógico de estas herramientas genera un ambiente agradable de conocimiento generando un interés adicional por parte del estudiante al encontrar de forma gratuita y rápida información adicional a la recibida en el aula de clase o en el caso de los estudiantes a distancia la suministrada por el docente mediante correos o cualquier otro medio magnético.

1.3.2 Innovación educativa Se da desde el punto de vista tanto del estudiante como del profesor; los estudiantes que adquieren destrezas en estas herramientas de aprendizaje van ampliar su conocimiento generando profesionales más competitivos, a su vez los docentes que conocen nuevas tecnologías en cuanto a la trasmisión de conocimientos los emplearán seguramente de manera didáctica generando mayor interés y seguramente un ambiente de enseñanza-aprendizaje más atractivo para los aprendices.

1.3.4 Información detallada Estas herramientas permiten acceder a gran cantidad de información de manera ordenada y detallada complementando el aprendizaje adquirido en el aula de clase; mediante diferentes métodos (imágenes, textos, animaciones) transmite información veraz y minuciosa del tema en cuestión.

1.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS TIC'S EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR.

Si bien es cierto que las TIC's nos acercan más a la información y nos generan muchos beneficios se hace necesario conocer las cualidades y falencias que traen consigo estas herramientas.

A continuación se describirán algunas de estas ventajas y desventajas del uso de las tecnologías de información y comunicación

1.4.1. Ventajas⁶ Las ventajas más importantes de las TIC's son:

- Las imágenes, textos, animaciones, etc. Pueden ser utilizadas en la enseñanza y la mejora continua de los métodos de aprendizaje por parte de los estudiantes.
- La enseñanza se da de una manera interactiva; es una herramienta importante en el aprendizaje de la educación a distancia.
- Utilizan múltiples medios para presentar información.
- Fomentan un estilo de aprendizaje libre y autónomo.
- Brindan un aprendizaje más estructurado.
- Retroalimentación inmediata

⁶ NUEZ, MSC. B. . *Estrategias educativas para el uso de las nuevas tecnologías de la información y educación*. País Vasco.2006

- o Estimulan el aprendizaje adicional, la búsqueda de información más detallada respecto al tema en cuestión

1.4.2. Desventajas. Dentro de sus desventajas podemos encontrar:

- o La configuración de los dispositivos puede ser tediosa en cuanto a su instalación y los programas análogos
- o Falta de privacidad
- o Aislamiento
- o Informaciones no confiables
- o Aprendizajes superficiales
- o Visión parcial de la realidad
- o Costos de actualización de programas y ordenadores
- o Virus

1.5. HERRAMIENTA MULTIMEDIA ⁷

Una herramienta multimedia se define como cualquier combinación de texto, arte gráfico, sonido, animación y vídeo que llega a nosotros por computadora u otros medios electrónicos.

Están diseñadas para administrar y recopilar información, permiten interactuar con los usuarios ya que ofrecen la posibilidad de crear y/o editar textos e imágenes y tienen extensiones para controlar los reproductores de video, disco u otros elementos relacionados.

Se dividen en dos tipos, las herramientas multimedia de hardware donde se encuentran elementos como teclados, cámaras digitales, scanner, celulares,

⁷ COLMENARES, A; CASTRO, M; PÉREZ, V; LOSADA, P.. *Diseño y desarrollo multimedia, Herramientas De Autor*. Ra-Ma Editorial.2005

Tablet, etc. las herramientas multimedia de software donde se localizan programas como power point, blogs, internet, plataformas, etc.

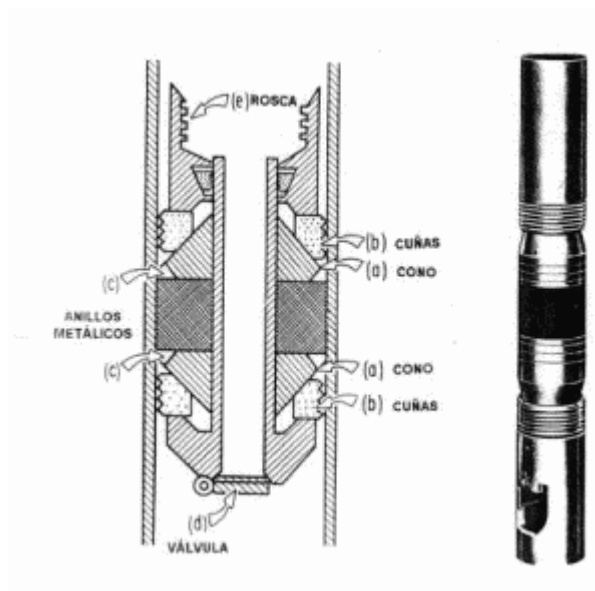
1.5.1. Características de los sistemas multimedia. (9) Dentro de las características que más sobresalen en los sistemas podemos encontrar:

- o *Almacenamiento digital de la información:* Para almacenar información en un ordenador esta se debe digitalizar, proceso que se da en dos fases, una de muestreo donde se recogen diferentes valores de la señal original a intervalos regulares y la otra de cuantización donde cada muestra se redondea al valor representable más cercano, y se almacenan como una cadena de bits.
- o *Sistemas multimedia integrados:* los soportes de las aplicaciones en los sistemas de información deben reducir la cantidad de dispositivos necesarios para su correcto funcionamiento, sincronizadores, tarjetas de vídeo, guantes de realidad virtual, etc.
- o *Sistemas controlados por ordenador:* La información presentada por la multimedia de estar siempre controlada por un ordenador.

2. OPERACIONES DE WORKOVER⁸

2.1 CEMENTACIÓN

Figura 1. Herramientas de cementación.



Fuente: SÁNCHEZ, Fanny, “cementación de revestidores”, comunidad petrolera.com.<http://industria-petrolera.lacomunidadpetrolera.com/2009/01/cementacion-de-revestidores.html>

⁸ HERNÁNDEZ, R; SAZA, E.. *Principales herramientas utilizadas en campo castilla para operaciones de workover*.2009
JIMENEZ, Jerson José; RIVERA, Juan Fernando. Evaluación Técnico Económica de los Trabajos de Workover, Mantenimiento y Varilleo en los Pozos del Campo Castilla de Ecopetrol Gerencia Llanos. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 2003.

Objetivos de la cementación

- Proteger y asegurar la tubería de revestimiento en el hoyo.
- Aislar zonas de diferentes fluidos.
- Aislar zonas de agua superficial y evitar la contaminación de las mismas por el fluido de perforación o por los fluidos del pozo.
- Evitar o resolver problemas de pérdida de circulación y pega de tuberías.
- Reparar pozos por problemas de canalización de fluidos.
- Reparar fugas en el revestidor.
- Proteger el hoyo de un colapso

2.1.1 Cementación Primaria. Se realiza al cementar los revestidores del pozo (conductor, superficial, intermedio, producción, etc.) durante la perforación. Entre los objetivos principales de esta cementación se pueden mencionar los siguientes:

Adherir y fijar la sarta de revestimiento.

Restringir el movimiento de fluidos entre las formaciones productoras y el confinamiento de los estratos acuíferos.

Proteger la sarta contra la corrosión.

Reforzar la sarta contra el aplastamiento debido a fuerzas externas y reforzar la resistencia de la sarta a presiones de estallido.

Proteger la sarta durante los trabajos de cañoneo (completamiento).

2.1.2 Cementación Secundaria. También llamada “Squeeze”, es el proceso de forzamiento de la lechada de cemento en el pozo, que se realiza principalmente en reparaciones/reacondicionamientos o en tareas de terminación de pozos. Puede ser: cementaciones forzadas y tapones de cemento.

➤ *Cementación forzada* Es el tipo más común de cementación secundaria. El proceso comprende la aplicación de presión hidráulica para forzar cemento en

un orificio abierto a través de perforaciones en el revestidor, para corregir ciertas anomalías.

➤ *Tapones de Cemento*. Operación que consiste en colocar una columna de cemento en un hoyo abierto o revestido, con cualquiera de los siguientes objetivos:

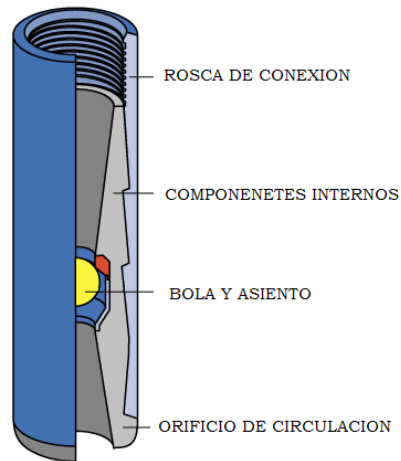
- Aislar una zona productora agotada.
- Pérdida de control de circulación.
- Perforación direccional.
- Abandono de pozo seco o agotado.

Pruebas de Tapones de Cemento: Es el método más común para probar la calidad de la resistencia de un tapón de cemento es bajar con tubería de perforación y aplicar presión, verificando el sostenimiento de esta en superficie. El tiempo de fraguado después de la colocación de un tapón varía de 8 a 72 horas, dependiendo del uso de aceleradores o el tipo de pozo.

2.1.3 Equipo de cementación

2.1.3.1 Zapata de revestimiento. Su principal función es correr el fondo de la tubería de revestimiento. Tiene un perfil redondeado para asistir la corrida del agujero. Se le conoce como zapata flotadora cuando es corrida con una válvula de bola.

Figura 2. Zapata de revestimiento.



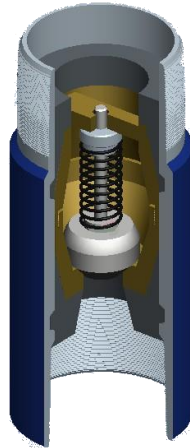
Fuente: Zapata de revestimiento, www.glossary.oilfield.slb.com/, enero de 2016, http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/f/float_shoe.aspx?p=1

2.1.3.2 Cuello flotador. Usualmente localizado 2 o 3 juntas sobre la zapata y actúa como un alto para los tapones de cemento. El cuello flotador asegura que habrá cemento sellando las últimas juntas de la tubería de revestimiento cuando cese el bombeo, es decir, cuando el tapón sea “golpeado”. Algunos programas de perforación permiten un desplazamiento adicional hasta un máximo de la mitad de la pista de la zapata, en un intento por corregir un error de eficiencia de bombeo y observar un golpe de tapón. Esto también minimiza el volumen de cemento a ser perforado después.

El cuello flotador también contiene una válvula de bola, la cual previene que el cemento que se encuentra en el espacio anular fluya de regreso a la tubería de revestimiento, cuando el desplazamiento haya terminado. Una prueba de flujo es conducida después de bombear, para confirmar el soporte correcto. Cuando se corre la tubería de revestimiento y ya que el flotador prevendrá el flujo de retorno,

es usual el tener que llenar periódicamente la tubería de perforación (cada 5 juntas). En caso de que esto no se haga se podría llegar a colapsar la tubería de revestimiento.

Figura 3. Cuello flotador



Fuente: Puyang zhongshi, made-in-china.com ,Diciembre de 2010, http://es.made-in-china.com/co_zschinajxie/product_API-Oilfield-Cementing-Floating-Collar-and-Shoe_hrnynoyey.html

2.1.3.3 Centralizadores. Estos son ya sea de tipo de fleje con bisagra o sólidos de tipo espiral o “rígido” y ambas sirven para centralizar la tubería de revestimiento en el hueco.

Ventajas de la tubería centralizada:

- ✓ Mejora la eficiencia del desplazamiento.
- ✓ Reduce el riesgo diferencial de atrapamiento.
- ✓ Previene problemas clave de asentamiento.

Reduce el arrastre en pozos direccionales. Existen efectos de empuje o desplazamiento del lodo, los centralizadores están amordazados a la tubería de

revestimiento utilizando un mecanismo de bisagra o de clavado, mientras que un collar de parada sirve para colocarlos en posición. El espaciado y cantidad de centralizadores depende del ángulo del agujero, peso de la tubería de revestimiento y peso del lodo.

Figura 4. Centralizadores

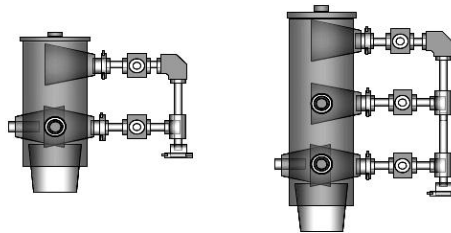


Fuente: Perfoblogger, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

2.1.3.4 Raspadores. Son cepillos de acero que pueden ser amordazados a la tubería de revestimiento y aseguradas con collares de parada. Utilizados para remover físicamente el revoque, lodo gelificado y escombros.

2.1.3.5 Cabezales de cementación. El cabezal de cemento conecta a la línea de descargue de la unidad de cemento hacia la parte superior de la tubería de revestimiento. Para una aplicación completa al agujero, la tubería de revestimiento es corrida de regreso al piso del equipo de perforación y los tapones son cargados a la superficie del cabezal de cementación. El lanzamiento incluye remover el retén y bombear el tapón dentro del hueco.

Figura 5. Cabezal de Cementación



Fuente: Schlumberger, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

2.1.3.6 Tapones Separadores. Los tapones de cemento (no pueden ser de cemento) son utilizados para separar la lechada de cementación del espaciador o lodo para prevenir la contaminación.

En corridas de tuberías de revestimiento largas, tapones adicionales son bombeados antes y entre el tren de espaciadores para minimizar la contaminación causada por varios regímenes dentro de diferentes espaciadores y para maximizar su efectividad cuando estos fluidos salgan hacia el espacio anular. Los tapones son normalmente fabricados de goma. Varios aparatos propios son utilizados para “enganchar” los tapones unos a los otros para permitir una perforación más fácil

(muchas veces denominado perforable PDC) El tapón de fondo tiene un delgado diafragma en su centro. Después de que aterriza el collar flotador. El diafragma se rompe cuando una presión diferencial predeterminada es alcanzada. Normalmente se lanza antes del espaciador o del cemento.

Figura 6. Tapones separadores



Fuente: Schlumberger, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

2.1.3.7 Espaciadores. No se podrían calificar como equipos, ni tampoco como aditivos. Antes de bombear cualquier lechada, usualmente se bombearan una serie de limpiadores espaciadores, incluyendo silbase aceite, limpiadores detergentes, lodo desperdicio, y una píldora viscosa.

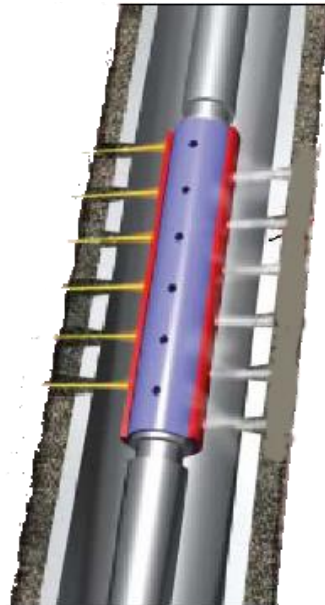
El propósito de los espaciadores es:

- ✓ Separar físicamente el lodo del cemento.
- ✓ Remover lodo, revoque de la pared del espacio anular.
- ✓ Dejar mojada la tubería de revestimiento y la formación con agua surfactantes.
- ✓ Proveer menos hidrostática de cabeza, es decir, reducir las presiones de bombeo. Características del espaciador:

- ✓ Se prefiere un régimen de flujo turbulento para generar un deslizamiento y erosión de revoque de pared, eficiente.
- ✓ Un mínimo de tiempo de contacto de 10 minutos, es considerado suficiente y determinará el volumen bombeado.
- ✓ Bajo condiciones de flujo laminar, la densidad y presión de fricción del espaciador debería ser mayor que la del fluido desplazado.

2.2 CAÑONEO⁹

Figura 7. Cañoneo



Fuente: PETROTRAINING. Introducción a equipos de torre, petro training.com, noviembre de 2015, <http://petrotraining.com.ar/ws1/informacion-de-la-industria/equipos-de-torre/equipos-de-torre-que-son-para-que-sirven/>

El cañoneo es el proceso de crear abertura a través de la tubería de revestimiento y el cemento, para establecer la producción del pozo y las formaciones seleccionadas. Las herramientas para hacer este trabajo se llaman cañones. El

⁹ MARQUIZ, Alez. Manual Técnico de Operaciones de Cañoneo a Pozos. Presentado como proyecto de grado para optar al título Técnico de Petróleos. Instituto Universitario de Nuevas Profesiones, Coordinación de Petróleo, Noviembre 2004.

cañoneo comienza desde el posicionamiento en el fondo del pozo, junto a una zona productora. Un “CAÑÓN”, contiene explosivos con cargas de formas específicas y hechas especialmente para poder causar perforaciones en pozos entubados.

Todo cañoneo se genera, en una fracción de segundo, por medio de cargas cónicas, las cuales tienen un efecto de cavidad explosiva, es decir, tiene un revestimiento de partículas metálicas prensadas cuyo objetivo es aumentar la penetración.

Las cañones consisten de tres partes principales que son: Cargas explosivas, un transportador, un liner o carrier y un detonador. Cada uno de estos componentes debe estar fabricado con características exactas y con estrictos estándares de calidad.

2.2.1 Tipos de cañones. Tipo Chorro, Tipo Bala y Tipo Hidráulico.

2.2.1.1 Cañon Tipo Hidráulico: Se utilizan fluidos a altas presiones inyectados a través de una tubería con arreglos de orificios diseccionados hacia la pared del revestidor, con el propósito de abrir agujeros en la paredes del revestidor, cemento y formación, creando túneles limpios con muy poco daño; pero este es un sistema lento y muy costosos, ya que, los agujeros son creados uno a la vez.

2.2.1.2 Cañon tipo Bala. El cañoneo Utilizando balas comenzó a partir de 1932, este consiste en bajar una herramienta al pozo, la cual mediante una señal que es generada desde la superficie, activa el sistema de detonación y dispara bala que atraviesan el revestidor y penetran en la formación creando un canal de comunicación entre el yacimiento y el pozo. Este tipo de técnica de cañoneo usando balas ha sido sustituido por el de detonación de cargas huecas, debido a los problemas asociados al uso de balas, como por ejemplo: el daño a la formación originado como resultado de que la bala disparada quede atrapada en la formación, reduciendo los espacios de flujo para el hidrocarburo.

Actualmente es poco utilizado en la industria petrolera; su desempeño disminuye sustancialmente al incrementar la dureza de las formaciones o cuando se utiliza un revestidor de muy alta dureza, pero sigue teniendo aplicaciones en formaciones blandas o formaciones no consolidadas.

2.2.1.3 Cañon Tipo Chorro. Esta técnica es extremadamente delicada en relación con una secuencia necesaria de eventos, la cual comienza por el encendido del detonador eléctrico; este a su vez da inicio a una reacción en cadena detonador-explosivo principal. El material del forro comienza a fluir por la alta presión de la explosión. El flujo del material del forro se vuelve un chorro de alta densidad parecido a una aguja de partícula fina de metal, el cual se dispersa del cono de la carga a velocidad de unos 20.000 pies por segundo. La presión de la punta del chorro se estima en 5 millones Lpc. Mientras esto ocurre, la parte exterior de la capa se colapsa y forma otra corriente de metal que se desplaza a una velocidad mucho menor (alrededor de 1500 / 3000 pies por segundo). En el caso exterior puede formar un residuo que, a su vez, puede taponar la misma perforación que hizo.

2.2.2 Operaciones de cañoneo. El cañoneo para la producción o evaluación de pozos petroleros se puede realizar bajo dos condiciones generales:

- *Diferencial de Presión Positivo:* El diferencial de presión se define como la diferencia de la presión que ejerce la columna hidrostática a la profundidad de la arena cañoneada, menos la presión de formación de esa arena. En operaciones de cañoneo, la columna puede ser de: lodo, salmuera, diésel o fluidos especiales. Cuando la presión de la columna es mayor que la presión de la formación se obtiene un diferencial de presión positivo. Cuando se cañonea con un diferencial de presión positivo y con una columna de lodo, usualmente se producen taponamientos de algunas de las perforaciones. Esto se debe a que el lodo es fundamentalmente un fluido de control de perforación y, por lo tanto, causa obstrucción del flujo. Generalmente, el daño causado por el lodo es parcialmente irreversible. Es decir, aun cuando se realicen luego operaciones para reducir la columna hidrostática es prácticamente imposible obtener una limpieza completa de las perforaciones.

- *Diferencial de Presión Negativo:* Cuando la presión de la columna hidrostática a la profundidad de la arena cañoneada es menor que la presión de la formación, se obtiene un diferencial negativo. El cañoneo óptimo se obtiene con un diferencial de presión negativo y con fluidos libres de sólidos, es decir, limpios. Es muy importante tomar las precauciones de seguridad necesarias, cuando se cañonea con un diferencial de presión negativo. Las altas presiones de la formación se manifiestan muy rápidamente en la superficie. Por lo tanto, es necesario controlar el pozo de una manera segura

2.3 OPERACIONES DE PESCA¹⁰

¹⁰ PINTO, Alonso; RUEDA, Julio Mario. Herramientas y Solución a Problemas de Pesca. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 1988.

En la industria petrolera, pescar se refiere a la aplicación de herramientas, equipos y tecnología para la remoción de elementos o partes de herramientas, indeseables en un pozo.

Los elementos claves en la operación de pesca incluyen el entender la dimensión, y naturaleza del pescado a remover, las condiciones que existen en el pozo, las herramientas y técnicas a ser empleadas. Por tanto, debido a la importancia que tiene la solución de este inconveniente es necesario tener conocimiento sobre las herramientas de pesca de uso muy común; generalmente la tarea de pesca es sencilla pero otras veces se puede tornar tan difícil de solucionar que termina en la opción de desviar el hoyo.

2.3.1 Operaciones de Pesca en Hueco abierto (open hole). La pesca en hueco abierto casi siempre tiene lugar con lodo en el orificio, así que el peligro de aprisionamiento de la tubería por la existencia de presión diferencial (adherencia a las paredes) debe ser considerado.

Si una sarta se parte en el hueco abierto, la posición del pescado pasa a ser tema de evaluación y valoración, podría estar tapado de arena en el centro del hoyo, podría estar encajado en la pared lateral de un hueco, o podría estar perdido en una cavidad o en un derrumbe. Bajo tales circunstancias el operador de herramientas de pesca debe confiar ocasionalmente en su intuición. Los problemas de aprisionamiento de la sarta de perforación durante la ejecución de un pozo y la posible pesca de herramientas, generalmente se originan por la presencia de formaciones deleznable en las cuales se dificulta el control de la estabilidad de las paredes del pozo con el lodo de perforación debido al hinchamiento de ciertas arcillas.

2.3.2 Operaciones de pesca en hueco entubado. Este tipo de pesca se da por lo general en producción y operaciones de reacondicionamiento de pozos. Para esto se utilizan herramientas similares que las de hueco abierto, pero la diferencia es que estas son más pequeñas y sus esfuerzos son menores, lo cual no quiere decir que la operación de pesca será más sencilla ya que de igual forma son operaciones con alto grado de dificultad y requieren de mucha experiencia para su éxito.

Puede haber varias causas para que ocurra un pescado

- ✓ **Falla en la tubería.** La fatiga del metal puede causar que la tubería, los drill collars o el revestimiento se tuerza y / o se rompa. Toda la tubería y herramientas debajo de la rotura deben ser pescadas antes de poder proseguir con la perforación. El sitio donde ha fallado la tubería puede identificarse por la baja súbita en el peso de la sarta y en la presión de bombeo.

- ✓ **Pega de tubería.** La tubería, los drill collars, o el revestimiento que se hayan pegado pueden fallar en forma imprevista debido a sobre tensión durante los intentos para liberar la pega. En otros casos, puede ser necesario soltar o romper la tubería para liberarla. Todo el equipo y tubería debajo del punto de rotura deberá ser pescado para poder continuar con la perforación.

- ✓ **Falla de la broca.** Una falla mecánica de la broca puede ocasionar que se caigan conos, dientes o rodamientos y caigan dentro del pozo. Esto puede ser identificado por la inhabilidad para perforar.

- ✓ **Chatarra en rotura del cable eléctrico.** Chatarra como herramientas (llaves, tuercas y tornillos) y otros objetos relativamente pequeños (como los elementos de disparo del corazonamiento de pared) que puedan caer dentro del pozo, deben ser pescados antes de poder seguir perforando. Algunas

veces, si la chatarra es poca, puede ser molida por la broca, aunque si puede causar daño a la broca, esta debe ser sacada fuera del pozo.

- ✓ **Cable de registros roto.** Si se somete a cargas excesivas, puede romperse el cable de registros, con la pérdida consecuente de herramientas y cable, lo cual debe ser removido del pozo antes de poder continuar registrando o continuar con cualquier otra operación de perforación.

- ✓ **Los Cables Eléctricos.** Además de las herramientas básicas que se utilizan en la limpieza de pozos también nos vemos precisados a usar una serie de servicios con cables eléctricos tales como:
 - o Detección del punto libre
 - o Cuerda explosiva
 - o Cortador a Chorro
 - o Cortador químico

2.3.4 Equipos y Herramientas.

2.3.4.1 Herramientas de Pesca interna: Son aquellas herramientas que se utilizan para recuperar el pescado a través de su diámetro interno. Entre estas herramientas se encuentran: El pescante tipo arpón (spear) y el rabo de rata (taper tap) y cualquier otra herramienta de pesca interna que pueda ser diseñada adaptándose a situaciones específicas.

Rabo de rata (Taper Tap).

Figura 8. Rabo de rata



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Pescante interno sin dispositivo de liberación es así llamado Pescante Rabo de Rata (Taper Tap). Constituye un macho de tarraja o simplemente un macho cónico, utilizado en casos en los que no hay suficiente espacio en el hueco como para usar un pescante de enganche exterior y la habilidad para pescar puede ser provista por esta herramienta que entraría en el diámetro interno del pescado agarrándose firmemente. El pescante rabo de rata está construido para pasar por dentro del pescado y hacerle muescas ejerciendo un torque a la sarta de pesca con la ayuda de la mesa rotatoria. Este agarre es tan efectivo que solo se soltara una vez que esté en superficie y se desacople con una llave hidráulica.

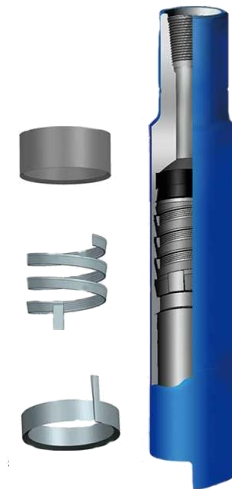
Estos pescantes, internos y externos, cuando atrapan al pescado no producen sellamiento o hermetismo necesario para forzar la circulación a través del

pescado; en consecuencia, sólo circulan por arriba del pescado a través de orificios apropiados por la misma sección de atrapamiento

2.3.4.2 Herramientas de Pesca Externa: Son aquellas herramientas que se utilizan para recuperar el pescado a través de su diámetro externo. Entre estas herramientas se encuentran: el pescante de agarre externo (obeso), el pescante de agarre corto (short catch), pescante tipo tarraja hembra (Die collar). Esta herramienta se utiliza, cuando hay suficiente espacio anular para sujetar el pescado.

El overshoot se instala en el extremo inferior de la tubería y se baja al pozo hasta encima del pescado. Un dispositivo de fricción dentro del overshoot, usualmente una canasta o una grapa en espiral sujeta firmemente la tubería para así llevarla a superficie.

Figura 9. overshoot



Fuente: TIANHE OIL GROUP huifeng petroleum equipment co.,LTD,<http://en.thoil.cn/>, 2009,http://en.thoil.cn/3_1_z/&productId=139.html

Pescante de agarre corto (Short Catch) Es una variedad del “overshot” se utiliza cuando los puntos de pesca tienen una longitud crítica (corta). A diferencia del “overshot” solamente está compuesto de un “bowl” y un “top sub”. La configuración interna del “bowl” es cónica con espirales y al momento de la tensión éste se contrae para adherirse al pescado.

Pescante tipo Tarraja hembra (Die Collar) Es una herramienta para pesca externa en su parte inferior es cónica de afuera hacia adentro. Su configuración interna es en forma de terraja permite pescar externamente en diámetros no definidos. Existen dos tipos: el tipo “A” al cual no se le puede adaptar campanas y el tipo “B” el cual tiene rosca en su parte inferior para adaptarle una campana.

Figura 10. Die collar



Fuente: FISHING tools, www.loganinternationalinc.com/, enero de 2015, http://www.loganinternationalinc.com/logan_oil_tools_fishing_tools_external_catch.html

2.3.4.3 Herramientas para Fresar: Las herramientas de fresar se utilizan para eliminar o corregir todas aquellas superficies que obstaculicen la operación en el pozo.

Zapatas Usadas primordialmente para remover arena, sedimentos de corrosión o asfáltenos que tengan atascado un determinado equipo. En este caso se remueven con una sarta de tubos lavadores (Wash Pipe), no mayores de 12 unidades para penetrar a través de las juntas que conecten al equipo atascado. También se usan para moler sobre tapones y empacaduras a fin de facilitar la pesca posterior de estos.

Fresadoras Piloto Este tipo de fresadoras se utiliza para fresar tuberías de lavado (wash pipe), tuberías de revestimiento, tuberías de producción, tuberías de perforación etc.

Las fresadoras pilotos eliminan el costo y el tiempo requerido para efectuar cortes internos e instalar arpones y martillos.

Figura 11. Fresadora piloto



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Fresadoras Planas Las fresadoras planas despejan las herramientas de aplicación de cemento que se hayan atascado o pegado en el hoyo. También pueden utilizarse para fresar tuberías de revestimiento y de perforación.

Tuberías Lavadoras (Wash Pipe) Son tuberías que combinadas con zapatas permiten el lavado de tuberías y herramientas atascadas por derrumbe o arenamiento para facilitar su recuperación desplazándose a medida que la arena va saliendo por efecto de bombeo de fluido y la rotación de la tubería de lavado. Estas herramientas consisten de una herramienta conectora de lavado y desenrosque, varias juntas de tubería de lavado (cuyo diámetro deberá ser ligeramente inferior que el del hoyo) y una zapata rotatoria que va colocada al final de la junta inferior de la tubería de lavado.

Figura 12. wash pipe



Fuente: PREMIUM OILFIELD Technologies, Ltd., wash pipe, <http://www.premiumpoilfield.com/> modificada por los autores

2.3.4.4 Herramientas para Corte. Son aquellas herramientas que se emplean para cortar todo tipo de tubería (casing, “liner”, tubing y ensamblaje de perforación o reparación).

Se clasifican en herramientas de acuerdo al tipo de pesca:

- ✓ Herramientas de corte interno
- ✓ Herramientas de corte externo.

Herramientas de Corte Interno: Existen diferentes variedades según el fabricante, pero en general se utilizan para realizar cortes internos. Una vez que se han alcanzado la profundidad de corte la herramienta se opera girando a la derecha para que el cono de cuña impulse las cuchillas hacia arriba y afuera, de esta forma se adhieren las tuberías. Estas cuchillas realizan el corte mediante la aplicación de peso y rotación hacia la derecha. Para liberarlas se levanta la sarta y al contraerse volverán las cuchillas a su posición original.

Figura 13. Herramienta corte interno



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Herramientas de Corte Externo: Se utiliza para realizar un corte externo a cualquier tubería en el pozo. Para operar esta herramienta es necesario primero localizar la profundidad de Juntas por debajo de las cuales se realizará el corte mediante un movimiento de rotación.

Figura 14. Herramienta corte externo



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Herramienta para recuperación de empacaduras (Packer Picker): Se usa para recuperar empacaduras permanentes. Son herramientas de enganche y desenganche sencillo. Realza la operación de fresado y recuperación de empacadura en una sola corrida.

Bloque de Impresión: Es una pieza de plomo de fondo plano y circular completamente lisa, con acoplamiento para la tubería de perforación o producción y con un orificio de circulación. Su función es tomar impresión aproximada del tope

del pescado. Se introduce en el pozo mediante guaya o tubería. En caso donde requiera mayor precisión, se introduce con la tubería. Para tomar la impresión es necesario tocar una sola vez el tope del pescado. La forma del tope vendrá impresa en el plomo y su interpretación quedará a criterio del operador especialista en pesca. (si está centrado o recostado en la pared) y así se determina la herramienta a emplear para la pesca.

Figura 15. Bloque de impresión



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

2.3.4.5 Herramientas Magnéticas. El pescante magnético es el mejor medio para recobrar objetos que tengan atracción magnética en los pozos. El pescante magnético permite circulación completa y está en existencia completa en medidas de 1" a 14" de diámetro externo, son capaces de levantar de 5 a 3000 lbs dependiendo del tamaño

Cesta (Junk Basket) sobre Broca o Fresa Se usa para recoger virutas de hierro, cemento o materiales perforables. Esta cesta evita el tener que realizar un segundo viaje para recolectar los cortes con otra herramienta una vez terminada la operación de fresado. Como el espacio entre la cesta y la pared del hoyo es estrecho hasta la parte inferior de la cesta, el flujo del fluido viaja con rapidez y

puede arrastrar consigo los desperdicios por encima de la cesta y estos caen dentro de la misma para ser recuperados al sacar la broca o la fresa.

Figura 16. Junk basket



Fuente: Perfoblogger, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Martillos De igual forma que cuando se está perforando, los martillos de pesca se usan para proporcionar golpes fuertes contra la tubería pegada u otro pescado sujeto a un overshot con el fin de liberarlo. En un ensamblaje de pesca, el martillo va directamente sobre la herramienta de pesca.

El martillo acelerador puede ubicarse encima del martillo en una sarta de pega para intensificar el golpe. El movimiento hacia arriba comprime una carga o fluido o gas y cuando se mueve el martillo la expansión del fluido o gas en el acelerador amplifica el efecto del golpe.

Hidráulicos Es un precursor de tiro recto, que funciona mediante una combinación de principios mecánicos hidráulicos comprobados.

No es necesario ajustar ni graduar la herramienta antes de meterla en el pozo, ni después de haber atrapado el pescado, no estorba las acciones de los pescantes,

se pueden tensionar o empujar sin sufrir daño alguno. Debido al sistema hidráulico del precursor, el aceite que contiene no puede escapar.

Dentro del precursor, al aceite hidráulico lubrica constantemente todas las piezas móviles, con lo que aumenta la resistencia al desgaste.

Se conecta la combinación con el martillo mecánico (encima de este), por debajo de las barras de peso de la sarta.

Mecánicos Llamado tijera o bumper sub, se compone de dos partes, la caja fija y el mandril viajero. Se trata de una herramienta cuyas partes están mecánicamente insertadas y es accionado cuando una vez tensionado la sarta, dejamos caer libremente el peso sobre el pescado, originando el golpe seco hacia abajo. También se puede usar cuando se perfora en formaciones con posibilidad de derrumbe o pega con el fin de poder liberar la sarta en caso de necesidad.

Figura 17. Bumper sub



Fuente: PERFOBLOGGER, herramientas de pesca en operaciones de recuperación, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

2.3.4.6 Herramientas para desenroscar. Juntas de seguridad (Safety Joints) Las juntas de seguridad son juntas con rosca de paso ancho que se instalan en algún punto predeterminado en un ensamblaje de pesca (generalmente directamente encima de la herramienta de pesca) En el caso que un pescado no se pueda sacar y que la herramienta de pesca quede sujeta a él, la junta de seguridad puede ser soltada fácilmente al rotar la sarta en sentido anti horario. Hay que recordar que ahora el pescado incluye el pescado anterior más la herramienta de pesca y la junta de seguridad.

Figura 18. Safety Joints



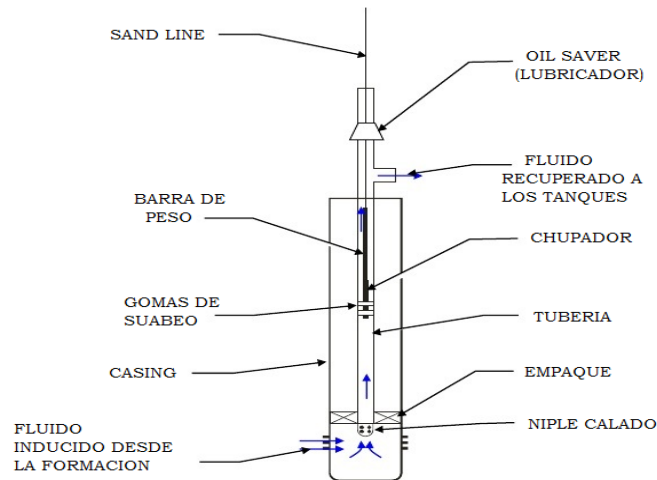
Fuente: TTS Drilling solutions, www.ttsdrilling.com/, Enero de 2014, <http://www.ttsdrilling.com/Products-Solutions/Safety-Joints.aspx>

Un moledor (mill) es una herramienta de fondo con superficies extremadamente resistentes, cortantes y duras para moler y cortar metal. Si se ha dañado el tope de un pescado, esta superficie puede ser pulida o reparada con un moledor de estos (puliendo las irregularidades) Esto asegura que la herramienta de pesca adecuada pueda asegurarse firmemente al pescado.

Las herramientas para moler también se utilizan para moler pescados que estén pegados y no puedan ser pescados por métodos convencionales.

2.4 OPERACIONES DE SWABEO¹¹

Figura 19. Swabeo



Fuente: Ecopetrol S.A.

El Swabeo es la acción de pistoneo con cable para agitar o extraer fluidos de un pozo, se basa en la estimulación de la formación logrando la inducción del flujo de ésta al pozo para acondicionarlo a una producción por flujo natural, también busca determinar el comportamiento del nivel de flujo y las características del mismo, para de esta manera definir el sistema de producción más adecuado para el pozo, el método más óptimo para limpiar la formación en los alrededores del pozo por las sustancias residuales producto de una estimulación (química) y la forma de limpiar los residuos que puedan taponar las perforaciones y bloquear la entrada de fluido.

¹¹ VERGARA, José Orlando; García, Gabriel Fernando. Gestión de mantenimiento para equipos de Workover de la empresa STS de los Andes S.A. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos.2010

Esta estimulación se realiza por medio de la acción descendente y ascendente de la barra de Swabeo halada por el cable de 9/16" (sand-line), esta barra y las gomas de suabeo actúan como pistón de una bomba de subsuelo desalojando el fluido contenido en el tubing en cada viaje, generando que la presión hidrostática descienda provocando una fuerza de succión que induce la entrada de fluido desde la formación al pozo

El fluido recogido es dirigido a los tanques de prueba donde se lleva un registro de sus características, de igual manera en cada viaje se debe llevar el registro del nivel de fluido encontrado y la profundidad alcanzada por la barra de Swabeo.

Estos registros son llevados a tablas que permiten el monitoreo de la operación. Las gomas generalmente son revisadas cada cierto número de viajes (dependiendo la profundidad a la que se encuentre el fluido) esto con el fin de verificar su integridad y cambio si fuese necesario, de esta manera se realizan el número de viajes necesarios para swabear el pozo, verificando constantemente el nivel de fluido en la tubería, si el nivel de fluido dentro de la tubería se encuentra cada vez más bajo en cada viaje, indica que el pozo no está aportando, pero si el nivel de fluido dentro de la tubería se encuentra constante, es indicio del aporte al pozo

2.4.1 Herramientas de Swabeo.

Las gomas de swabeo son herramientas fabricadas de caucho especial, el cual posee alta resistencia a la abrasión y alta flexibilidad para facilidad de carga y obturación. Estas gomas se fabrican de acuerdo al tipo y características del trabajo para el cual van a ser utilizadas, ya sea para carga liviana, mediana o pesada, para tubería de: producción, de trabajo, revestimiento y diámetro reducido
Gomas más utilizadas:

- Tipo J: Soporta altas cargas y es recomendada para trabajar a profundidades mayores a 8000 ft, poseen un refuerzo de alambre que soporta la carga del fluido en cuestión, además de brindar un sello más efectivo

Figura 20. Goma tipo J



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada

- Tipo GW: Es flexible y resistente a la abrasión, cuenta con refuerzos de alambre de acero, provee mayor garantía de sello en tuberías con superficie interna rugosa o cuyo diámetro no es parejo a lo largo de la sarta, sin embargo este tipo de gomas es recomendado para trabajos con cargas que sean livianas de flujo

Figura 21. Goma tipo GW



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada por los autores

- Tipo UF: Se utilizan para realizar trabajos a gran velocidad y con grandes cargas

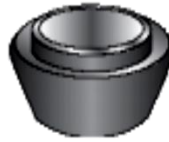
Figura 22. Goma tipo UF



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada por los autores

- Tipo V y Tipo MV: Están diseñadas para trabajar con fluidos que contengan una elevada concentración de partículas de arena en suspensión.

Figura 23. Goma tipo V



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada

Figura 24. Goma tipo MV



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada

- Tipo TUF: Se utilizan cuando se requiere soportar altas velocidades y grandes cargas al igual que cargas livianas, son óptimas para trabajo en tubería regular como para tuberías de diámetro reducido.

Figura 25. Goma tipo TUF



Fuente: Ecopetrol S.A. Modificada

Mandriles de swabeo: Existen diferentes tipos de mandriles para cada tipo de goma, la utilización inadecuada de estos traerá como consecuencia el prematuro desgaste de las gomas. Los diferentes tipos de mandriles, al combinarse con los distintos tipos de gomas, aseguran una mayor eficacia en las diferentes aplicaciones, teniendo en cuenta las características de cada trabajo, como la carga de fluido que se va a levantar, el diámetro y el tipo de tubería, propiedades del fluido (aporte de arena), etc.

- Tipo articulado: Es utilizado para el tipo de gomas MV, posee dos secciones que pueden ser removidas girando cada una de ellas 90 grados mientras la superior está restringida al giro. El problema más usual es que en el momento de estar trabajando la parte inferior se puede desconectar.

Figura 26. Mandril tipo articulado



Fuente: Ecopetrol S.A. modificado

- Tipo estándar: Es utilizado en gomas tipo J. Se utilizan dos gomas en una sola pieza del mandril y posee una válvula de alivio o cheque que asegura una rápida corrida en la tubería

Figura 27. Mandril tipo estándar



Fuente: Ecopetrol S.A. modificado

- Tipo UF: Es similar al tipo articulado con la diferencia de que este es enroscado. Son ideales para trabajos en tubería de diámetro reducido. Para trabajos en tubería de diámetro reducido, para este tipo de mandriles se pueden utilizar los diferentes tipos de gomas con excepción de la tipo J.

Figura 28. Mandril tipo UF



Fuente: Ecopetrol S.A. modificado

2.5 REPARACIÓN DE CASING¹²

Figura 29. Casing



Fuente: REPTECH COLOMBIA SAS, corte de casing, 29 de Junio de 2012, https://www.youtube.com/watch?v=IIIxV_cKRB4

Dentro de los factores que inciden en el daño del casing se encuentran : diseño de pozo, geometría del pozo, metalurgia del casing, fricción por viaje y rotación de tubería, trabajos de pesca y molienda, presencia de fluidos corrosivos, inadecuada cementación

Actualmente se dispone de gran variedad de herramientas y técnicas para la reparación de casing, debido al sistema de producción empleado y completamiento del pozo intervenido, se debe escoger la mejor, con el fin de mejorar el estado mecánico y garantizar la continuidad operativa de los mismos

¹² ARANGO, Sandra; CARDOSO, Roberto. Estimulación e Implementación de Nuevas Tecnologías para Reparar Pozos Inyectores en Campos Maduros – Jornadas de Producción IAPGSeccional Sur, Agosto 2009.

La utilización de técnicas como tie back, casing patch, scabliner, aislamiento con empaques especiales y trabajos de cementación, hacen posible la remediación de este problema.

Tie back: esta técnica de reparación consiste en conectar casing al colgador de liner y extenderlo hasta la superficie, cementando el espacio anular entre el casing intermedio y el casing instalado. El tie back permite cubrir el tramo de casing intermedio, cuando se aplica esta técnica se debe instalar en el cabezal de pozo un carrete colgador para el casing instalado. Esta reparación no limita la profundidad de instalación si se tiene bombas electro-sumergibles como sistema de levantamiento artificial

Figura 30. Tie back



Fuente: Tie back ,www.2b1stconsulting.com/, diciembre de 2014, <http://www.2b1stconsulting.com/tie-back/>, modificada por los autores.

Short Tie Back: Esta técnica consiste en conectar el colgador de liner y extenderlo hasta cubrir las zonas dañadas instalando un nuevo colgador de liner, cementando el espacio anular entre el casing intermedio y el casing instalado, esta técnica es utilizada cuando la zona dañada del casing intermedio se encuentra cerca al tope de liner

Scab Liner / Liner Packer: consiste en instalar un casing de menor diámetro cubriendo el intervalo de casing intermedio dañado, el casing instalado se fija con empaques hidráulicos, los mismos que aíslan la zona dañada, es necesario instalar una guía en el tope y en el fondo de esta instalación para permitir el paso de herramientas

Figura 31. liner packer



Fuente: Liner packers,alshaheenweatherford.com/ , Marzo de 2015,<http://alshaheenweatherford.com/WeatherfordCorp/Products/Drilling/LinerSystems/ProductsOverview/LinerPackers/index.htm>

Casing patch: se aplica en pozos donde el casing en mal estado no este cementado, consiste en retirar el casing en mal estado y remplazarlo con casing nuevo, la unión entre el casing del pozo y el casing instalado es por medio del casing patch lead seal, el espacio anular puede ser cementado a superficie, al aplicar esta técnica se de instalar en el cabezal de pozo un carretel colgador para el casing instalado.

Figura 32. Casing pach



Fuente: SCHLUMBERGER, <http://es.slideshare.net/MagnusMG/17-revestimiento-y-cementacin>, modificada por los autores

Aislamiento con empaques: El empleo de protectores de caucho en la tubería de reacondicionamiento reduce significativamente el desgaste por fricción en la pared interior del revestimiento durante los viajes en los trabajos de reacondicionamiento. En las operaciones de molienda, los restos metálicos ocasionan daño al quedar atrapados entre el casing de producción y los drill collars, este daño se puede reducir empleando herramientas recuperadoras de restos metálicos tipo Junk Basket Reverse Circulation

2.6 LAVADO DE ARENA Y EMPAQUETAMIENTO¹³

Tabla 1. Diámetros recomendados de rejillas para el interior del revestidor

TAMAÑO DEL REVESTIDOR. DIAMETRO EXTERNO (Pulg)	DIAMETRO MAXIMO DE REJILLA. DIAMETRO EXTERNO TUBERIA (Pulg)	DIAMETRO OPTIMO DE REJILLA. DIAMETRO EXTERNO DE TUBERIA(Pulg)
4	1	1
4½	1¼	1¼
5	1½	1½
5½	2¼	2¼
6¼	3¼	2¾
7	3½	2¾
7¾	4	2¾
8¾	5	2¾
9¾	5½	2¾

Fuente: AGUIRRE Eduardo A. & VIVAS Yoel. Completación de pozos, <http://es.scribd.com/doc/47827360/completacion-pozos>.

2.6.1 Herramientas de control de arena. Las rejillas o "liners" ranurados sin empaques con grava, constituyen la manera más sencilla de controlar la producción de arena en pozos horizontales dependiendo lógicamente del grado de consolidación de la arena a producir. Este mecanismo debe emplearse, sólo si se tiene una arena bien distribuida y limpia, con un tamaño de grano grande, porque de lo contrario la rejilla o forro terminará taponándose. Las rejillas y "liners" actúan como filtros de superficie entre la formación y el pozo, puesto que el material de la formación se puentea a la entrada del "liner". Las rejillas y los "liners" ranurados previenen la producción de arena basados en el ancho de las ranuras o aperturas para el flujo, denominado también calibre, creando así un filtro que permite la producción de petróleo.

Rejillas pre-empacadas Las rejillas pre-empacadas son un filtro de dos-etapas con las envolturas externas e internas de la rejilla que entrapan el medio filtrante. El

¹³ RAWLINS, C.H.; HEWETT, T.J.A. Comparison of Methodologies for Handling Produced Sand and Solides To Achieve Sustainable Hydrocarbon Production. En: SPE, June 2007. No.107690
CARSON, Jon; GURLEY, Derrel; KING, George; PRINCE-SMITH, Colin; WATERS, Frank. Sand Control: Why and How? En: Completion/Simulation, October 1992. 41p – 53p.

medio filtrante (típicamente grava) no deja pasar los granos de la Formación más pequeños, esta arena actúa como agente puente ante cuando se produce arena de Formación mientras que la envoltura exterior de la rejilla filtra los granos de la Formación más grandes, las rejillas pre-empacadas se aplican en zonas donde la utilización del empaque con grava es difícil (zonas largas, pozos muy desviados, pozos horizontales y Formaciones heterogéneas). Los patrones a seguir para utilizar rejillas pre-empacadas son prácticamente las mismas que rigen el uso de rejillas solas o "liners" ranurados, Formaciones altamente permeables de granos de arena grandes y bien distribuidos, con poco o ningún contenido de arcillas u otros finos. Debe considerarse la aplicabilidad de las rejillas pre-empacadas en pozos de radio corto, en los cuales, la grava recubierta de resina y consolidada podría agrietarse mientras se empuja a través de los grandes ángulos de inclinación del pozo. Este agrietamiento podría afectar la capacidad de filtración de arena que posee la rejilla, lo cual resulta particularmente cierto en el caso de la rejilla pre-empacada simple, donde el agrietamiento de la grava recubierta de resina y consolidada puede hacer que la grava se salga de la camisa perforada, exponiendo directamente la rejilla interior a la producción de arena de Formación. Hay diferentes diseños de rejillas pre-empacadas, los más comunes incluyen rejillas pre-empacadas de rejilla doble, rejillas pre-empacadas de rejilla sencilla y slim-pak.

- *La rejilla doble:* consiste en una rejilla estándar y una camisa adicional sobre la primera camisa. El espacio anular entre las dos camisas se rellena con grava revestida con resina. Todo el ensamblaje de la rejilla se coloca en un horno y se calienta para permitir que la grava revestida se consolide

Figura 33. Rejilla doble



Fuente: Completación de pozos, Eduardo A. Aguirre & Yoel A. Vivas
<http://es.scribd.com/doc/47827360/completacion-pozos>. Modificada por los autores

- *La rejilla sencilla*: posee, en primer lugar, una rejilla estándar. En este caso, se instala un tubo perforado especial sobre la camisa. Este tubo está envuelto en un papel especial para sellar los orificios de salida, y la región anular entre la camisa y el tubo perforado se llena con grava revestida con resina. El ensamblaje se cura en un horno y se saca el papel que está alrededor del tubo exterior.

Figura 34. Rejilla pre-empacada sencilla



Fuente: Completación de pozos, Eduardo A. Aguirre & Yoel A. Vivas
<http://es.scribd.com/doc/47827360/completacion-pozos>. Modificada por los autores

- *La rejilla Slim-Pak:* es similar a la rejilla estándar, con dos excepciones importantes. En primer lugar, alrededor de la parte exterior de la base de tubería perforada se enrolla una rejilla de malla muy fina y se asegura antes de instalar la camisa. En segundo lugar, el espacio entre la camisa y la rejilla de malla fina se llena con arena de empaque revestida con resina. Después se lleva la rejilla a un horno, para curar la grava revestida y obtener una capa fina de grava consolidada entre la camisa de la rejilla y la tubería base.

Figura 35. Rejilla Slim pack



Fuente: Completación de pozos, Eduardo A. Aguirre & Yoel A. Vivas
<http://es.scribd.com/doc/47827360/completacion-pozos>. Modificada por los autores

- *Completamientos a hoyo revestido con empaque con grava* El empaque con grava en "Hoyo Revestido" es una de las técnicas de control de arena más comúnmente utilizada por la industria petrolera. Este método de control de arena utiliza una combinación de rejilla y grava para establecer un proceso de filtración en el fondo del pozo. La rejilla es colocada a lo largo de las perforaciones y un empaque de grava con una distribución adecuada de arena es colocado alrededor de la rejilla y en las perforaciones. Después de esto, la arena del empaque de grava en las perforaciones y en el anular de la rejilla-

revestidor filtra la arena y/o finos de la formación mientras que la rejilla filtra la arena del empaque con grava.

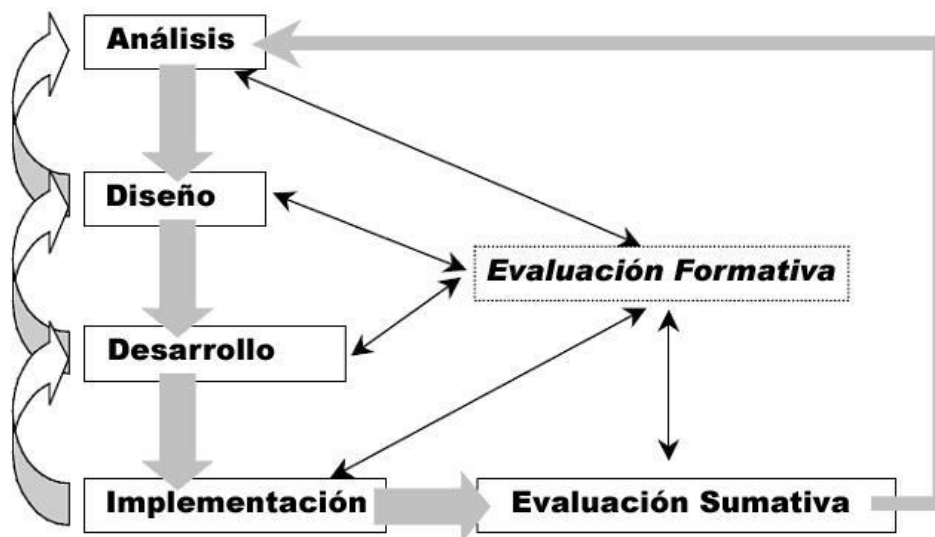
- *Completamientos a hoyo abierto ampliado con empaque con grava* El empaque con grava en "Hoyo Abierto Ampliado" implica perforar por debajo de la zapata o cortar el revestimiento de producción a la profundidad de interés, repasar la sección del hoyo abierto, ampliándolo al diámetro requerido, para luego colocar una rejilla frente al intervalo ampliado, y posteriormente circular la grava al espacio entre la rejilla o "liner" ranurado y el hoyo ampliado, de tal forma que la rejilla o "liner" ranurado funcione como dispositivo de retención de la grava y el empaque con grava como filtro de la arena de la Formación.
- *Empaque de las perforaciones.* Llenar completamente los túneles de perforación con grava del empaque es un requisito esencial para un completamiento exitoso en hoyo revestido. Empacar las perforaciones asegura la longevidad de la completamiento, al evitar que la arena de formación entre y tapone los túneles y/o el empaque con grava en el espacio anular. Al empacar las perforaciones, el material de mayor permeabilidad se ubica en el área de flujo lineal, a través del túnel de perforación, lo cual lleva a una caída de presión mínima

3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.

La metodología de desarrollo puede definirse como el estudio o la elección de un método pertinente y/o debidamente aplicado a determinado objeto para estructurar, planear y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información(*)

La herramienta multimedia basó una parte de su realización a la metodología de desarrollo ADDIE(*) Análisis, (Diseño, Desarrollo, Implementación, y Evaluación de los materiales de aprendizaje y las actividades.) ya que el modelo ADDIE es un proceso de diseño instruccional interactivo que abarca una serie de análisis de las necesidades del estudiante que conllevan a la creación de una guía práctica y eficiente

Figura 36. Metodología de desarrollo.



Fuente: Ecopetrol S.A.

3.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO.

3.1.1 Objetivos que se desean alcanzar con el uso de la herramienta.

- Comprender de una manera más clara los conceptos fundamentales en el área de completamiento de pozos.
- Brindar al estudiante una alternativa didáctica de estudio y respectivo aprendizaje de las operaciones y herramientas de workover.
- Facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje que se da entre docente y estudiante de ingeniería de petróleos en la universidad industrial de Santander.

3.1.2 Área de contenido. La herramienta multimedia está constituida por elementos descriptivos (imágenes y textos) los cuales exponen las principales operaciones de workover y sus respectivas herramientas

3.1.3 Características del público objetivo. La herramienta multimedia está enfocada en los estudiantes de ingeniería de petróleos en general, no obstante por el contenido de esta se orienta más hacia los estudiantes que estén cursando la asignatura de completamiento de pozos, sin embargo esta herramienta es de uso habitual ya que cualquier estudiante con conocimiento o con afinidad a la carrera puede acceder a la multimedia

3.2 DISEÑO.

Se basa en un diseño funcional y lógico compuesto por la combinación de diversas ramas, que engloban textos, fotografías, videos, manipulada y volcada en un soporte digital.

El diseño utilizado en este proyecto está basado en las herramientas de los procesos de workover, soportados por los conceptos teóricos, imágenes y videos.

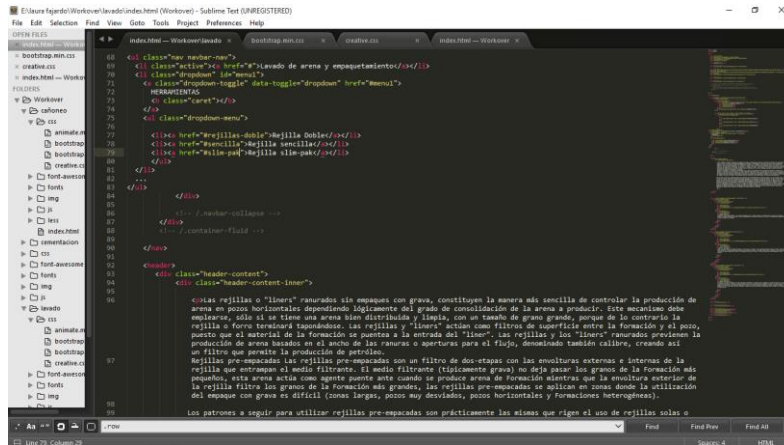
3.2.1 Diseño funcional. El manejo de la herramienta multimedia para el aprendizaje de las operaciones de workover facilita al usuario, en este caso al estudiante un complemento del conocimiento adquirido en el aula, sin embargo la multimedia no sirve como fuente principal de conocimiento ya que se hace totalmente necesario la guía del docente y su conocimiento acerca de los temas expuestos en la herramienta, porque pueden surgir preguntas y la necesidad de complementar la información suministrada en la misma.

3.2.2 Diseño físico. La herramienta multimedia posee elementos audiovisuales que facilitan la comprensión de las operaciones y la identificación de las herramientas utilizadas en cada una de estas acompañadas de los conceptos mediante textos, su interfaz es sencilla y de fácil manejo para ofrecer al estudiante.

3.2.3 Formas de trasmisión de la información. El fundamento de la herramienta multimedia “operaciones de workover” es la transmisión de la información por medio de textos apoyados en imágenes que sirven como soporte para explicar de una forma más didáctica los conceptos contemplados en esta multimedia; a lo largo del contenido de esta se hace amplio uso de imágenes, videos e hipertextos con lo cual se facilita la asimilación de conceptos abarcados en esta multimedia.

3.2.4 Desarrollo de la interfaz.

Figura 37. Interfaz de programación.



La herramienta se basa en un diseño responsivo (responsive desing) implementado a una aplicación web, para lograr así una interfaz de uso intuitivo por medio de bloques que diferencian las operaciones y las herramientas, estos elementos permiten el acceso al contenido, haciendo uso de HTML5, CSS3, BOOTSTRAP3, con el fin de generar un proceso cognitivo en el cual relacione la teoría con la herramienta y su operación.

3.2.5 imágenes. El uso de imágenes se presenta a lo largo de la multimedia facilitando la asimilación de las herramientas y operaciones por parte del usuario y/o estudiante.

3.2.6 contenido audiovisual. El contenido audiovisual en la herramienta se presenta en ventajas con tamaños adecuados con el fin de que el usuario encuentre de forma rápida el tema de interés a consultar

3.2.7 Contenido de la herramienta. Contenido implementado en la herramienta multimedia “operaciones de workover”

- Cementación: Primaria y secundaria.
- Cañoneo.
- Pesca: operaciones de pesca en hueco desnudo y operaciones de pesca en hueco entubado.

Figura 38. Multimedia/herramienta/Herramienta corte externo

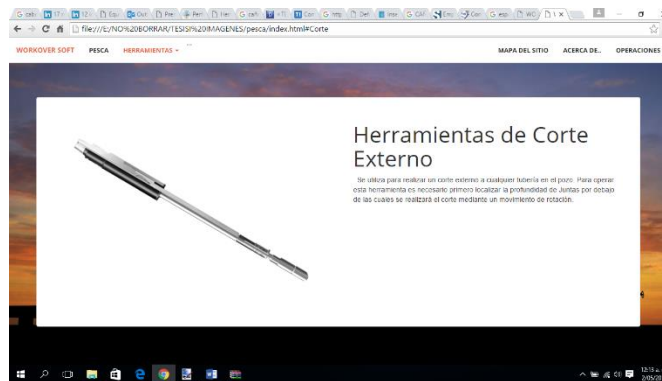


Figura 39. Multimedia/herramienta/Herramienta corte interno

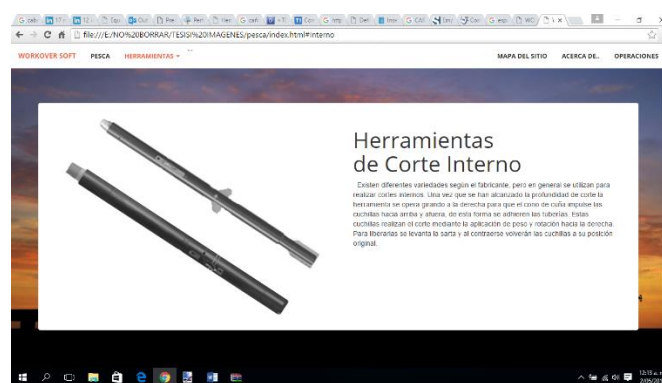


Figura 40. Multimedia/herramienta/Junk basket.

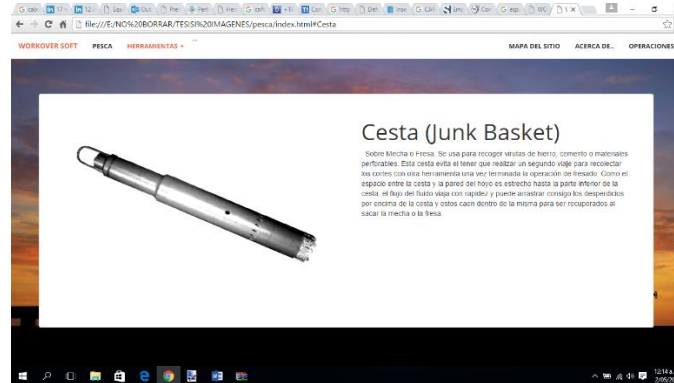


Figura 41. Multimedia/herramienta/Die collar.



Figura 42. Multimedia/herramienta/Fresadoras piloto.



Figura 43. Multimedia/herramienta/Overshot.



Figura 44. Multimedia/herramienta/Bumper sub.

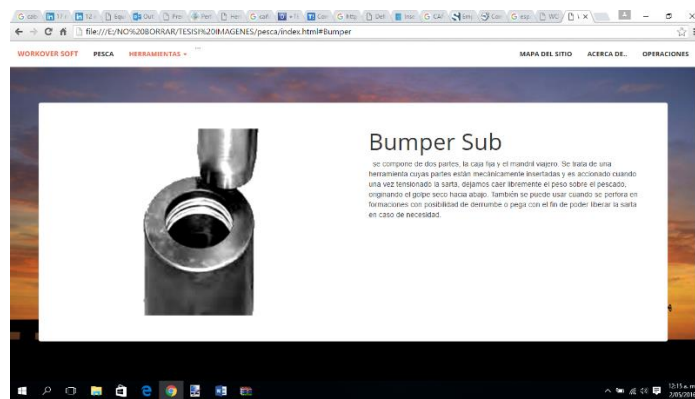


Figura 45. Multimedia/herramienta/Bloque de impresión.



➤ Reparación de casing.

Figura 466. Multimedia/herramienta/Short tie back.

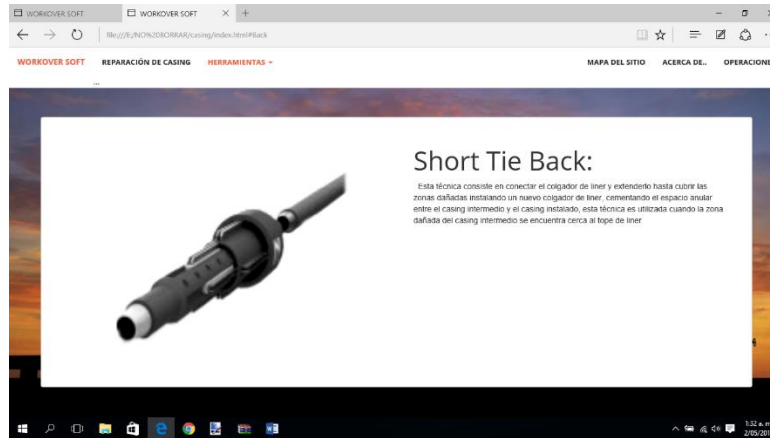


Figura 47. Multimedia/herramienta/Tie back.

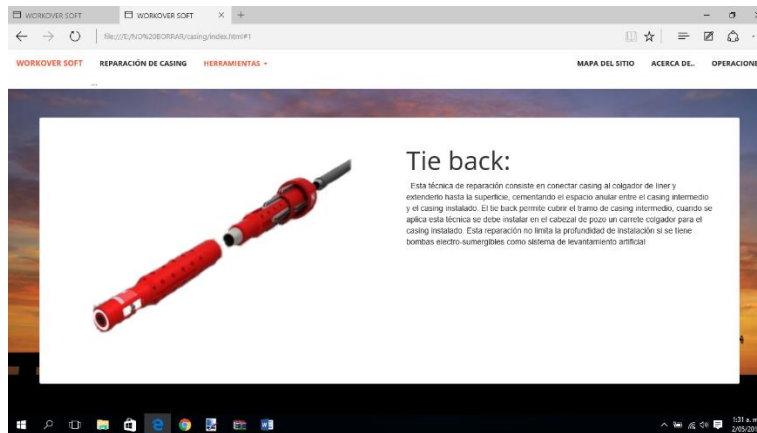


Figura 48. Multimedia/herramienta/Casing patch.

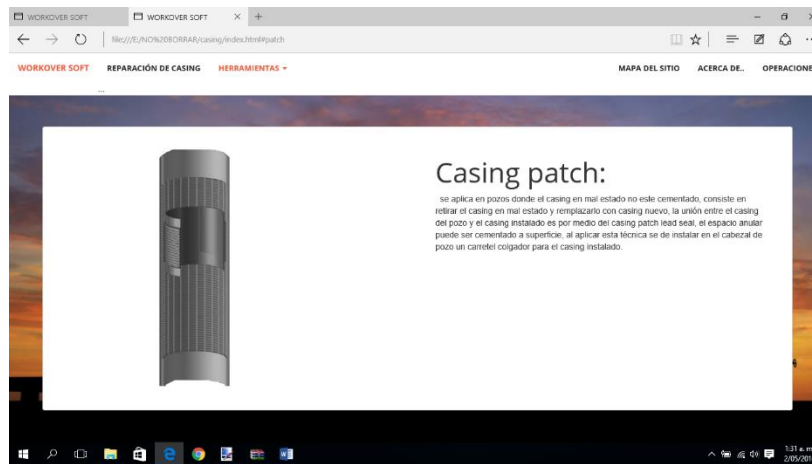
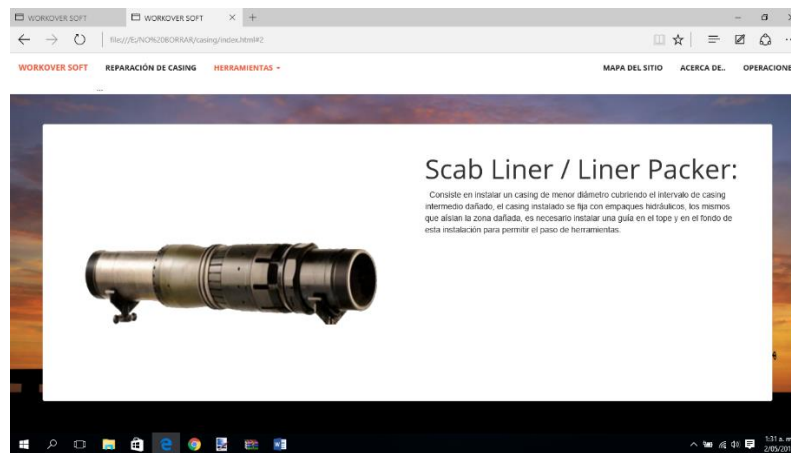


Figura 49. Multimedia/herramienta/Scab liner.



- Equipo de cementación: zapata de revestimiento, cuello flotador, centralizadores, raspadores, cabezales de cementación, tapones separadores, espaciadores.

Figura 50. Multimedia/herramienta/Zapata de revestimiento



Figura 51. Multimedia/herramienta/Cabezales de cementación



Figura 52. Multimedia/herramienta/Cuello flotador



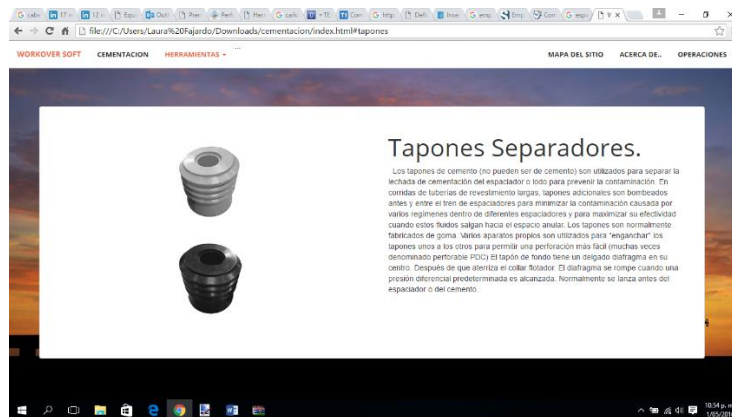
Figura 53. Multimedia/herramienta/Centralizadores



Figura 54. Multimedia/herramienta/Raspadores



Figura 55. Multimedia/herramienta/Tapones separadores.



➤ Swabeo.

Figura 56. Multimedia/herramienta/Gomas tipo J

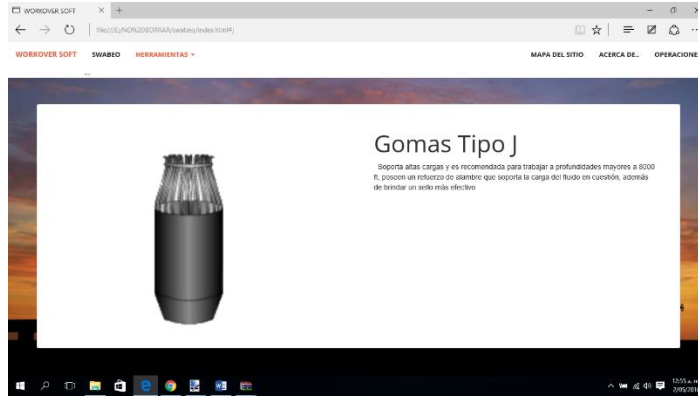


Figura 57. Multimedia/herramienta/Gomas tipo GW

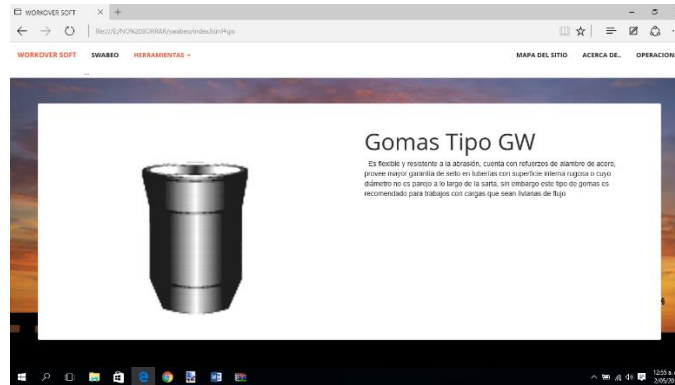


Figura 58. Multimedia/herramienta/Tipo V y MV

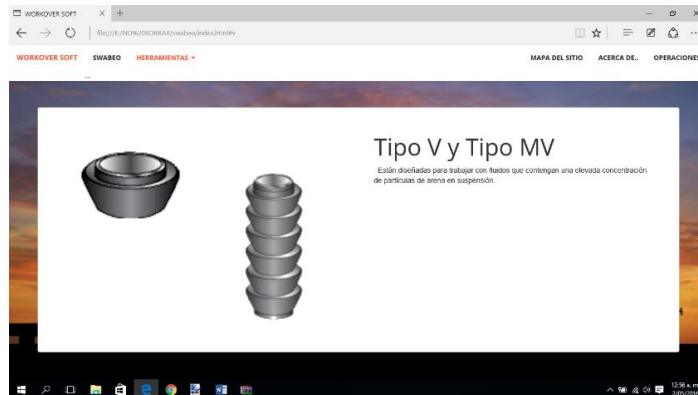


Figura 59. Multimedia/herramienta/Gomas tipo TUF.

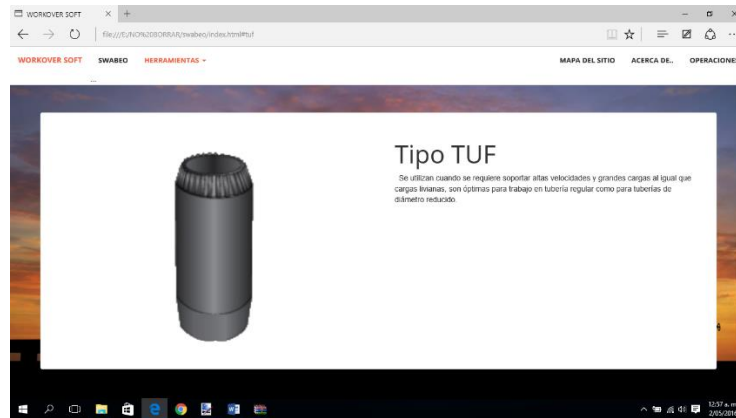


Figura 60. Multimedia/herramienta/Gomas tipo UF.

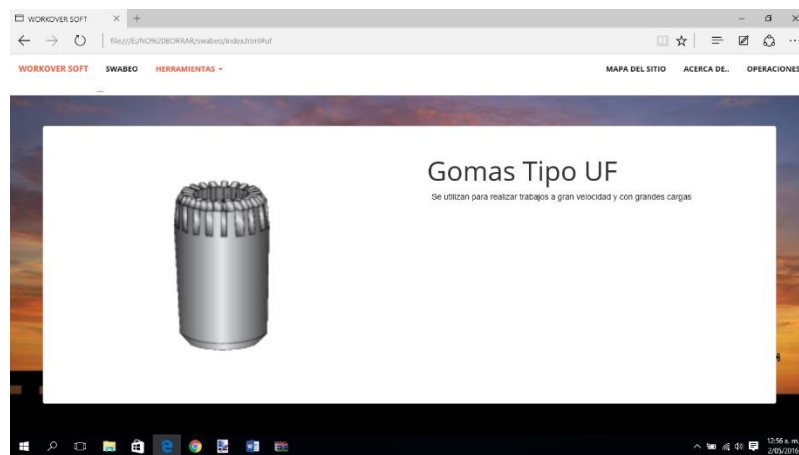


Figura 61. Multimedia/herramienta/Mandril articulado.

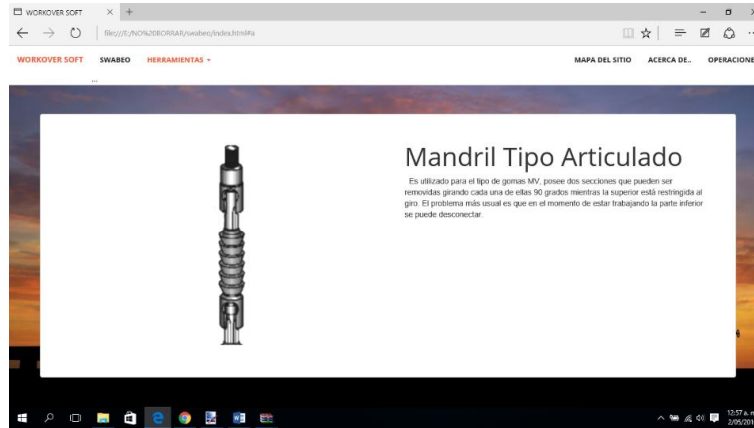


Figura 62. Multimedia/herramienta/Mandril estandar.

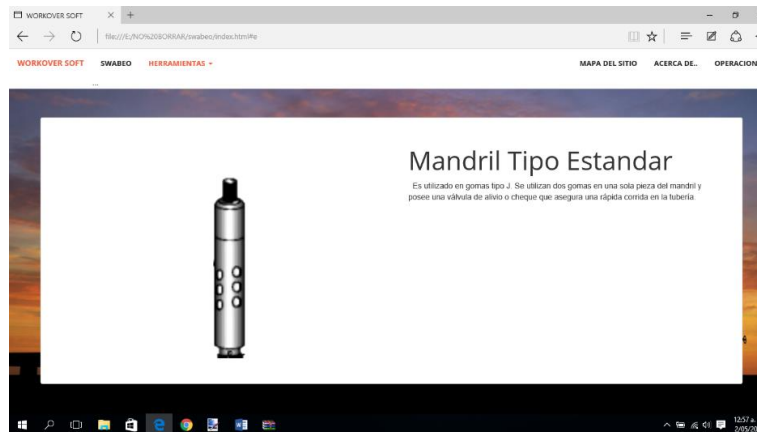
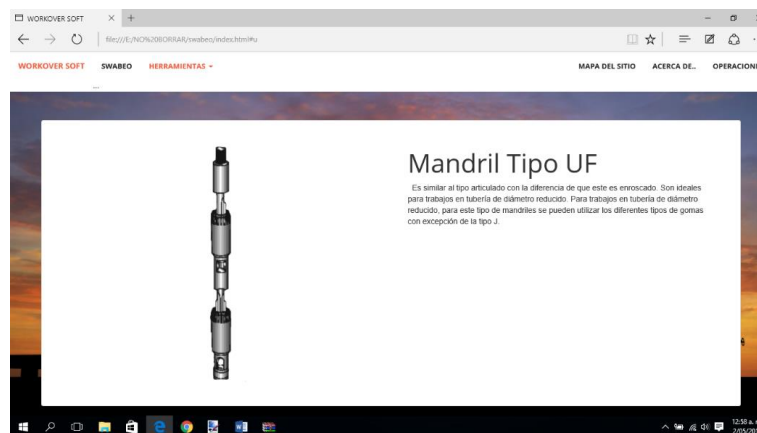


Figura 63. Multimedia/herramienta/Mandril tipo UF.



- Herramientas de control de arena

Figura 64. Multimedia/herramienta/rejilla sencilla

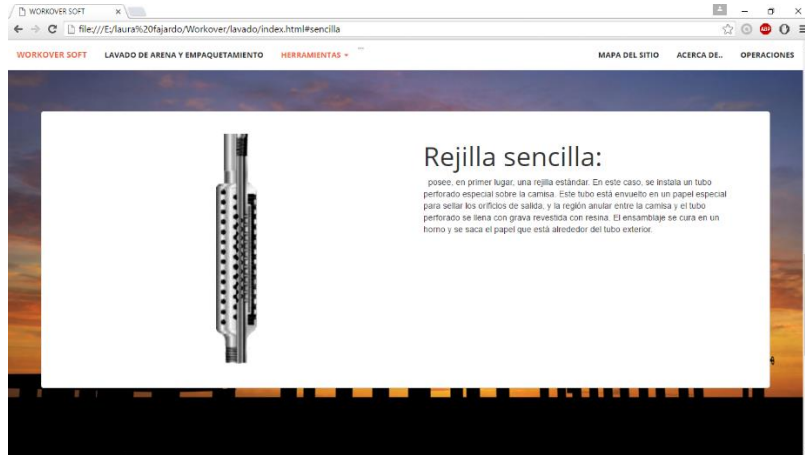
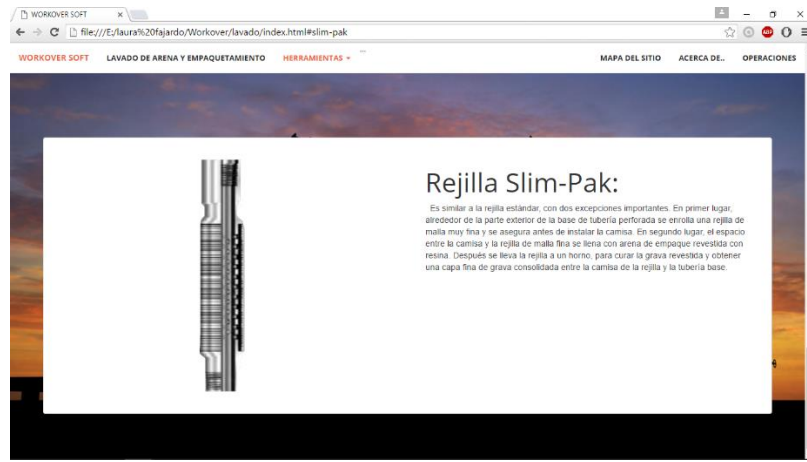


Figura 65 multimedia/herramienta/rejilla doble



Figura 66. multimedia/herramienta/Slim.pak.



4. MANUAL DEL USUARIO.

4.1 REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN Y USO.

Como único requerimiento la herramienta multimedia necesita de algún tipo de navegador, cabe resaltar que toda la información se encuentra de manera local por lo cual no es necesaria su conexión a internet

4.1.1 instalación de la herramienta. La herramienta multimedia no necesita instalación de algún programa en específico, ya que esta corre sobre los navegadores, ya sea google Chrome, internet Explorer, Firefox, safari y/o en cualquier dispositivo móvil con lo cual se hace aún más práctica y útil.

4.1.2 procedimiento de uso. Se inicia copiando la carpeta “workover” en una ubicación local, se procede esta donde se encuentra un enlace inex.html el cual activa el navegador predeterminado del dispositivo (Tablet, teléfono, Smartphone, pc, etc.).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

En esta sección se hará una descripción detallada de cada uno de los componentes que conforman la herramienta multimedia.

Introducción a la herramienta: consta de una imagen con una descripción breve del objetivo de la multimedia, antes de ingresar a la pantalla de inicio de la herramienta (figura 12)

4.2.1 Interfaz de inicio. Posterior a la introducción y después de hacer clic para iniciar como se indica (figura 12) la herramienta multimedia arroja un pantallazo que corresponde a la interfaz de inicio, donde se puede observar las imágenes para acceder a las operaciones de workover (figura 13)

Figura 67. Interfaz de inicio

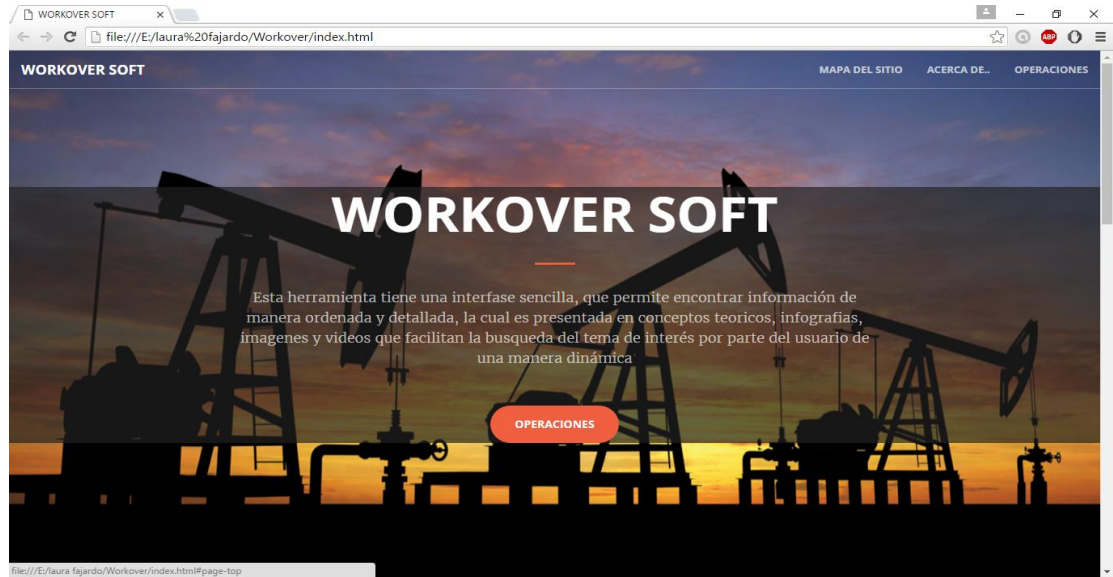


Figura 68. Menú de operaciones

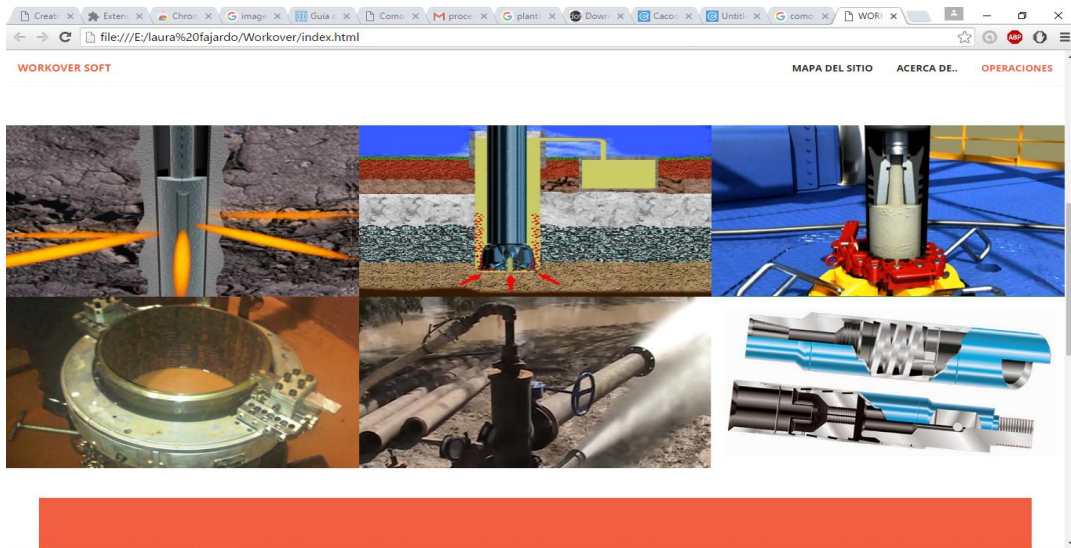


Figura 69. Inicio lavado y empaquetamiento

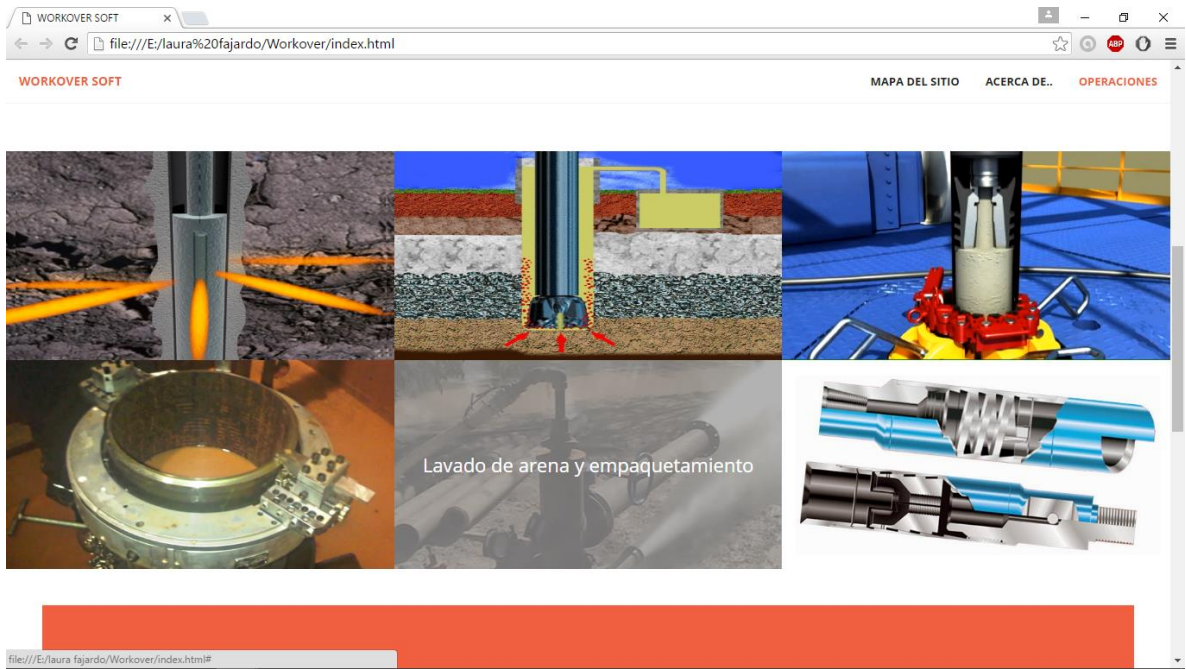
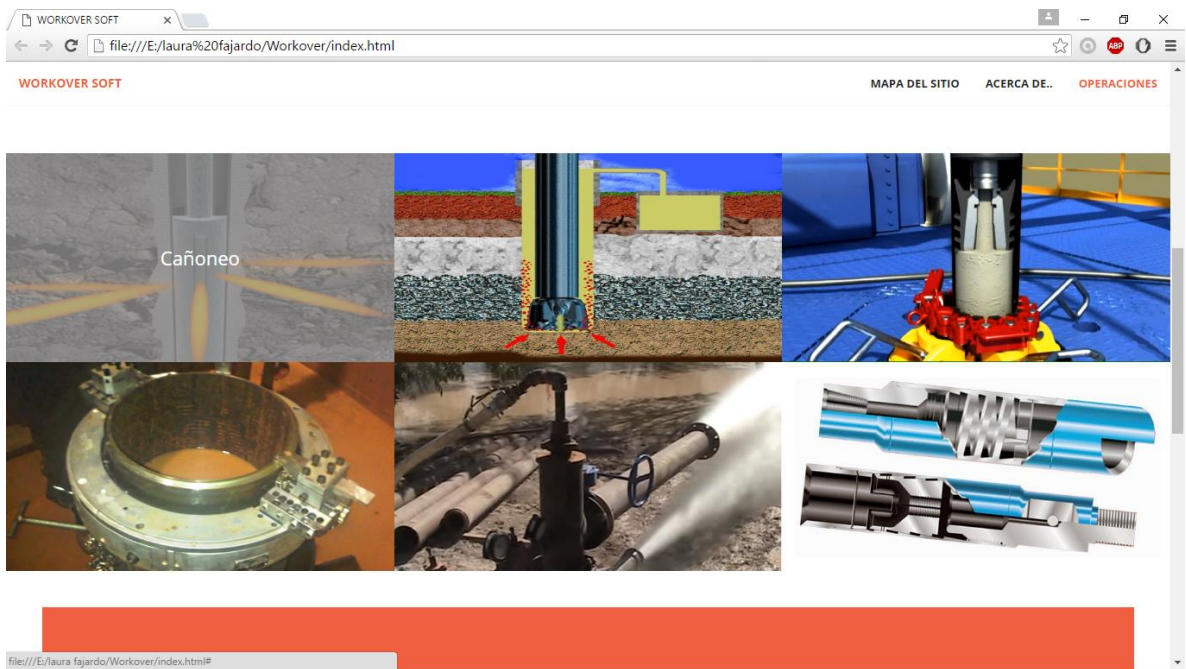


Figura 70. Inicio cañoneo



4.3 ACCESO A LA INFORMACIÓN.

Para acceder a la información textual y gráfica que nos brinda la “herramienta multimedia para el aprendizaje de las operaciones de workover” es necesario tener claro cuál operación y/o que herramienta desea consultar. Después de identificar el tema a consultar, clic a la pestaña de su interés para desplegar la información contenida en esta.

4.4 ENLACE DE INTERÉS.

Este botón se implementó en la herramienta con la finalidad de tener información adicional a la existente en la multimedia, que va desde videos hasta textos completos sobre cada uno de los elementos que integran la multimedia.

4.5 MAPA DE SITIO.

El mapa de sitio

Figura 71. Mapa de sitio general

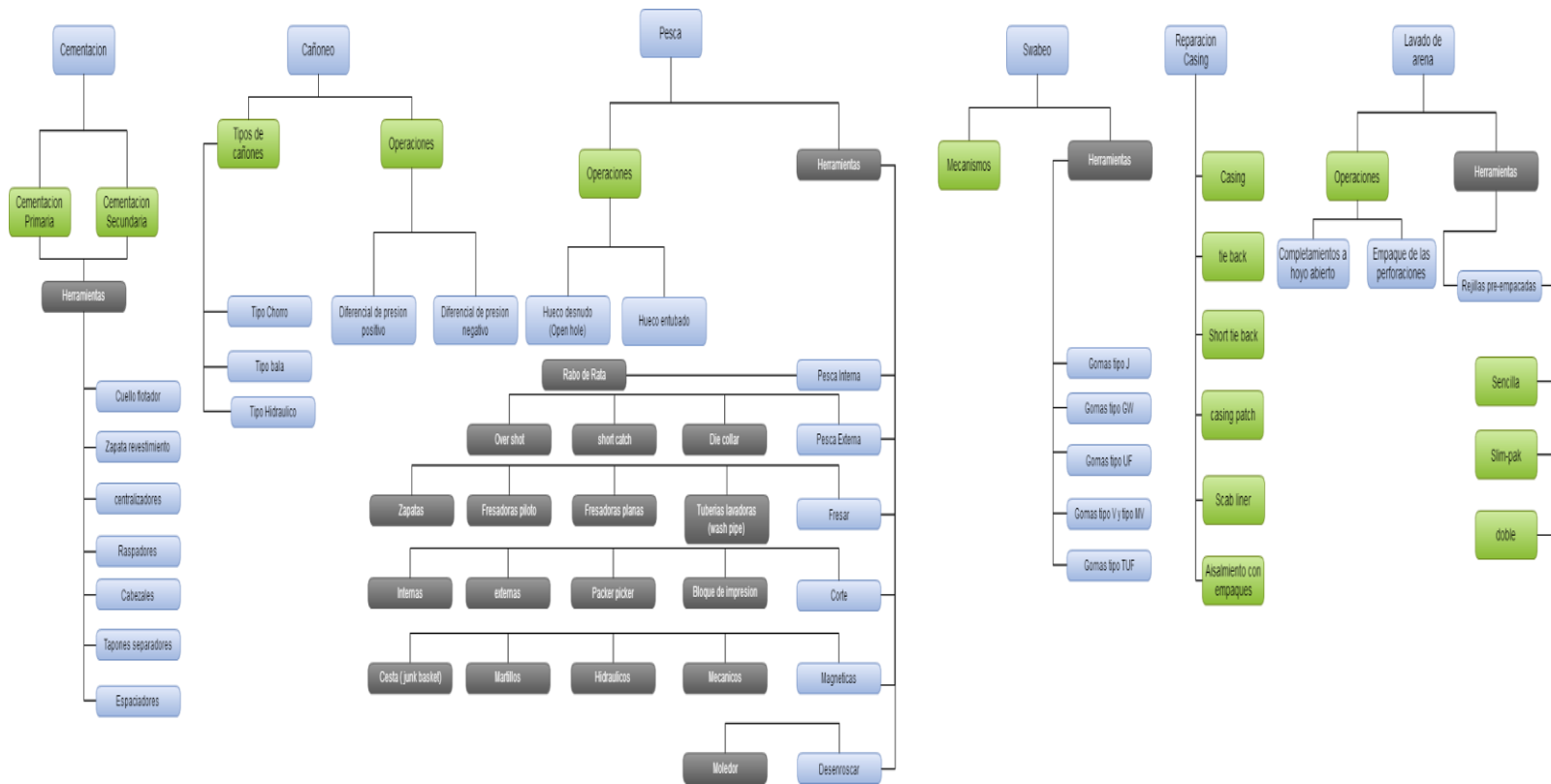


Figura 72. Mapa de sitio cementación

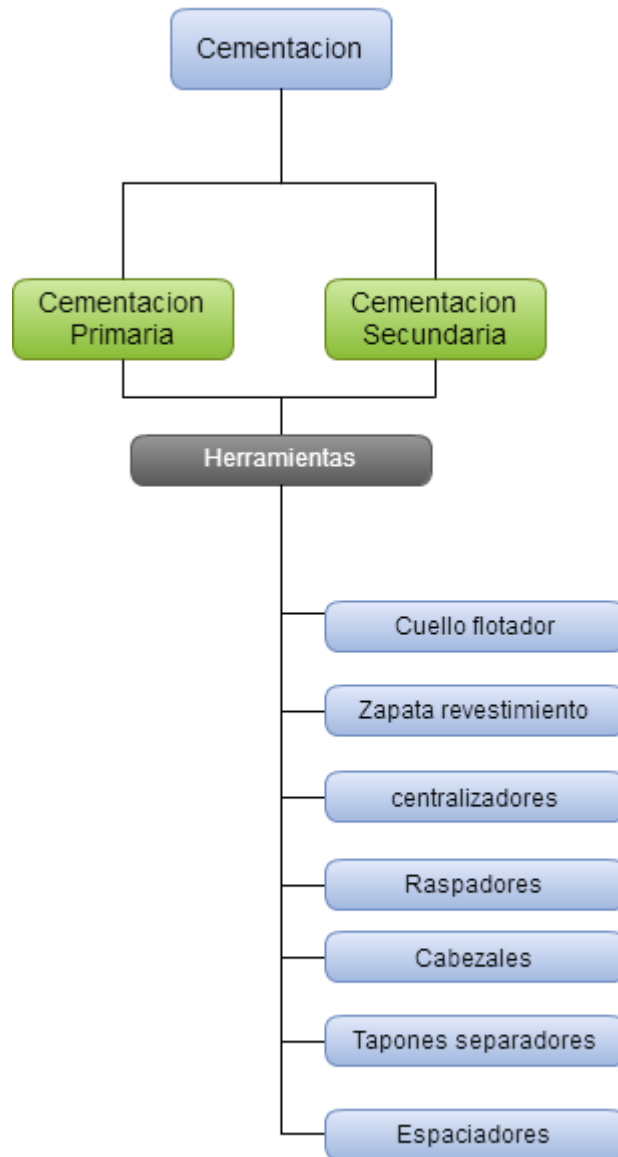


Figura 73. Mapa de sitio cañoneo

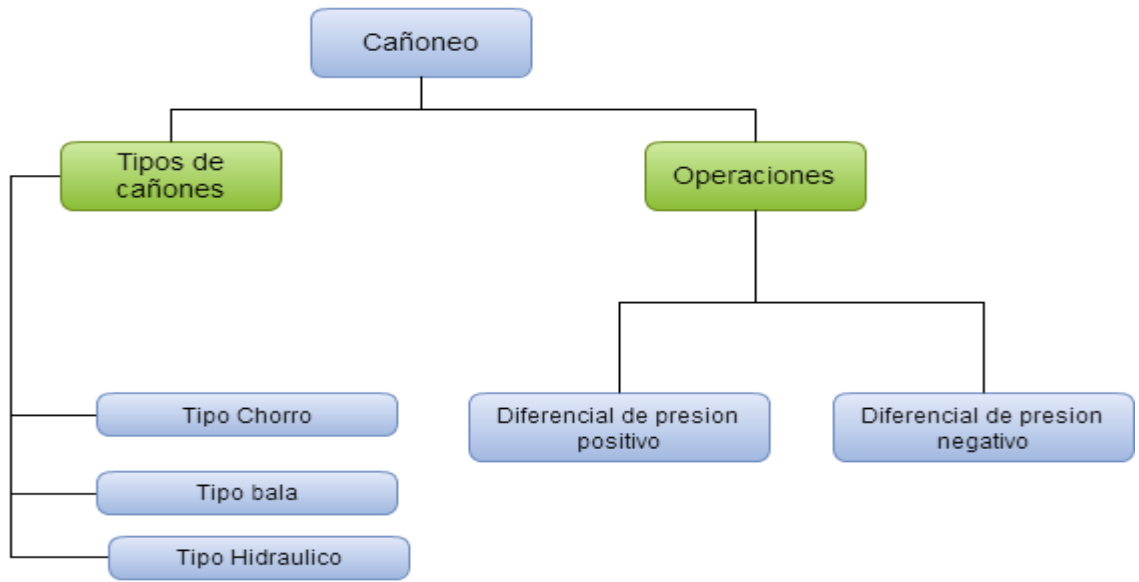


Figura 74. Mapa de sitio pesca

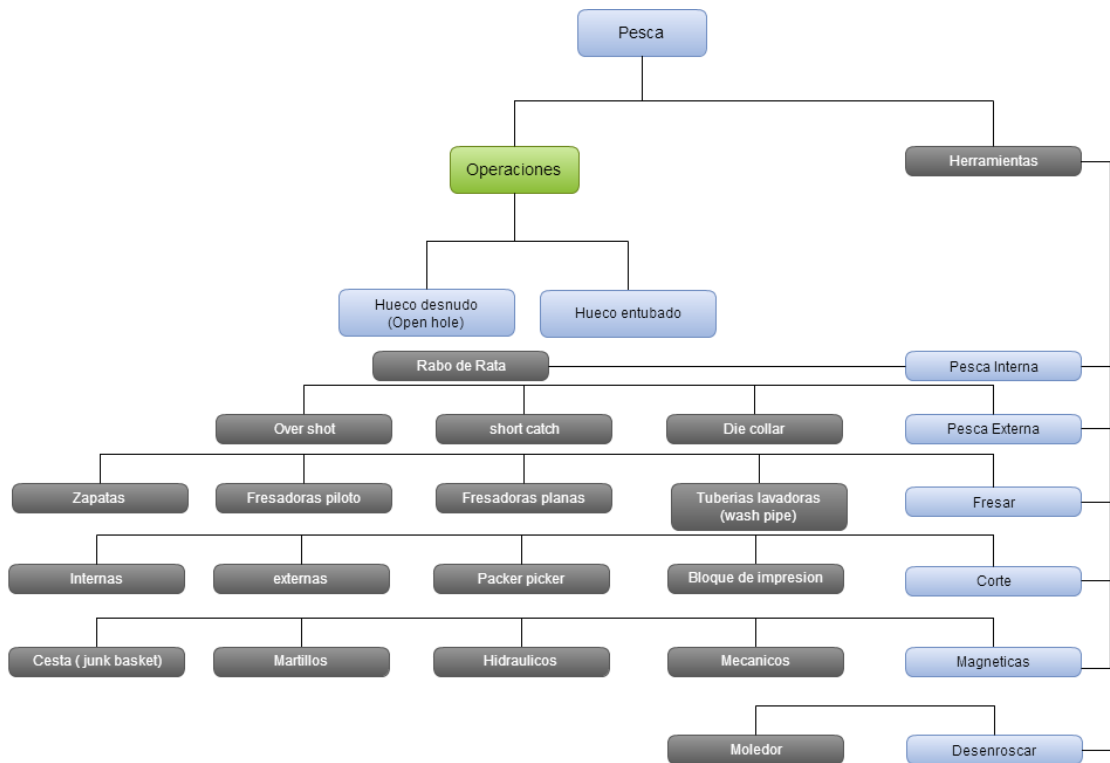


Figura 75. Mapa de sitio Swabeo

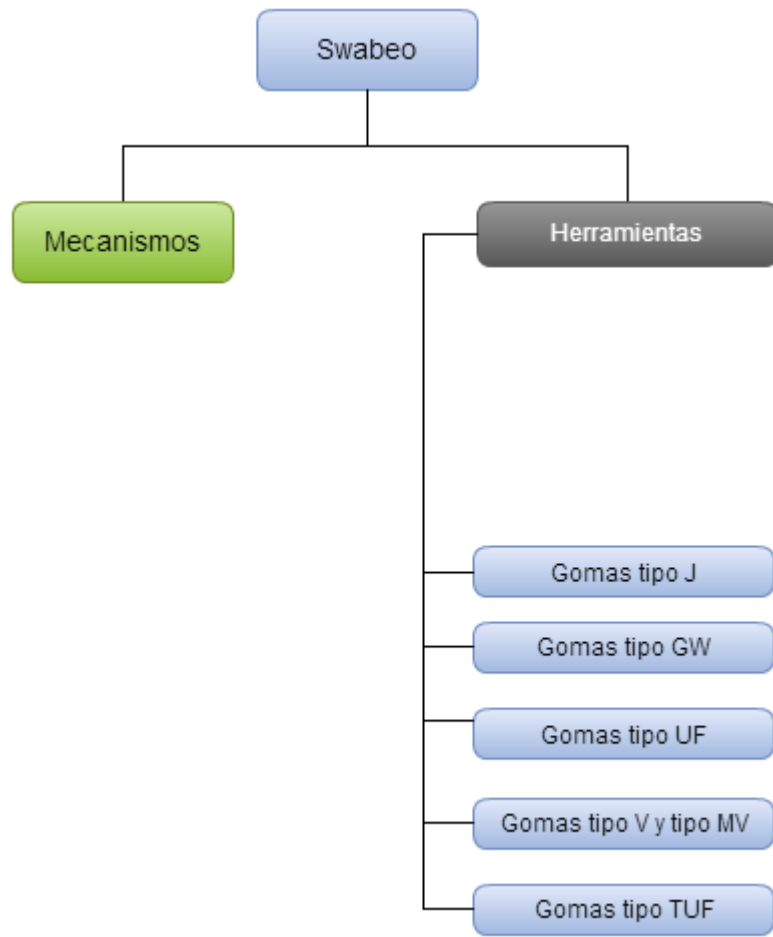


Figura 76. Mapa de sitio Reparación casing

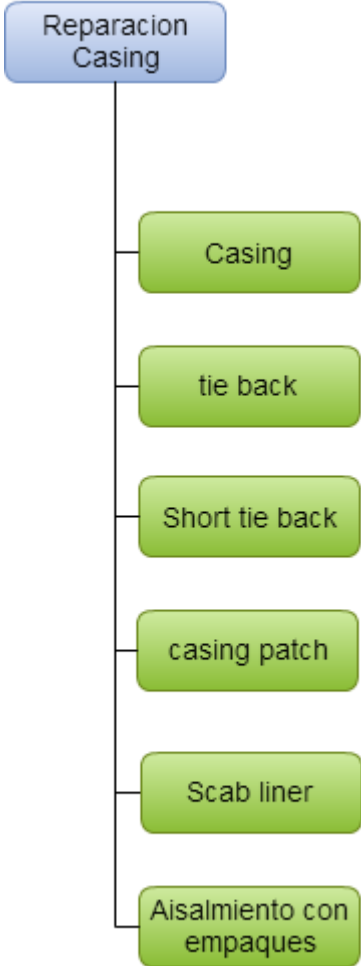
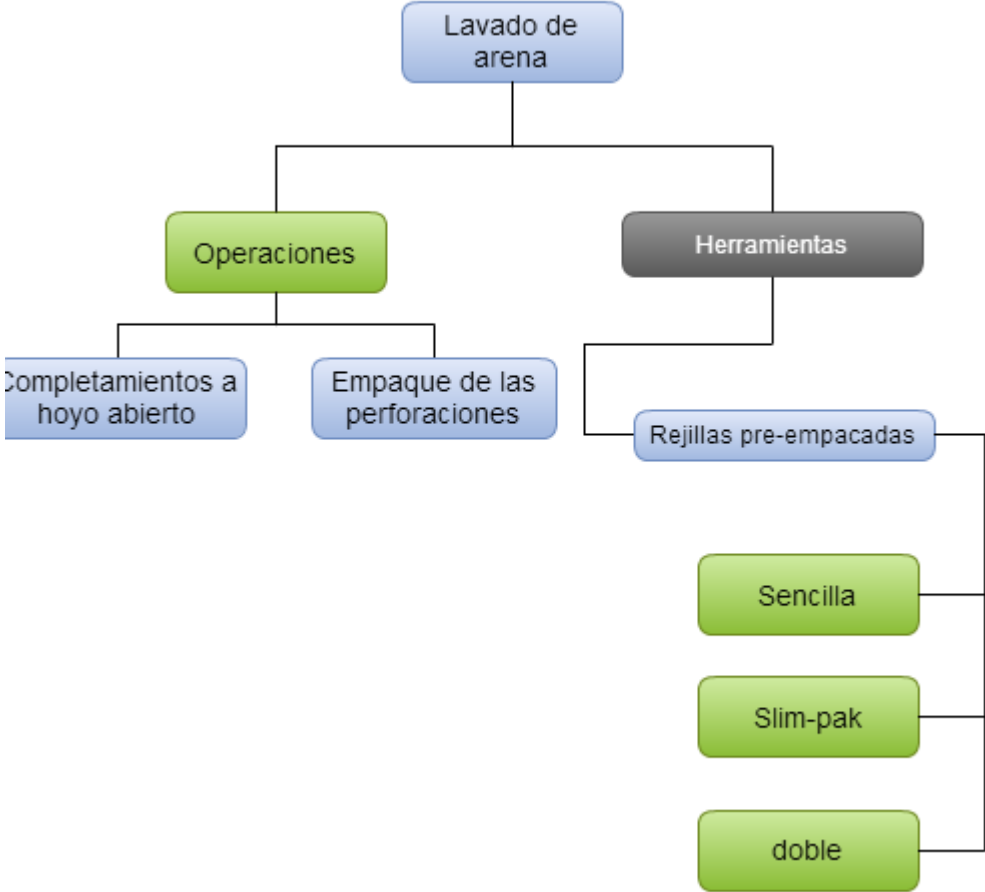


Figura 77. Mapa de sitio Lavado de arena



5. CONCLUSIONES.

- La herramienta multimedia presenta información completa, detallada y organizada de cada una de las herramientas de workover y su respectivo proceso, logra facilitar el aprendizaje de las operaciones.
- El desarrollo del proyecto plasma los conceptos básicos sobre completamiento de pozos, sin embargo es importante fortalecer estos conocimientos en diferentes fuentes, además socializar con compañeros y/o docentes.
- La interfaz de la herramienta permite que el contenido pueda ser estructurado de tal forma que el usuario pueda visualizar cada uno de los procesos por separados, reforzando de manera individual los conceptos.
- El contenido visual de la herramienta favorece la asimilación de conceptos y procesos básicos descritos en el proyecto.
- Esta herramienta permite al usuario el aprovechamiento de su tiempo, ya que puede acceder al material con total libertad y autonomía, consultando con más frecuencia los temas que más trabajo requiera.
- El desarrollo de estas tecnologías de información y el fácil acceso a ellas dentro de la institución contribuyó al mejoramiento de aprendizaje-enseñanza en la escuela de Ingeniería de Petróleos, aportando un apoyo ilustrativo al docente.

6. RECOMENDACIONES.

- La principal finalidad de la herramienta multimedia WORKOVER SOFT es proporcionar al estudiante de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander una fuente de información disponible en cualquier momento, se recomienda acompañamiento directo del docente como guía principal de aprendizaje.
- Actualización del contenido de la herramienta a medida que surjan nuevas tecnologías en las operaciones y herramientas de workover.
- Para mejorar la calidad del contenido visual de la herramienta multimedia WORKOVER SOFT se sugiere establecer mecanismos de adquisición de material, en pozos o simuladores propios, ya que el proporcionado pertenece a empresas del sector con acceso limitado.
- Asesoría por parte de un experto en cuanto al manejo del proceso de aprendizaje-enseñanza que estipula la universidad.
- Adquirir o alquilar un servidor web para alojar la aplicación y así poder acceder de manera remota sin tener los archivos localmente.

BIBLIOGRAFÍA.

ALDANA, Nelson; Métodos de sistemas de levantamiento artificial. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Petróleos; Neiva, Universidad Sur Colombiana. Facultad de ingeniería. Escuela de ingeniería de petróleo. (revisado 1998)

ARANGO, Sandra; CARDOSO, Roberto. Estimulación e Implementación de Nuevas Tecnologías para Reparar Pozos Inyectores en Campos Maduros – Jornadas de Producción IAPG Seccional Sur, Agosto 2009.

BERMÚDEZ, Raúl. Cementación de Pozos Petroleros – Principios y Tecnologías. Schlumberger. Noviembre 16 del 2007.

CARSON, Jon; GURLEY, Derrel; KING, George; PRINCE-SMITH, Colin; WATERS, Frank. Sand Control: Why and How?. En: Completion/Simulation, October 1992.

FLORENTINO BLAZQUEZ ENTONADO, Sociedad de la información y la educación, junta de Extremadura, dirección general de ordenación, renovación y centros, Mérida 2001, producciones y diseño JAVIER FELIPE S. L., ISBN 84-95251-60-4.

HERRAMIENTA MULTIMEDIA PARA EL ESTUDIO DEL AREA DE PERFORACION EN EL PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA DE PETROLEOS, Daniel Andrés Vanegas Pérez, Cristian Leonardo González González, Trabajo de grado, Ingeniero(s) de petróleo, Universidad Industrial De Santander, 2010

II SEMINARIO DE CEMENTACIÓN DE POZOS, 14/15/16 JUNIO 1989, Caracas, Venezuela, Intevp, Ediciones Técnicas, University Of Texas, 8 Mayo 2008.

JIMENEZ, Jerson José; RIVERA, Juan Fernando. Evaluación Técnico Económica de los Trabajos de Workover, Mantenimiento y Varilleo en los Pozos del Campo Castilla de EcopetrolGerencia Llanos. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 2003.

LYONS William, CARTER Thomas, NORTON J. Lapeyrouse, formulas and calculations for drilling production and workover, fourth edition, waltham, GPP,2016.

MARQUIZ, Alez. MANUAL TÉCNICO DE OPERACIONES DE CAÑONEO A POZOS. Presentado como proyecto de grado para optar al título técnico de petróleo. Instituto universitario de nuevas profesiones, coordinación de petróleo, Noviembre 2004

MARQUIZ, Alez. Manual Técnico de Operaciones de Cañoneo a Pozos. Presentado como proyecto de grado para optar al título Técnico de Petróleos. Instituto Universitario de Nuevas Profesiones, Coordinación de Petróleo, Noviembre 2004.

Mendoza López, P. 2006. Lineamientos de diseño de información para el desarrollo de sitios educativos en Internet. Tesis Licenciatura. Diseño de Información. Departamento de Arquitectura y Diseño, Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades, Universidad de las Américas Puebla. Febrero. Derechos Reservados © 2006.

MENDOZA, Ricardo. Manual de Cementación para Ingenieros; División de Hughes Services Co, Marzo de 1990.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL , competencias Tic para el desarrollo profesional docente, Colección sistema nacional de innovación educativa con uso de nuevas tecnologías,2013, ISBN 978-958-762-1

MSc. BÁRBARA LABORÍ DE LA NUEZ Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana Dr. IÑIGO OLEAGORDIA AGUIRRE Universidad del País Vasco file:///E:/Descargas/Labori%20(1).PDF

OIL FIELD REVIEW, RECUPERACIÓN DEL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE ARENA, 2009.

OILFIELD REVIEW, Recuperación del control de la producción de arena, (En línea), http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish07/aut07/composite.pdf, Agosto 2009.

PINTO, Alonso; RUEDA, Julio Mario. Herramientas y Solución a Problemas de Pesca. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. 1988.

PRINCIPALES HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN CAMPO CASTILLA PARA OPERACIONES DE WORKOVER, Rafael Valbuena Hernández, Edison Saza Barreto, trabajo de grado para optar al título técnico en PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO DE POZOS DE PETRÓLEO, CORPORACIÓN INSTITUCIONAL DEL PETRÓLEO CINSPETROL, 2009

RAWLINS, C.H.; HEWETT, T.J.A Comparison of Methodologies for Handling Produced Sand and Solides To Achieve Sustainable Hydrocarbon Production. En: SPE, June 2007. No.107690

VALBUENA Rafael HERNANDEZ, Edinson SAZA BARRETO, Principales Herramientas Utilizadas En Campo Castilla Para Operaciones De Workover, 2009.

VERGARA, Jose Orlando; García, Gabriel Fernando. Gestión de mantenimiento para equipos de Workover de la empresa STS de los Andes S.A. Trabajo de Grado Ingeniero de Petróleos. Bucaramanga.: Universidad Industrial Santander. Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos.2010.