

Diseño de una aplicación móvil para realizar el Rig Acceptance de un taladro de perforación

Brayan Camilo Hernández Pinto, Nidya Judith Mercado Soto

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero de petróleos

Dirección:

Wilson Raúl Carreño Velasco

Master en diseño, gestión y dirección de proyectos

Codirección:

Alexander Cuellar Díaz

Ingeniero de petróleos

Universidad Industrial de Santander

Facultad de ingenierías Físicoquímicas

Escuela de ingeniería de petróleos

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A Dios, por darme la vida y llenarla de oportunidades en el camino, por las capacidades que me dio para afrontarla y la valentía de continuar cada día.

A mi madre, por ser la mejor mamá del mundo, por brindarme su amor y comprensión, por seguirme en todas las cosas que se me ocurren y nunca dejarme solo. A mí padre, porque en la vida nunca me faltó nada, por mostrarme que es posible darlo todo por la familia, por enseñarme el valor de la disciplina y la obediencia. No me alcanzan las palabras para agradecerles, solo les puedo decir que todo esto que estoy haciendo es por y para ustedes mis amados padres.

A mi hermana y mi sobrina, por compartir el día a día conmigo, a mi hermano, por los valiosos consejos que me ha dado a lo largo de la vida. A mí madrina Myriam por darme su apoyo y cariño, por estar pendiente de mí desde que nací.

Al M.Sc. Wilson Carreño porque antes de ser el director de esta tesis, fue la mejor guía para enfocar mi vida profesional.

A Nidya, mi compañera de tesis, por ayudar a la realización de este proyecto, por los buenos momentos que compartimos y haber sido parte de este pedacito de vida.

A Gustavo, Daniela, Julián, Sebastián, Edward, la junta de Aceip, por esas tardes de diversión que muchas veces me hacían olvidar los malos momentos que tuve.

A los demás familiares y amigos que de una u otra forma me ayudaron a culminar este proyecto, gracias totales.

Camilo.

Agradecimientos

A Dios primeramente por darme vida, por permitirme crecer como persona, por encaminarme a tomar las mejores decisiones y llenarme de fortaleza para culminar exitosamente mi carrera.

A mis padres que me criaron llena de valores y me enseñaron a amar y apasionarme por lo que me gusta, porque fueron ellos quienes siempre me apoyaron en todo

A mi padre quien estaría muy orgulloso de verme seguir su legado, gracias especiales le doy por introducirme en la industria del petróleo y heredarme su gusto por ello

A mi madre por tenerme paciencia aunque muchas veces no la mereciera, por el esfuerzo inmenso que ha hecho sacándonos adelante y ser una persona de corazón noble

A mi hermana por ser esa persona confidente como ninguna otra, que me saca una sonrisa con cualquiera de sus ocurrencias

A mis abuelos, tíos, tías, primos y primas por todo el amor que me brindan y por tomarme como un buen ejemplo a seguir

A mis amigas, en especial Ana y Lorena por siempre escucharme

A Cami por ser el mejor amigo y compañero de tesis que puede haber

A mis compañeros de carrera por hacer de esta aún más agradable

A mis compañeros de trabajo porque de cada uno de ellos he aprendido algo valioso.

Y finalmente un agradecimiento muy especial al ingeniero Wilson Carreño, por el apoyo incondicional que nos brindó de principio a fin en la orientación, desarrollo y culminación de este proyecto

Nidya

Tabla de contenidos

Introducción	16
1 Fundamentos del taladro de perforación de pozos.....	17
1.1. Taladro de perforación	17
1.2. Sistema de levantamiento de cargas.....	18
1.2.1. Torre	18
1.2.2. Bloque viajero.....	18
1.2.3. Gancho	19
1.2.4. Corona.....	20
1.2.5. Ancla línea muerta	20
1.2.6. Malacate.....	21
1.2.7. Cable de perforación	21
1.3. Sistema de rotación	22
1.3.1. Ensamblaje mesa rotaria.....	22
1.3.1.1. Sistema con kelly	23
1.3.2. Top drive.....	23
1.3.3. Sarta de perforación	24
1.4. Sistema de circulación.....	25
1.4.1. Bombas de lodo	25

1.4.2. Sistema de control de sólidos.....	25
1.4.2.1. Shale shaker	26
1.4.2.2. Vacuum degasser	26
1.4.2.3. Desander.....	27
1.4.2.4. Desilter	28
1.4.2.5. Centrífuga.....	28
1.4.3. Tanques.....	29
1.5. Sistema de seguridad.....	29
1.5.1. BOPs	29
1.5.1.1. Preventora anular	30
1.5.1.2. Rams	31
1.5.1.3. Kill line-HCR choke	31
1.5.2. Acumulador.....	31
1.5.3. Poor boy.....	32
1.5.4. Choke manifold	33
1.6. Sistema de potencia.....	34
1.6.1. Transmisión de potencia mecánica	34
1.6.2. Transmisión de potencia eléctrica.....	34
1.7. Inspección y auditoria	35
1.7.1. Inspecciones no destructivas superficiales.....	35

1.7.2. Normas y estándares	36
1.7.3. Mecanismos de desgaste en equipos.....	39
2 Metodología para el desarrollo de la aplicación móvil	43
2.2. Determinación de parámetros para el desarrollo de la APP.....	43
2.3. Definición del lenguaje y programación para desarrollar la APP	77
2.4. Caso de aplicación, análisis y resultados	85
3 Conclusiones.....	94
4 Recomendaciones.....	95
Bibliografía	97
Apéndices	98

Tabla de figuras

Figura 1. Taladro de perforación on-shore.....	17
Figura 2. Torre del taladro	18
Figura 3. Bloque viajero.....	19
Figura 4. Gancho.....	19
Figura 5. Corona.....	20
Figura 6. Ancla de la línea muerta	20
Figura 7. Malacate.....	21
Figura 8. Cable de perforación.....	22
Figura 9. Mesa rotaria	22
Figura 10. Sistema de rotación por Kelly.....	23
Figura 11. Top drive.....	24
Figura 12. Sarta de perforación	24
Figura 13. Bombas de lodo	25
Figura 14. Shale shaker	26
Figura 15. Vacuum degasser	27
Figura 16. Desander	27
Figura 17. Desilter.....	28
Figura 18. Centrífuga	28
Figura 19. Tanques.....	29
Figura 20. BOPs	30
Figura 21. Preventora anular	30

Figura 22. Rams	31
Figura 23. Kill line-HCR choke	31
Figura 24. Acumulador	32
Figura 25. Poor boy	33
Figura 26. Choke manifold	34
Figura 27. Generadores	34
Figura 28. Motores diésel.....	35
Figura 29. Logo ANSI.....	36
Figura 30. Logo API	36
Figura 31. Logo ASME.....	36
Figura 32. Logo ASTM.....	37
Figura 33. Logo IADC	37
Figura 34. Logo NACE	37
Figura 35. Pantalla de inicio.....	80
Figura 36. Pantalla de registro de usuario	80
Figura 37. Pantalla de inicio de sesión.....	81
Figura 38. Pantalla de proyectos creados	81
Figura 39. Pantalla de actualización de usuario	82
Figura 40. Pantalla de revisión de proyectos creados	82
Figura 41. Pantalla de creación de proyectos	83
Figura 42. Pantalla de ingreso de evidencias	83
Figura 43. Pantalla de comentarios a la revisión.....	84
Figura 44. Pantalla de monitoreo de los proyectos	84

Figura 45. Pantalla con usuarios a los cuales se les compartió el proyecto	85
Figura 46. Registro del inspector.	86
Figura 47. Inicio de sesión por parte del inspector.	87
Figura 48. Creación de la primera inspección.....	88
Figura 49. Nombre del primer taladro.....	88
Figura 50. Primer proyecto creado.....	89
Figura 51. Inicio de la revisión de los equipos.....	90
Figura 52. Parámetros de control para el bloque viajero.	90
Figura 53. Observación realizada por el inspector.....	91
Figura 54. Evidencias fotográficas tomadas por el inspector.	92
Figura 55. Panel de control de los usuarios.....	92
Figura 56. Reporte generado por al APP	93

Lista de apéndices

Apéndice A: Manual del usuario.....	98
Apéndice B: Reporte	109

Resumen

Título: Diseño de una aplicación móvil para realizar el rig acceptance de un taladro de perforación.*

Autor: Brayan Camilo Hernández Pinto, Nidya Judith Mercado Soto.**

Palabras clave: App, Inspección, Reporte, Taladro, Perforación

Descripción: Cuando se decide dar inicio a la ejecución de un proyecto de perforación petrolera, ya sea exploratoria o de desarrollo, es necesario tener un programa claro y estructurado del desenvolvimiento del mismo pues de esta manera será posible llevar a cabo una operación que cumple con los requerimientos legales de seguridad y entereza de los equipos, que facilitará la anticipación a cualquier problema que pueda presentarse y así priorizar la integridad del personal, como del taladro en general y del medio ambiente; es por ello que es de carácter obligatorio realizar una inspección y aceptación del equipo a contratar y dedicar buen tiempo a ello para dar reporte del estado del mismo. Con el propósito de reducir el tiempo, manteniendo la calidad del reporte, se desarrolló una aplicación móvil (app) que facilita la inspección de taladros de perforación; examinando cada uno de los elementos que lo componen y compartiendo en tiempo real la información para finalizar con un reporte de cada uno de los parámetros y comentarios posibles haciendo énfasis en lo observado por el inspector y aprobación por parte del operario. Convirtiendo la app en una herramienta de fácil uso, acceso y una nueva estrategia a implementar en las empresas del sector que quieran agilizar este proceso de manera confiable.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director M.Sc. Wilson Carreño.

Abstract

Title: Design of a mobile application for performing the drilling rig acceptance.*

Authors: Brayan Camilo Hernández Pinto, Nidya Judith Mercado Soto.**

Key words: App, Inspection, Report, Rig, Drilling

Description: When it is decided to start executing an oil drilling Project, either exploratory or developmental, it is necessary to have a clear and structured program of the development of the very same, because in this way it will be possible to lead an operation that complies with security legal requirements and equipment integrity, which will ease the anticipation of any problem that may arise and thus prioritize the workers integrity, as in general the rig and the environment; this is the reason to require an acceptance and an inspection of the equipment that is hired and to take its time and dedication to report the status. In order to reduce time while maintaining the quality of the report, a mobile application (app) that hastens the drilling rig inspection is required, examining each of the elements that builds it up and sharing the information in real time to achieve a report that contains each of the parameters and emphasizing on possible comments on what is observed by the inspector and the approval by the operator. Turning the app into a tool of easy access, usage, and a new strategy to improve in oil companies that are looking forward to speed up this process reliably.

* Bachelor Thesis

** Physicochemical Engineering Department. Petroleum Engineering School. Director M.Sc. Wilson Carreño

Introducción

Para realizar un trabajo de perforación es de vital importancia hacer una extensa planeación, en donde se debe tener en cuenta diversos factores como lo son: el tiempo, los costos, seguridad del personal, las operaciones y procedimientos, entre otros factores; todo ello con el fin de culminar el pozo de manera exitosa, segura y lo más económicamente posible en donde el principal resultado sea el cumplimiento de los parámetros establecidos en el plan y un pozo que permita hacer la explotación de hidrocarburos de forma adecuada.

Uno de los factores que debe ser cumplido con antelación al inicio de la operación, es el reconocimiento y la aceptación de los equipos a utilizar, esta inspección hace enfoque en cada uno de los componentes y los problemas que estos puedan presentar por todos los tipos de desgaste que estos puedan tener, ya sea por excesivo uso, condiciones de trabajo límites o las restricciones de los materiales.

Para simplificar esta evaluación previa, este trabajo pretende desarrollar una aplicación con el fin de agilizar este proceso de aprobación de todo el taladro, compilando las observaciones, imágenes y posibles sugerencias a tener en cuenta, sustituyendo la forma tradicional en que se presenta este reporte y permitiendo que el nivel gerencial de la compañía operadora pueda hacer seguimiento en tiempo real del proceso de aceptación del equipo de perforación.

1 Fundamentos del taladro de perforación de pozos

1.1. Taladro de perforación

El taladro de perforación rotatoria es un equipo utilizado para perforar huecos (pozos) de una profundidad determinada en el suelo y subsuelo, con el fin de drenar un yacimiento geológico de la manera más económica y rápida posible. No se usa permanentemente, ya que este tipo de taladros solo se contrata en la etapa de perforación del pozo para que posterior a esto entren las facilidades de producción.

Existen dos grandes tipos de taladros de perforación, los de tierra (on-shore) como en la figura 1 y los de perforación costa afuera (off-shore), pero el principio de funcionamiento es básicamente el mismo. El equipo se diseña con base en las siguientes características, movilidad, flexibilidad y profundidad máxima de operación.

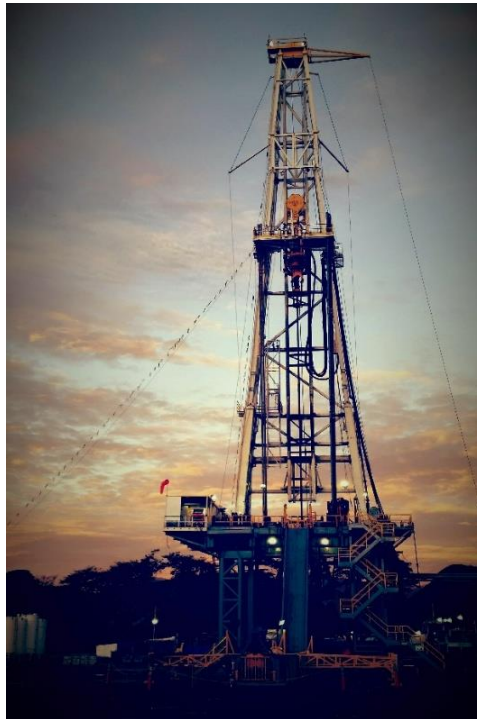


Figura 1. Taladro de perforación on-shore. Carreño, W.2017.

1.2. Sistema de levantamiento de cargas

Este sistema tiene la función de elevar las diferentes herramientas, subir y bajar el bloque viajero con el top drive mientras se perfora y soportar las cargas asociadas a la operación como el peso de la sarta o del revestimiento.

1.2.1. Torre: Es una estructura de gran tamaño, es diseñada y construida de tal manera que soporte una gran cantidad de peso, generalmente tiene cuatro patas y es de forma piramidal, como se aprecia en la figura 2; su altura varía de acuerdo con la operación desde 69 pies hasta los 189 pies, permitiendo esto trabajar con gran espacio y facilidad.



Figura 2. Torre del taladro. Carreño, W.2017.

1.2.2. Bloque viajero: Está compuesto por una serie de poleas internas por donde pasa el cable de perforación, que previamente ha sido enhebrado en la corona, tal como se muestra en la figura 3, y así permitir la suspensión de las diferentes herramientas y equipos. En la parte inferior del bloque se encuentra el gancho.



Figura 3. Bloque viajero. Carreño, W.2017.

1.2.3. Gancho: Es una herramienta a la cual se conectan diferentes equipos para permitir el soporte de estos, al gancho están asociados los elevadores, que son los encargados de subir y bajar la tubería. El gancho, observado en la figura 4, está localizado en la parte baja del bloque viajero.



Figura 4. Gancho. Tomado de xwansheng.spanish.sell.everychina.com

1.2.4. Corona: Consiste en un juego de poleas instalado de la parte superior de la torre, por donde va el cable de perforación, también es la encargada de darle la movilidad al bloque viajero y soportar junto a este las cargas generadas en la operación. La figura 5 muestra la corona antes de ser ensamblada.



Figura 5. Corona. Carreño, W.2017.

1.2.5. Ancla línea muerta: El ancla línea muerta (figura 6), está compuesta por un carrete pequeño por donde se enrolla el cable y termina en un seguro que tiene internamente una media luna de cobre que junto a tornillos asegura firmemente el cable de perforación y evita cualquier desplazamiento de este.



Figura 6. Ancla de la línea muerta. Carreño, W.2017.

1.2.6. Malacate: Consiste en un cilindro, que internamente posee un carrete y en el cual se enrollan cientos de metros de cable, es el encargado de subir y bajar las herramientas por medio de los arreglos de poleas que se encuentran en la corona y el bloque viajero, también es el encargado de transmitir la potencia requerida a la mesa rotaria y los diferentes equipos de conexión de la tubería. En la figura 7 se aprecia un malacate instalado en locación.



Figura 7. Malacate. Carreño, W.2017.

1.2.7. Cable de perforación: Es un cable metálico hecho de acero mejorado, ilustrado en la figura 8, diseñado para soportar las máximas cargas esperadas en la operación, generalmente se diseña 6x19, es decir, seis torones cada uno con diecinueve líneas; un extremo va enrollado al malacate y el otro al ancla de la línea muerta, pasando por el juego de poleas de la corona y el bloque, permitiendo el izaje de los diferentes equipos, su diámetro varía de 1" a 2"; para evitar la ruptura del cable por sobretensión se debe seguir un programa de corte de cable llamado cálculo de tonelada milla.



Figura 8. Cable de perforación. Carreño, W.2017.

1.3. Sistema de rotación

Es el encargado de hacer rotar la sarta de perforación y gracias a ello la broca puede perforar el pozo desde la superficie hasta la profundidad determinada. En este sistema se encuentra el corazón del taladro, el top drive o en su defecto la kelly.

1.3.1. Ensamblaje mesa rotaria: Es un sistema sumamente resistente que en algunas operaciones hace girar la sarta de perforación, es de vital importancia ya que es la encargada de sostener la sarta de perforación o el revestimiento mediante las cuñas cuando se está haciendo conexión o desconexión de estas tuberías. Este sistema se enseña en la figura 9.



Figura 9. Mesa rotaria. Carreño, W.2017.

1.3.1.1. Sistema con kelly: Es una parte de la tubería que generalmente tiene 40 pies de largo, puede tener forma cuadrada, hexagonal o triangular y tiene como función transmitir la rotación a la sarta de perforación cuando el taladro no cuenta con top drive. El movimiento se da cuando la mesa rotaria gira y junto con ella rota el buje maestro el cual contiene la kelly, como la exhibida en la figura 10.



Figura 10. Sistema de rotación por Kelly. Carreño, W.2017.

1.3.2. Top drive: Es el corazón del taladro y es el remplazo del sistema de rotación con kelly, consiste en un motor muy potente que va colgado del bloque viajero y transmite el movimiento rotacional a la sarta, se muestra en la figura 11; tiene varias ventajas frente a la kelly, reduce el tiempo y el número de conexiones, es posible rotar la sarta mientras se va sacando lo que disminuye el riesgo de pegas y en general optimiza la perforación del pozo.



Figura 11. Top drive. Carreño, W.2017.

1.3.3. Sarta de perforación: Está compuesta por varios tipos de tubería, drill pipe, heavy weight drill pipe, drill collars, martillo, estabilizadores, etc. Como se muestra en la figura 12. Por el interior de la sarta circula el lodo de perforación, es la conexión entre la superficie y el fondo del hueco y es la encargada de transmitirle la rotación a la broca para que esta pueda perforar el pozo.



Figura 12. Sarta de perforación. Tomado de <http://www.petroleum-drilling.com/petroleum-drilling-tools/drill-pipe.html>

1.4. Sistema de circulación

Está compuesto por varios equipos y accesorios cuya función es permitir el flujo continuo del lodo de perforación, también es el encargado de retirar los recortes y sólidos que quedan en el fluido después de haber perforado y cuando este retorna a la superficie.

1.4.1. Bombas de lodo: Son las encargadas de hacer circular el lodo desde los tanques hasta la broca y de la broca nuevamente a superficie, las bombas de lodo, enseñadas en la figura 13, son el corazón del sistema de circulación y están diseñadas de tal forma que soporten la máxima presión esperada en la operación, en su interior posee tres pistones recíprocos que funcionan de manera simultánea para permitir el flujo continuo del lodo.

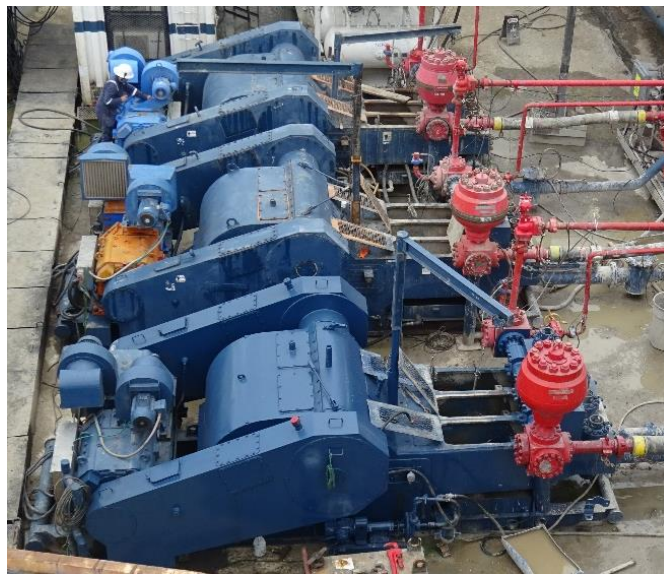


Figura 13. Bombas de lodo. Carreño, W.2017.

1.4.2. Sistema de control de sólidos: Una vez el lodo ha hecho su circuito completo y retornado a superficie se le debe tratar ya que trae los recortes y sólidos producto de la perforación, para ellos se usa un conjunto de equipos, los cuales retiran diferente tamaño de partículas suspendidas en el fluido, la configuración más común de esta serie de equipos es:

1.4.2.1. Shale shaker: Es el primer equipo de control de sólidos (figura 14), que dependiendo de la malla se puede retirar recortes de pequeño y gran tamaño, su principio de funcionamiento es la vibración y mediante esta retira los ripios que posteriormente son analizados por el geólogo para tener una mejor apreciación del subsuelo y las formaciones que se están perforando.



Figura 14. Shale shaker. Tomado de <http://www.gn-shale-shaker.com/gnzs-shale-shaker-vibration-device-for-drilling-fluids/>

1.4.2.2. Vacuum degasser: Es el encargado de retirar las pequeñas cantidades de gas presentes en el lodo cuando este se ha contaminado con el fluido hidrocarburo, únicamente se utiliza cuando se tiene certeza de que el lodo viene cortado por gas, en caso contrario el equipo permanecerá apagado. Un desgasificador instalado en el sistema de control de sólidos es presentado en la figura 15.



Figura 15. Vacuum degasser. Carreño, W.2017.

1.4.2.3. Desander: Va instalado después del desgasificador, su principio de funcionamiento es una serie de hidrociclones los cuales por medio de la fuerza centrífuga retiran las partículas, el desarenador, observado en la figura 16, es el encargado de extraer las partículas abrasivas presentes en el fluido de un tamaño entre 45 y 74 micrómetros.



Figura 16. Desander. Tomado de <http://derrick.com/products/desanders/>

1.4.2.4. Desilter: Es un equipo que va ubicado después del desander, comparte el mismo principio de funcionamiento del desarenador y tiene como objetivo retirar las partículas de tamaño arcilla (con un tamaño de 15 a 44 micrómetros) que vienen suspendidas en el fluido de perforación. En la figura 17 se aprecia un Desilter recién fabricado.



Figura 17. Desilter. Tomado de <http://www.solidscontrolsystem.com/product-item/desilter/>

1.4.2.5. Centrífuga: Es el último equipo de control de sólidos y tiene como función retirar las partículas de menor tamaño (menos de 15 micrómetros) presentes en el lodo, se debe monitorear de manera continua este proceso, ya que la centrífuga (figura 18) podría retirar la bentonita que es la encargada de viscosificar el lodo disminuyendo sus propiedades reológicas.



Figura 18. Centrífuga. Tomado de <http://www.solidscontrolsystem.com>

1.4.3. Tanques: Son estructuras de gran volumen de almacenamiento y son los encargados de contener todos los fluidos requeridos en las diferentes operaciones, como se muestra en la figura 19, se tienen varios tipos de tanque en un taladro, tanques de lodo, tanque de viaje, tanque de píldora, etc.



Figura 19. Tanques. Carreño, W.2017.

1.5. Sistema de seguridad

Es de los sistemas más importantes del taladro, ya que tiene como función principal prevenir el flujo incontrolado del pozo permitiendo así que las operaciones se desarrollen de forma segura para las personas y los equipos presentes en el taladro.

1.5.1. BOPs: Preventora de reventones por sus siglas en inglés (Blow out preventor system), es la barrera secundaria de control de pozo y es la encargada, con todos sus componentes, de controlar el pozo cuando los fluidos de formación han vencido el control primario (fluido de perforación) y esté presente un flujo incontrolado, entre sus principales elementos esta la preventora anular y los rams. Se expone un esquema de cómo se debe armar la BOP en la figura 20.



Figura 20. BOPs. Carreño, W.2017.

1.5.1.1. Preventora anular: Posee un componente de goma, el cual tiene la cualidad de hacer sello sobre cualquier forma de tubería, cilíndrica, cuadrada, triangular, etc. Incluso cerrar el pozo si no se tiene tubería en este, pero tiene una desventaja, necesita de mucho tiempo para cerrar completamente, aproximadamente 30 segundos. En la figura 21 se observa una preventora sin acoplar en la BOP.



Figura 21. Preventora anular. Carreño, W.2017.

1.5.1.2. Rams: Es un elemento tipo válvula que posee en su interior un sello, generalmente de goma, existen varios tipos de rams, el ram de tubería fija, que hace sello sobre un diámetro determinado de tubería, el ram de tubería variable, que cierra sobre varios diámetros de tubería, el ram ciego, que tiene la cualidad de cerrar cuando no hay tubería en el pozo y el ram de corte, que tiene la función de cortar la tubería y cerrar el pozo cuando ya se han agotado todos los recursos de control; en un arreglo normal se tienen varios tipos de rams (figura 22) en la misma bop.



Figura 22. Rams. Carreño, W.2017.

1.5.1.3. Kill line-HCR choke: Son las líneas responsables de la circulación y comunicación del pozo cuando se ha tenido un evento de control y se tiene cerrada la bop, mostradas en la figura 23; generalmente van ubicadas encima del lower pipe ram. La línea de matar es el camino por el cual se inyecta el lodo de matar al pozo y así controlar el influjo; la HCR tiene como función hacer circular el influjo que está en el anular del pozo, sacarlo y llevarlo al estrangulador.



Figura 23. Kill line-HCR choke. Carreño, W.2017.

1.5.2. Acumulador: La bop es un equipo que funciona por medio de fluido hidráulico, el cual permite la apertura o cierre de los diferentes componentes, este fluido hidráulico es almacenado

en el acumulador (figura 24); posee varios recipientes de forma cilíndrica o esférica y líneas de alta presión por donde circula dicho fluido cuando se requiere utilizar algún elemento o toda la bop, tiene presiones de operación entre 1500 y 3000 psi.



Figura 24. Acumulador. Carreño, W.2017.

1.5.3. Poor boy: Es un equipo fundamental cuando ocurre una arremetida de gas, ya que permite restaurar el lodo que ha salido cortado del pozo debido al contacto con el fluido hidrocarburo, internamente está constituido por una serie de platos por donde va cayendo el lodo y al contacto con estos se va separando el gas, que posteriormente sale por un canal superior para finalmente disponer de este, generalmente quemándolo. Se puede observar el Poor boy de la locación en la figura 25.



Figura 25. Poor boy. Carreño, W.2017.

1.5.4. Choke manifold: También llamado estrangulador, es una serie de válvulas tipo aguja o media luna y líneas, que en conjunto son las encargadas de redireccionar el fluido que va desde y hacia el pozo; cuando hay un evento de control, el choke, observado en la figura 26, se usa para sacar el influjo y dependiendo del método, ir inyectando el fluido de matar para restaurar las presiones en el hueco.



Figura 26. Choke manifold. Carreño, W.2017.

1.6. Sistema de potencia

Está constituido generalmente por motores de combustión interna, de los cuales se obtiene la energía necesaria para el funcionamiento de los equipos del taladro. Generalmente un taladro necesita varios motores para la generación de energía, siempre dejando uno o dos en back up en caso de tener que sacar de funcionamiento un motor, normalmente son de tipo diésel por la facilidad y economía que ofrece este combustible. En la figura 27 se aprecia un generador de energía.



Figura 27. Generadores. Carreño, W.2017.

1.6.1. Transmisión de potencia mecánica: Este tipo de transmisión consiste en una serie de poleas, piñones, cadenas y engranajes, los cuales toman la energía producida por los generadores y la transmiten a los diferentes componentes del equipo; actualmente es poco usada ya que las pérdidas de energía son bastante altas y el mantenimiento de este tipo de transmisión es bastante tediosos y costoso.

1.6.2. Transmisión de potencia eléctrica: En la actualidad, la mayoría de los equipos utilizan esta forma de transmisión, consiste en un par de motores eléctricos, los cuales reciben la potencia de los generadores diésel (figura 28) y la transmiten a un cuarto de control que es el encargado de

transferir la energía a los equipos del taladro, todo esto por medio de cables eléctricos; su mantenimiento no es tan complicado como el de la transmisión mecánica.



Figura 28. Motores diésel. Carreño, W.2017.

1.7. Inspección y auditoría

1.7.1. Inspecciones no destructivas superficiales: Mediante estas pruebas podemos verificar el estado superficial de un material inspeccionado. Los diferentes métodos para realizar una inspección superficial son:

- **VT:** inspección visual
- **DIM:** inspección dimensional
- **PT:** líquidos penetrantes (ASTM E-165)
- **MT:** partículas magnéticas (ASTM E-709)
- **ET:** electromagnetismo (ASTM E-1444)

Cada tipo de prueba tiene sus ventajas y desventajas, una de las principales limitaciones de la inspección visual y la inspección dimensional es que este tipo de pruebas detecta únicamente discontinuidades superficiales; mientras que el método de partículas magnéticas y

electromagnetismo tienen la posibilidad de detectar tanto discontinuidades superficiales como subsuperficiales, estos últimos imposibles de ver a simple vista.

1.7.2. Normas y estándares: Son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otros criterios muy precisos que se usan en forma consistente tales como reglas, directrices o definiciones de características para asegurar que los materiales, los productos, los procesos y los servicios sean apropiados para su propósito.

- **Algunas entidades**

Estas son algunas de las entidades reguladoras de la industria, con sus respectivos logos, (figura 29 a 34):

- ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE



Figura 29. Logo ANSI

- API AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE



Figura 30. Logo API

- ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS



Figura 31. Logo ASME

- ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS



Figura 32. Logo ASTM

- IADC INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DRILLING CONTRACTORS

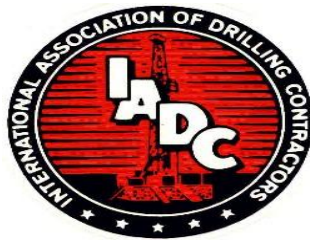


Figura 33. Logo IADC

- NACE NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS



Figura 34. Logo NACE

- **Normas y estándares para rig inspection**

Specific. 7b-11c: specification for internal-combustion reciprocating engines for oil field service

Specific. 6a: specification for well head and christmas tree equipment

Specific. 16a: specification for drill through equipment

API ESPEC. 16e: specification for design of control systems for drilling well control equipment

API RP 53: recommended practices for blow out protection equipment systems for drilling wells

API STD 53: standard practices for blow out protection equipment systems for drilling wells

API RP 54: recommended practices for safety and health for oil and gas well drilling and servicing operations

API RP 8b: recommended practice for hoisting tool inspection and maintenance procedures

API RP 9b: recommended practice on application, care and use of wire rope for oil field service

API RP 71: inspection, maintenance, repair and remanufacture of drilling equipment

API SPEC. 7k: specification for drilling and well servicing equipment

RP 500b: recommended practice for classification, of locations for electrical installations at petroleum facilities

RP 13c: recommended practice for drilling fluid processing system evaluation

RP 510: pressure vessel inspection code: maintenance, inspection, repair.

API SPEC. 4f: specification for drilling and well servicing structures

RP 4g: maintenance and use of drilling and well servicing structures

API SPECIFIC. Q1: specification for quality management system requirements for manufacturing organization for the petroleum and natural gas industry

- **Otras normas y estándares internacionales**

ANSI B1.20.1: general purpose pipe threads

ANSI B31.3: chemical plant and petroleum refinery

ASME: boiler and pressure vessel code

ASTM D-1418: practice for rubber and rubber latices-nomenclature

NACE MR 01-75: material requirements sulfide stress cracking resistant metallic materials for oilfield equipment

1.7.3. Mecanismos de desgaste en equipos

- **Por fatiga**

Puede ser iniciada en superficie o sub-superficialmente:

En sub-superficie: este desgaste se debe a la carga repetitiva que sufre el metal causando grietas en la sub-superficie del material que con el tiempo resultarán en la migración desde el interior hasta la superficie del elemento por lo que se van a ir removiendo pedazos del metal de la superficie.

Normalmente ocurre este tipo de fatiga cuando los elementos en contacto están compuestos de engranajes, dientes y rodamientos ya que la carga o esfuerzo está concentrado en un solo punto por debajo de la superficie del material, además de los constantes ciclos de alto esfuerzo que causan una flexión o deformación elástica del metal.

Iniciada en superficie: esta comienza con la reducción o pérdida de la película de lubricante, la cual disminuye hasta ser fluida, límite o mixta; entonces ocurre el contacto de metal-metal o una fricción por deslizamiento, por ello se genera daño sobre la superficie. Las partes del metal que se encuentran más elevadas son las más propensas al roce y por ello estas son las que primero se liman lo que le da al metal una apariencia de superficie mate o esmerilada.

El daño en la superficie va acompañado de una carga dinámica y cíclica de los elementos que están apoyados en la superficie por eso normalmente empieza a darse desconchamiento del material y grietas que surgen en la superficie y viajan hasta el interior de este haciendo que pequeños pedazos u hojuelas se desprendan.

- **Por corrosión**

La corrosión se genera en ambientes húmedos (generalmente agua) en donde el resultado es la pérdida o remoción de material debido a una reacción química de oxidación en la superficie del

metal. Esta reacción resulta en la disolución del metal por la presencia de un líquido eléctricamente conductivo y de alto amperaje o por debilitamiento y fractura causados por la existencia de hidrogeno; cambios en la temperatura pueden alterar los tiempos en que ocurren estas reacciones, acelerándola incluso en presencia de una película gruesa de lubricante.

Frecuentemente se genera corrosión debido a la contaminación o nivel de degradación que presente el lubricante en uso. Generalmente estos tienen en su composición inhibidores de corrosión para proteger los metales de este ataque, pero al ser un aditivo en constante y prolongado uso puede agotarse y contaminarse con agua, gases de combustión, fluidos del proceso u otros gases; es allí donde este inhibidor deja de cumplir con su función de proteger el metal y dependiendo de la acidez o basicidad del fluido puede ocurrir entonces picadura en la superficie del material (ya que es la parte expuesta a este ambiente corrosivo) inducida por corrosión.

- **Por fricción**

Se le conoce a este tipo de desgaste también como desgaste adhesivo y es en el cual, parte del material se trasfiere a la superficie del otro metal en contacto; esto ocurre debido a que el constante movimiento genera altas temperaturas, altas cargas y presiones y esto hace que las superficies entren en contacto y por decir de alguna manera, se suelden y luego se separen rápidamente haciendo que el metal se rompa en pequeñas partes.

La adhesión ocurre usualmente cuando el nivel del líquido lubricante es bajo o límite, cuando la viscosidad del lubricante (para mantener en contacto los metales) usada es la inadecuada o cuando existe desalineación, por ejemplo, en rodamientos o engranajes, por una mala instalación; cuando esto ocurre las superficies de los materiales pueden quedar rugosas, ásperas, dentadas o incluso relativamente suaves debido a la alteración del metal.

- **Por abrasión**

Se cree que el desgaste abrasivo es el más común en las máquinas pues es muy fácil que exista contaminación y debido a la rugosidad de las superficies, esta quede atrapada entre dos superficies que están en constante movimiento, lo cual puede generar cortes y daños en ambas superficies que resulten en un mal funcionamiento de los equipos.

Abrasión de tres cuerpos: ocurre cuando un contaminante duro (partícula de polvo o de desgaste), de un tamaño similar al de la película de lubricante, entra en contacto con ambas superficies en movimiento y queda comprimida contra ellas; cuando el tamaño de esta partícula es mayor al de la película de lubricante, se generan arañazos, rayaduras o ranuras en la superficie del material paralelas a la dirección del movimiento. Esto puede ser evitado mejorando la filtración, lavado y sellado para evitar el ingreso de dichas partículas.

Abrasión de dos cuerpos: esta ocurre cuando las asperezas del metal (rugosidad, picos) de una superficie penetran directamente sobre el metal de una segunda superficie, aquí no existe una partícula contaminante que este en contacto directo con ambas superficies; este desgaste se genera cuando el nivel del lubricante es mínimo o cuando la rugosidad de las superficies es excesiva. Esto puede ser evitado aumentando la dureza de las superficies, viscosificando el lubricante o realizando desmagnetización post-instalación.

- **Por cavitación**

Esta es una forma especial de erosión en donde no es necesario un contacto metal-metal ya que se produce debido a la formación de burbujas de vapor que colapsan (implotan) al pasar de una región de baja presión a una zona de alta presión en los sistemas de lubricación; estas implosiones son poderosas por lo que liberan alta energía lo que genera huecos, picaduras o desconchamiento en la superficie de los metales.

Este tipo de desgaste es muy común en bombas hidráulicas, especialmente aquellas en las cuales existen restricciones en la entrada del fluido o están operando en alturas elevadas debido al aumento de presión que representan.

- **Por impacto**

Este tipo de desgaste es causado principalmente por impacto o sobrecarga, también es conocido como deformación plástica y se puede ver en forma de incisiones, hendiduras o depresiones en la superficie del material; este tipo de daño no se puede revertir ya que la superficie del metal cede hasta tomar la forma de tipo labio dentado y posteriormente una grieta superficial (fatiga). Esta deformación se compone de tres categorías:

Sobrecarga o brinelling verdadero: se caracteriza por ser una deformación causada por impacto, choque o mala operación generando incisiones permanentes en el metal sin la presencia de cortes o soldaduras.

Dentado por partículas: es un tipo de deformación donde una partícula relativamente dura queda atrapada entre dos superficies de elementos dinámicos y la cual es sometida a un proceso de sobre-laminado. Esta fuerza causada por el constante movimiento y aplicada a la partícula genera una incisión en el elemento rodante, finalmente estas incisiones se propagan hasta convertirse en grietas mayores.

Dentado por manejo inadecuado: tiene forma similar a una hendidura, pero la causa de esta deformación resulta de dejar caer, martillar o golpear el rodamiento generando una sobrecarga en un punto específico; estas hendiduras también pudieron ser hechas con objetos duros y puntiagudos.

2 Metodología para el desarrollo de la aplicación móvil

Para hacer el desarrollo de la APP se llevará acabo la siguiente metodología:

2.1. Recopilación de información:

El proceso de desarrollo de la app se inició con una rápida verificación de los sistemas operativos existentes actualmente en el mercado, en donde se destacan los sistemas iOS y android como los principales en funcionamiento alrededor del mundo, con este proceso se encuentra que android es poseedor de cerca del 85% del mercado; finalmente se decide desarrollar la app en este sistema operativo. De igual forma, evaluando los posibles lenguajes de programación se decide implementar el lenguaje Java, de forma nativa en el sistema operativo de android para tratar de aprovechar al máximo y de manera más práctica y eficiente el hardware del dispositivo.

Conjuntamente se realizaba la revisión bibliográfica de los componentes y equipos del taladro de perforación, así como los mecanismos de desgaste que los afectan y las normas y estándares que rigen estos procesos de inspección, tales como api, ANSI y ASTM; también fue necesario revisar reportes de rig acceptance de algunas empresas para estructurar de la mejor forma la aplicación móvil. Se llega a la conclusión de trabajar con 20 componentes del taladro organizados de la siguiente manera: torre, subestructura, bloque viajero, malacate, ancla, mesa rotaria, top drive, catwalk, bombas de lodo, stand pipe, equipo de control de sólidos, tanques de lodo, motores y generadores, compresores y sistema neumático, equipo de control de pozos, acumulador, choke manifold, centro de control de motores(MCC), rectificador controlado por silicio(SCR), epp-hse, para generar un reporte detallado y confiable que optimice la operación en la locación.

2.2. Determinación de parámetros para el desarrollo de la APP

Para dar un resultado confiable se debe hacer un estudio y posterior selección de los componentes que serán evaluados y reportados mediante la aplicación ya que estos datos se

verificarán con reportes tradicionales proporcionados por parte de la compañía operadora. Se inicia el estudio de los constituyentes de un taladro de perforación, una vez identificados los principales componentes, se genera una subclasificación de los elementos que componen cada sistema, de este modo ya se determinan los parámetros a inspeccionar según las normas correspondientes para cada elemento. Así se obtiene un reporte completo de inspección del taladro, el cual se organiza de la siguiente manera.

Torre

1. Placa de identificación de la torre (en concordancia con API 4F; fabricante, licencia del fabricante, modelo, serie, capacidades de carga, psl, entre otros)
2. Inspecciones NDT categoría III y categoría IV actualizadas (documentadas y en concordancia con API RP4G)
3. Verificación de la correcta operación de todas las poleas de la corona
4. Certificación de calibración de todas las poleas, de acuerdo con el API 9B
5. La corona dispone de los bloques de madera protectores de impactos
6. Las poleas de la corona cuentan con los respectivos protectores instalados, para prevenir la salida del drilling line
7. Verificación condición de las barandas y rodapiés de la corona
8. Adecuada iluminación de la torre (todas las lámparas operativas)
9. Lámparas con eslingas de seguridad en buen estado y confiables
10. Correcta operación de la lámpara de destello de la corona (acorde al reglamento aeronáutico colombiano -rac)
11. Sistema de protección contra rayos en buen estado, bien instalado y en concordancia con la NTC-4552

12. Trabajadero de tubería y barandas en buen estado
13. Sistema de seguridad contra caída del trabajadero de tubería operativo e inspeccionado
14. Lengüeta del trabajadero, con aseguramiento secundario, ¿las eslingas son de la capacidad acorde al peso de la lengüeta?
15. Dispositivo de escape desde el trabajadero operativo, certificado y bien instalado
16. Los trinchos del trabajadero con espaciamiento de acuerdo con el tamaño de tubería y BHA a operar
17. Sistema antideslizante seguro en los trinchos del trabajadero
18. Winche del trabajadero en buen estado y probado
19. certificados de inspección NDT del trabajadero de casing
20. Cable del winche del trabajadero de tubería en buen estado
21. Condición general del trabajadero de casing
22. Trabajadero de casing de altura ajustable
23. Winche del trabajadero de casing, en buen estado
24. Cable del winche del trabajadero de casing en buen estado
25. Protección por caída libre del trabajadero de casing operativa
26. Correcta operación del sistema de protección anticolidión (twin stop, posi stop, eds, crown-0-matic)
27. Protección de seguridad para no impactar el trabajadero de tubería, operativo y probado
28. Escalera de ascenso a la torre en buen estado
29. Verificación del equipo de seguridad de subida y la línea de seguridad de la escalera de la torre
30. Verificación de la eslinga de izar la torre, en buen estado
31. Registre fecha de fabricación de la eslinga y fecha última inspección NDT

32. Verificación de los pines en buen estado e inspección NDT vigente
33. Pines instalados adecuadamente
34. Todos los pines con chaveta de seguridad instalados
35. Dispositivo de escape desde el trabajadero, correctamente instalado
36. Señales de advertencia al ascender a la torre
37. Revisión general de pines, pernos y tuercas aseguradas en el mástil (programa drops)
38. Verificación string up correcto del cable conforme corresponde al arreglo de las poleas de la corona (que no existan líneas cruzadas)
39. Se verifico que no existieran piezas sueltas u o elementos susceptibles de caer desde el mástil
40. Se verifico e inspeccionó ángulos, vigas ,ríeles, guías, correderas, contrapesas, soldaduras, puntos críticos donde mayor fricción tiene el cable de perforación, puntos de apoyo de rodamientos de las poleas, holgura entre pernos y agujeros (desgastes), corrosión, fisuras, calentamientos anormales o golpes
41. Se verificó adecuada condición del soporte del service loop del top orive
42. Anclaje de los retráctiles para ascenso a la corona y el área del trabajadero de tubería, inspeccionados y certificados para 5.000 lbs
43. Verificación de uso de tuercas de seguridad en soportes de la reaction beam del top orive
44. Pintura superior de la torre, en concordancia con el RAC
45. ¿Se observa alguna modificación al diseño original de la torre, está debidamente documentado el cambio?

Subestructura

1. Placa de identificación de la subestructura (en concordancia con API 4F, fabricante, # de licencia, modelo, serie, capacidades de carga, psl, entre otros)

2. Inspecciones NDT categoría III y categoría IV actualizadas (documentadas y en concordancia con API RP4G)
3. Todos los elementos estructurales de la subestructura instalados
4. El área debajo del malacate dispone de rejilla de seguridad para prevención de caída de objetos al contrapozo
5. Instalaciones eléctricas tipo XP y en buenas condiciones
6. Lámparas de la subestructura tipo XP, en buen estado
7. Lámparas con eslingas de seguridad en buen estado y confiables
8. Plataforma para el nipple up de las BOPs seguro, con barandas en buen estado
9. Retráctiles certificados y probados
10. Soportes de los retractiles inspeccionados y certificados para 5.000 lbs
11. Verificación de correcta instalación de los pines, todos con su respectiva chaveta de seguridad
12. ¿Todos los pasadores de la subestructura disponen de inspección NDT vigente?
13. Revisión general de pines, pernos y tuercas. Aseguradas en la subestructura (programa drops)
14. Verificar que no existieran piezas sueltas u o elementos susceptibles de caer desde la subestructura (programa drops)
15. Verificar condición de ángulos, vigas, rieles, guías, contrapesas, soldaduras, holguras entre pernos y agujeros (desgastes), corrosión, fisuras, calentamientos anormales o golpes
16. Se dispone de rejilla de seguridad en buen estado, en el área del contrapozo
17. ¿Se dispone de las bandejas ecológicas o sistema de descarga de lodo, al tanque flow line?
18. Condición general del BOP handling system
19. Inspección NDT vigente del sistema de izaje del stack de BOPs

20. Verificación de registros de mantenimiento de los winches de izar las BOP's, sus rodillos, operadores remotos y rieles
21. Verificar correcta operación del sistema hidráulico para levantar la subestructura (válvula de control, mangueras, acoples, cilindros hidráulicos sin fugas ni ruidos anormales)
22. Verificar correcta operación de la hpu requerida para operar los cilindros hidráulicos de levantar la torre (se debe contar con dos bombas hidráulicas, una de accionamiento eléctrica y una de accionamiento con motor diésel)

Bloque viajero

1. Marca y tipo de bloque viajero
2. Verificar registros de inspección NDT categoría II y categoría IV vigentes
3. Verificar registros de mantenimiento recientes
4. Verificar PSL del bloque viajero, concordante con el PSL de la corona
5. Verificar condición general de las poleas
6. Verificar ajustes de los rodamientos, mediante prueba de rodadura y bamboleo
7. Guardas de seguridad en buenas condiciones y bien aseguradas
8. Verificar que todas las tuercas y pasadores dispongan de adecuado aseguramiento secundario
9. Verificar estado de las graseras y líneas de lubricación, asegurando que todos los rodamientos reciban la grasa
10. Placa del bloque instalada en su cuerpo
11. Verificar correcta operación del tope superior de carrera y tope inferior de carrera
12. Verificar adecuada operación del seguro de giro del gancho “perro”
13. Verificar que el gancho esta adecuadamente centrado con respecto a la mesa rotaria
14. Verificó correcta posición del bloque viajero respecto del top drive

15. La torre cuenta con dispositivo para colgar el bloque viajero
16. Verificar correcto string up del drilling line

Malacate

1. Verificar certificados de inspección categoría III y categoría IV vigentes, del malacate y su sistema de frenos
2. Verificar registros recientes del mantenimiento preventivo del malacate y record de horas, desde el ultimo overhaul
3. Verificar adecuado diámetro del tambor del malacate
4. Verificar condición de desgaste del drum jacket
5. Verificar juego radial de los rodamientos
6. Verificar juego axial de los rodamientos principales
7. Verificar adecuada condición de todas las guardas de seguridad
8. Verificar condición de operación del clutch de alta y clutch de baja
9. Verificar correcto suministro de aire al malacate (120 psi)
10. Verificar condición de la transmisión de potencia por cadena (cadenas de transmisión, sprockets, cuñas, ejes, rodamientos, palancas)
11. Verificar condición del sistema de freno de bandas y los rim brakes
12. Verificar condición del sistema de freno de emergencia (crown-0- matic, posi stop, twin stop, eds o equivalente)
13. Verificar la condición de las áreas de circulación en torno del malacate
14. Verificar correcta alineación de los motores eléctricos de tracción, con el eje de entrada de potencia del malacate

15. Efectuar revisión interna a los motores eléctricos de tracción del malacate (bobinas de campo, rotor, colector, porta escobillas, escobillas, cableado en general)
16. Verificar los puntos de bloqueo de los motores eléctricos de tracción del malacate
17. Verificar instalación a tierra de los motores de tracción y los blowers
18. Verificar correcta operación de los motores de tracción del malacate
19. Verificar correcta operación de los blowers de los motores de D.C.
20. Verificar correcta operación del sistema de lubricación del malacate
21. Verificar correcta operación de todos los puntos de lubricación
22. Realizar giro en los dos sentidos del tambor, sin ruidos, temperaturas o vibraciones anormales
23. Verificar correcta operación de todos los mandos de la consola del perforador
24. Verificar correcta operación de toda la instrumentación del malacate; ésta debe estar certificada por parte de un instrumentista idóneo
25. Verificar condición del set de rollers de caucho y los kickers
26. Verificar condición del drilling line, de acuerdo con API RP9B
27. Verificar condición de los wear plates
28. Verificar adecuado anclaje del drilling line al drum del malacate
29. Probar las diferentes asignaciones del malacate con el SCR1, SCR2, SCR3, en las posiciones drilling.
30. Probar el shut down del malacate desde la consola del perforador
31. Verificar adecuada operación de los mandos de la transmisión del malacate Low·Low, Low·High, High·High .
32. Verificar adecuada operación de los cat heads
33. Verificar adecuada instalación del freno auxiliar Elmagco Baylor o Eaton

34. Verificar correcta operación del freno auxiliar, con el peso de la polea viajera y del top orive
35. Verificar adecuado arrollamiento del drilling line sobre el tambor del malacate

Ancla

1. Inspección NDT categoría III y categoría IV, vigentes
2. Condición general de la estructura del ancla
3. Condición de todos los pernos y tuercas del ancla
4. Condición de ajuste de todas las tuercas
5. Cable de perforación bien instalado
6. La celda de transmisión está operativa
7. Condición de los bronces del ancla
8. El gap de la celda es correcto
9. Condición general de la celda de tensión (garrapata)
10. Chavetas de seguridad de pasador superior e inferior en su lugar
11. Manguera y celda sin fugas de aceite hidráulico
12. Condición del rodamiento central del ancla
13. Guarda protectora sobre el tambor del ancla
14. Registros de último mantenimiento del ancla

Mesa rotaria

1. Verificar inspección NDT categoría III y categoría IV, vigentes
2. Condición general de la mesa rotaria a área aledaña
3. Condición de todos los pernos, tuercas y pasadores de la mesa
4. Condición general del aceite y engrase de la mesa rotaria
5. Operación sin ruidos anormales ni vibraciones de la mesa

6. Nivelación y adecuado soporte de la masa
7. Condición del backlash de la transmisión de la mesa
8. Condición de la transmisión de potencia hacia la mesa
9. Piso antideslizante en torno de la mesa
10. Áreas de la mesa libres de agujeros, puntos de tropiezo o superficies lisas
11. Reportes de los últimos mantenimientos, en orden
12. La operación hacia la derecha y en reversa es normal
13. Los seguros "perros" están plenamente operativos
14. Barandas de seguridad con rodapiés, acordes a la RES. 01409 y sin cargas externas
15. Barandas con seguros para prevenir su eventual caída
16. Bolsillos de las barandas sin corrosión, sin fisuras, que permitan adecuada estabilidad a las barandas
17. Verificar disponibilidad de los tres juegos de insert bowls (#1, 2 y 3), para el master bushing
18. Verificar condición e inspecciones NDT del master bushing de la rotaría
19. Verificar condición del economizador de lodo (mud bucket)de acuerdo al diámetro de la tubería que se utilizará

Top drive

1. Verificar registros de inspecciones NDT categoría III y categoría IV
2. Verificar dossier del top drive y los registros de mantenimientos preventivo
3. El PSL del top drive, es acorde a las exigencias del pozo
4. Rotación a la derecha e izquierda
5. Sacar y meter los links (link tilt)
6. Prueba del sistema de flotación (float)

7. Abrir y cerrar la lower well control valve hidráulica
8. Prueba de rotación del tornamesa a derecha e izquierda
9. Prueba de correcta operación del seguro del tornamesa
10. Prueba de abrir y cerrar mordazas del pipe handler
11. Verificar que se disponga de los juegos de link para operar, para operaciones de corrida, de revestimiento y cementación
12. Prueba de correcta operación de la grabber sobre un tool joint de 6 3/4 Od
13. Verificó correcta operación del wash pipe
14. Prueba del sistema de freno de disco del motor eléctrico, sin fugas de hidráulico.
15. Probar sistema counter balance al realizar la conexión
16. Verificar adecuado stock de saber subs de repuesto para el top drive
17. Probar recorrido a lo largo de la torre sin ninguna interferencia con el trabajadero ni otro elemento
18. Verificar correcto ajuste entra la manguera del stand pipe y el gooseneck
19. Verificar temperaturas de operación del gearbox
20. Verificar correcta operación de todos los mandos y los dos shut downs de la consola
21. Verificar presión de precarga de los acumuladores de presión del top drive
22. Verificar correcta operación de todas las electroválvulas del sistema robótico
23. Equipo sin fugas de aceite
24. Equipo sin ruidos ni vibraciones anormales
25. Condición de los motores principales
26. Correcto funcionamiento del blower
27. Presión de aceite de lubricación normal (80psi)

28. Presiones del sistema hidráulico normales (2200 psi)
29. Instrumentación en buen estado y funcionando (verificar indicador de torque e indicador de rpm's)
30. Condición del service loop eléctrico
31. Condición del loop hidráulico
32. Verificar adecuado amarre de los services loop
33. Verificación de que todos los tornillos estén asegurados con alambre de seguridad
34. Guardas de seguridad de partes móviles adecuadas
35. Verificar condición XP del sistema eléctrico del top drive
36. Sistema de puesta a tierra instalado adecuadamente y en concordancia con el retie
37. Señalización de seguridad adecuada, legible y suficiente
38. Verificar correcta operación de las dos unidades hidráulicas (hpu#1 y #2)
39. Verificar correcta operación del breaker del top drive
40. Correcta operación del vfd del top drive
41. El vfd dispone de deshumidificador
42. Correcta operación del sistema de refrigeración del vfd
43. Condición de los cables de potencia y control, desde el vfd hasta el top drive
44. Condición de la caseta del vfd (ordenada, aseada. Sin goteras, chapa antipánico y cierre automático)
45. Verificar correcta alineación del top drive, con el centro del pozo, de acuerdo con el API 8C
46. Realizar inspección drop's, antes de operar al top drive
47. Verificar correcta operación de todas las protecciones del top drive

Catwalk

1. Verificar inspecciones NDT categoría III y categoría IV, vigentes
2. Verificar el dossier con toda la información técnica y los registros de mantenimiento de la puldm
3. Condición general de la puldm
4. Condición de orden y aseo de la unidad
5. Condición de ajuste de todos los pasadores y tuercas de la puldm
6. Verificar normal operación de la unidad, desde el operador remoto
7. Verificar normal operación de la unidad, desde el panel de control, en el piso
8. Probar los tres (3) shut de la unidad
9. Verificar que, en cada cuadrilla, se disponga de personal capacitado para la operación de la puldm
10. Realizar pruebas de carga de la unidad, con diferentes herramientas de perforación
11. ¿El personal conoce los límites técnicos de la puldm?
12. La puldm, cuenta con todas las guardas de seguridad instaladas
13. La unidad se encuentra debidamente aterrizada
14. El área de caída de objetos en torno de la puldm se encuentra debidamente aislada
15. El sistema eléctrico de la puldm es a prueba de explosión
16. Verificar condición del cable o la cadena de tracción del skate
17. Verificar operación sin fugas, vibraciones ni ruidos anormales
18. Verificar adecuado stock de repuestos en bodega, para la puldm
19. Verificar adecuada operación de los pipes racks hidráulicos

Bombas de lodo

1. Adecuado soporte de los skids y nivelación correcta
2. ¿El área de circulación en derredor de las bombas es seguro?
3. Encendido automático centrifuga de precarga
4. Encendido automático centrifuga de refrigeración de pistones
5. Bandeja o dique ecológico disponible
6. Verificar eficiencia sistema de refrigeración de pistones
7. Verificar nivel y temperatura del agua de refrigeración de pistones adecuado
8. Verificar encendido automático de la bomba de lubricación de la transmisión
9. Verificar precarga dámper de descarga
10. Precarga dámper de succión
11. Condición filtros de succión y descarga
12. Condición de las reset relief valves; ajustadas de acuerdo con el diámetro de los liners
13. Condición líneas de descarga de 2"
14. Tuercas y pernos de acuerdo con API 6A y RP 54
15. Condición de los power end
16. Condición de los desfuegos (respiraderos) de los power end de las bombas
17. ¿El nivel y aspecto del aceite del power end, es bueno?
18. Condición de los fluid end y sus componentes (liners, pistones, asientos, válvulas, resortes, insertos, ejes de pistón, grapas y extensión rods, entre otros)
19. Condición guardas de seguridad
20. Guayas de seguridad correctamente construidas e instaladas
21. Instrumentación de la bomba operativa y certificada

22. Fugas de aceite u otros fluidos
23. Prueba hidrostática a baja presión (300 a 500 psi.), circulando al tanque de succión
24. Prueba hidrostática a alta presión (1.500, 3.000 psi y 4.500 psi.) De acuerdo con el diámetro de los liners
25. Verificar condición vibrator hoses
26. Verificar integridad de las líneas de succión
27. Condición del stand pipe de descarga de las bombas de lodo
28. Correcto anclaje de líneas de descarga de 2"
29. Inclinación de las líneas de descarga hacia los tanques de lodo (tipo self drain)
30. Estanqueidad y aseguramiento de las líneas de descarga de 3" (desde la relief valve hacia los tanques de lodo)
31. Condición de las gate valves de 2" y 5" del manifold de descarga de las bombas
32. Sistema de puesta a tierra de cada bomba de lodo
33. Condición general de los motores eléctricos de la bomba
34. Operación sin ruidos, sobrecalentamientos ni vibraciones anormales
35. Iluminación adecuada del área
36. Información técnica disponible en el equipo (manuales de servicio, operación y mantenimiento)
37. Válvula de drenaje de condensados en el cárter del power end
38. Registros recientes de calibración de los rodamientos y ajuste de los cross heads
39. Registros recientes de inspección NDT de las partes del fluid end de las bombas
40. Verificar sistema de levante de partes de los fluid end deben contar con inspección NDT vigente

41. Verificar condición de la herramienta utilizada para cambio de pistones, asientos y liners entre otros
42. Correas de transmisión de potencia en buen estado
43. Verificar correcta operación de las centrífugas de precarga de las bombas de lodo
44. Se dispone de manifold de succión, que permita alimentar las bombas con cualquiera de las centrífugas de precarga
45. Se realizó prueba de circulación con las bombas, a través de choke manual, para confirmar capacidad de bombeo de cada una de ellas

Stand pipe

1. Inspección NDT categoría III y categoría IV, vigentes (NDT con luz negra y ultrasonido)
2. Verificar registros de inspección NDT y últimos mantenimientos realizados a válvulas y uniones de golpe del stand pipe
3. Verificar condición general del stand pipe
4. Stand pipe sin fugas de ningún tipo
5. Condición de todos los vibrator hoses y rotary hoses
6. Inspección NDT de los vibrator hoses y rotary hoses (inspección visual, ndt a las áreas terminales, boroscopia, prueba hidrostática a la w.p)
7. El stand pipe se encuentra anclado de manera adecuada (anclajes máximos cada 25 ft.)
8. Verificar que las uniones de golpe y demás accesorios del stand pipe, soporten presiones iguales o mayores a la w.p del stand pipe
9. El código de colores está establecido (cada unión de golpe, con los colores definidos internacionalmente, de acuerdo con la figura de cada unión)
10. Las uniones de golpe cuentan con guayas anti-látigo debidamente instaladas

11. ¿Hay algún accesorio del stand pipe home made?
12. ¿La línea del stand pipe es de tipo smlss?
13. Se dispone de gate valve antes y después de cada vibrator hose de salida do las bombas do lodo
14. La línea del stand pipe está pintada de rojo y señalizada

Equipo de control de sólidos

1. Verificar registros de mantenimiento e inspección de las shakers
2. Verificar condición general de cada shaker (sin corrosión, plenamente operativas, bien niveladas)
3. Verificar orden y limpieza generales del área de las shakers
4. Verificar condición XP de toda la instalación eléctrica de las shakers
5. ¿Las compuertas del circuito de lodo están plenamente operativas?
6. Verificar adecuada operación de sistemas de inclinación de canastas
7. Verifica condición de todos los empaques y sellos de las shale shakers
8. Verificar adecuada instalación y ajuste de las mallas de cada shaker
9. Verificar adecuada instalación del spt en cada una de las shakers
10. Verificar adecuado ajuste de los motores vibradores
11. Verificar correcto sentido de giro de los motores vibradores de las shakers
12. Verificar las unidades de aceleración “g”, en cada una de las shakers
13. Verificar condición de los resortes o los Rubbert Mounts de cada canasta
14. Verificar ventilación adecuada en el área de las shakers
15. Verificar protección de las aberturas de las bandejas de descarga
16. Verificar adecuada operación de los desviadores de flujo hacia cada shaker

17. Verificar que el sand trap, se encuentre limpio y disponga de compuerta adecuada para su limpieza
18. Iluminación tipo XP disponible (clase I div.I)
19. Provisión de iluminación adecuada (mínimo 150 lux)
20. ¿El área de trabajo segura, libre de puntos de tropiezo o de caídas?
21. El área de trabajo segura, con cubierta, con barandas de seguridad, ¿rodapiés?
22. Área de circulación en torno de las shakers, segura, pisos en buen estado, sin huecos, ¿ni puntos de tropiezo?
23. ¿El possum belly cuenta con suficiente capacidad para manejar el caudal máximo del pozo?
24. ¿El possum belly cuenta con boquillas para mejorar prevenir decantación de sólidos?
25. Verificar sistema de bloqueo de las shakers (emn)
26. Se realizó prueba operativa de cada uno de los embudos, para verificar su desempeño
27. Verificar estanqueidad en las líneas de suministro y retorno de lodo del desander y del desilter
28. Verificar condición de la shaker del mud cleaner
29. Verificar condición de los conos del desander
30. Verificar condición de los conos del desilter
31. Verificar adecuada operación del mud cleaner

Tanques de lodo

1. Inspección NDT cat. III y cat IV, vigentes (inspección de espesores de pared, con ultrasonido, a paredes del tanque y líneas de circulación)
2. Condición general de los tanques (capacidad, versatilidad, orden, aseo del área)
3. Condición de todas las líneas de circulación

4. Condición de las válvulas de control de flujo (válv. Mariposa, válvulas submarinas, válvulas de cortina)
5. Verificar capacidad de la canal de circulación, acorde al máximo volumen de lodo
6. Verificar que todos los artefactos eléctricos, se encuentren debidamente conectados al spt, tal como lo establece el retie
7. Sistema eléctrico XP, acorde al API RP500
8. Condición general del sistema de iluminación acorde con API RP500 y retilap
9. ¿Hay un dispositivo para bloquear la fuente de poder de los agitadores en caso de que se deba entrar a los compartimientos de los tanques?
10. Condición de todos los sellos de caucho, de compuertas, acoples entre tanques, líneas de circulación entre otros
11. ¿Se realizó prueba de estanqueidad de los tanques de lodo?
12. Verificar condición general de los techos de los tanques
13. ¿Las líneas de vida se encuentran debidamente instaladas?
14. Guardas de seguridad debidamente instaladas, sobre acoples de agitadores, ventiladores de motores eléctricos, correas y centrifugas
15. Áreas de circulación seguras, sin huecos, despejadas, ¿demarcadas?
16. Barandas de al menos 1.00 mts. De altura y resistencia superior a 200 lbs. ¿de carga lateral?
17. Barandas de seguridad libres de carga
18. Barandas de seguridad con sus respectivos rodapiés
19. Se dispone de compuerta de acceso a cada compartimiento, con su respectiva escalera
20. ¿Las compuertas de acceso se encuentran debidamente identificadas?
21. Verificar integridad de las centrifugas de lodo en general

22. Verificar operación de centrifugas y motores eléctricos, sin ruidos ni vibraciones anormales
23. El diseño de los tanques es acorde al API 13C (en cascada)
24. ¿Las líneas de succión de las bombas de lodo cuentan con manifold que permita utilizarlas de manera selectiva?
25. Los agitadores se encuentran bien ubicados y anclados
26. ¿Todos los compartimientos cuentan con suficiente agitación?
27. Verificar adecuada operación de todos los agitadores
28. El sistema de circulación cuenta con pistolas de agitación suficientes
29. ¿Se realizó prueba de las pistolas de agitación?
30. El sistema de circulación permite realizar de manera eficiente, el circuito corto
31. Las escaleras de acceso a los tanques son seguras, ¿ergonómicas?
32. ¿Señalización para uso de los epp, se encuentra instalada?
33. ¿Se dispone de estación lava ojos a máximo 10 segundos del área de riesgo?
34. Verificar condición operativa del lavaojos
35. El acceso al área del lavaojos está despejado, ¿es segura?
36. ¿Lava ojos aseado y con agua limpia?

Motores y generadores

1. Orden y limpieza general del área
2. Adecuada iluminación del área (mínimo 150 lux)
3. Sistema de alumbrado de emergencia disponible
4. Provisión de iluminación aprobada para la locación. Clase I div. II.
5. Guardas de seguridad para partes en movimiento y térmicas instaladas
6. Sistema de puesta a tierra acorde al retie

7. Verificar horas de operación desde el último overhaul a los motores y generadores
8. Verificar registros de mantenimiento de motores, generadores y sistema eléctrico
9. Motores diésel sin fugas de aceite, combustible, gases calientes
10. Motores diésel y generadores sin vibraciones, sobre temperaturas ni ruidos anormales
11. Verificar adecuada alineación de generadores y motores diésel
12. ¿Todos los instrumentos del panel de control de cada motor y generador, operativos?
13. ¿Los shut downs locales y remotos, se encuentran bien identificados?
14. ¿Los shut downs locales y remotos, fueron probados?
15. ¿Adecuada señalización del área, acorde al reite y la NTC-2050?
16. Señalas visibles de “requisito de protección auditiva”
17. ¿Generadores insonorizados?
18. Puertas de acceso bien sujetas, con pasadores
19. Puertas de ingreso al área de generadores libres de obstrucciones
20. ¿Áreas de circulación seguras, demarcadas?
21. Extintores de CO2 disponibles en el área
22. ¿Adecuada ubicación de los extintores, el acceso es seguro?
23. ¿Motores diésel con flash arrestor en los escapes?
24. Motores diésel ubicados a más de 100 ft. ¿del contrapozo?
25. ¿Cableado eléctrico en buenas condiciones?
26. Cables eléctricos para voltaje superior al de los generadores
27. Salidas eléctricas fuera de uso cubiertas
28. ¿Todos los cables eléctricos debidamente identificados, demarcan el voltaje que manejan?
29. Hay cables eléctricos energizados, tendidos por el suelo

30. ¿Se observan cables de potencia eléctrica empalmados?
31. Empalmes en cables no.12 o mayor para servicio pesado con aislamiento, protección de funda externa y características de uso del cable original
32. Generadores de A.C. con todas sus tapas, bien aseguradas
33. Todos los plugs y receptacles, en buen estado
34. Realizar tomografía de los plugs y receptacles, con carga, para verificar si hay puntos calientes
35. Área de generadores libre de filtraciones o goteras
36. ¿Se dispone de la estación de lock out y tag out?
37. ¿Se dispone de procedimiento para lock out y tag out? Verificar
38. ¿A todos los breakers y gabinetes, se les puede bloquear y etiquetar?
39. ¿Se dispone de protección térmica ignífuga, sobre los silenciadores de motores diésel?
40. ¿Se dispone de tapete dieléctrico frente a los tableros de control de generadores?
41. ¿Se cuenta con generador de back up?
42. ¿Manguera de agua para limpieza del área, alejada del área del generador?
43. ¿Los electricistas disponen del reglamentario carnet del conte?
44. ¿Los electricistas disponen de capacitación en la norma NFPA 70E?
45. ¿Se realizó prueba en vacío con cada generador?
46. ¿Se realizó prueba de carga a cada generador de A.C.?

Compresores y sistema neumático

1. Verificar registros de inspección NDT cat. III y cat. IV , vigentes, para los tanques de aire
2. Verificar registros de mantenimiento de todos los compresores, incluido el cool star y el secador de aire
3. Verificar orden y aseo en el área de compresores

4. Verificar condición de las áreas de circulación
5. Verificar que todos los tanques de aire dispongan de relief valve, acorde a su tamaño
6. Verificar que las relief valves, no estén pintadas
7. Verificar que la descarga de las relief valves, no afecten personas u otros equipos
8. Verificar los tags de calibración de las relief valves de los tanques de aire (vigencia máxima de un año)
9. Verificar que todos los tanques de aire tengan la placa de certificación ASME sección VIII
10. Verificar adecuada nivelación e instalación de cada compresor (tornillos soporte, bien ajustados)
11. Verificar aplicación del código de colores, en las instalaciones del sistema neumático
12. Verificar adecuada señalización de los tanques y líneas neumáticas
13. Verificar adecuado aterrizaje de los motores eléctricos de los compresores, acorde con el retie
14. Verificar adecuada señalización del equipo eléctrico, de acuerdo con la NTC-2050
15. Verificar adecuada operación de las check valves, en la descarga de cada compresor
16. Verificar que cada tanque de aire disponga de válvula de corte de aire tanto a la entrada como a la salida de este
17. Verificar condición general de guardas de seguridad para partes en movimiento y guardas térmicas del manifold de descarga
18. Verificar condición del aceite sintético de cada compresor
19. Verificar correcta operación del panel de control y todos sus instrumentos
20. Verificar adecuada operación de los shut downs de cada compresor y del secador de aire del equipo
21. Verificar adecuada iluminación del área de compresores (mínimo 150 lux)

22. Verificar operación de cada compresor y del secador de aire, en vacío y con carga, sin fugas, ruidos, vibraciones o temperaturas anormales
23. ¿Se dispone de un compresor de back up, capacitado para sostener la demanda de aire de taladro?
24. Verificar normal operación del sistema neumático con todo el equipo operativo
25. Verificar adecuado stock de repuestos en bodega del equipo, para los compresores y secador de aire

Equipos para control de pozos

1. Capacidad del stack de BOP's, acorde con el proyecto (tamaño, presión, tipo de lodo, presencia de h₂s, presencia de gas)
2. Certificación de todo el stack de bop's vigente y en concordancia con API SPECIFIC. 6A y API 16^a
3. Verificar registros de mantenimiento del stack de BOP's
4. Certificación de todos los rams en concordancia con el tamaño de tubería a utilizar
5. Tipo de packing unit y certificación de este
6. Verificar adecuado stock y almacenamiento de los side door, top seals, packing units y seal kits, para el stack de BOP's
7. Verificar adecuada instalación del stack de BOP's
8. Verificar adecuada estabilización del stack de BOP's
9. Verificar fecha de última prueba del stack de BOP's, kill line y choke line
10. Verificar que todo el stack de BOP's esté en condiciones operativas (sin fugas, con todos los pernos b7 y tuercas 2h bien instaladas, bridas bien ajustadas, orden y aseo del área)
11. ¿Todas las líneas hidráulicas que llegan a la BOP son ignífugas?

12. ¿Todas las líneas hidráulicas están conectadas?
13. ¿Las líneas hidráulicas que no están en uso disponen de su respectivo tapón?
14. ¿Los volantes para operación manual de las BOP's se encuentran instalados?
15. Se dispone de parrilla de trabajo y retráctiles para el montaje seguro del stack de BOP's
16. ¿Se dispone de pipe wipers para prevenir la eventual caída de objetos al pozo?
17. El choke line registra restricción alguna al flujo normal
18. ¿Los pernos utilizados en el kill line como en el choke line, son b7 y tuercas 2h?
19. Todas las válvulas del kill line y del choke line, cuentan con registro de inspección NDT categ.

IV vigente

20. Todas las válvulas del kill line y del choke line, tienen instalados sus volantes
21. ¿La choke hose y kill line hose, cumplen con especificación API 7K? (certificación del fabricante, fecha fabricación, w.p., test pressure)
22. ¿La kill line hose y choke line hose, disponen de adecuada guaya anti-látigo?
23. Los radios de giro de la kill line hose y choke line hose, son suaves (en concordancia con la recomendación del fabricante)
24. ¿Todas las válvulas y accesorios utilizados en el kill line y choke line, con para el rating de presión igual o superior al del stack de BOP 's?
25. La kill line y choke line hoses, cuentan con certificación reciente (inspección visual, inspección NDT en áreas terminales, otoscope, prueba hidrostática a la w.p.)
26. ¿En el equipo se cuenta con la herramienta para aplicar el plastic packing a las gate valves del kill line y choke line?

Acumulador

1. Verificó que el acumulador tuviera la bandeja ecológica

2. ¿Verificación de la condición correcta de todas las guardas de seguridad sobre elementos rotativos o en movimiento?
3. ¿El acumulador registra fugas de aceite o aire?
4. ¿Verificó que el acumulador tuviera la capacidad suficiente para operar las BOP's tipo rams y el preventor anular?
5. ¿La instrumentación del acumulador fue verificada por parte de un instrumentista idóneo?
6. ¿Los manómetros patrón, cuentan con calibración vigente?
7. ¿La presión de precarga de las botellas del acumulador se encuentra entre 950 y 1.047 psi?
8. Verificó adecuada operación de las bombas neumáticas
9. ¿Las bombas neumáticas disponen de strainers en la succión y check valve en la descarga?
10. Verificó adecuada operación de la bomba triplex eléctrica
11. ¿La bomba eléctrica dispone de strainer en la succión y check valve en la descarga?
12. ¿Verificó correcta operación del motor eléctrico de 25hp, que acciona la bomba triplex?
13. ¿Verificó capacidad de sistema neumático, para sostener la operación de las bombas neumáticas?
14. Verificó el libre acceso hacia el acumulador
15. Tiempo para llegar de 0 a 3.000 psi. Con las bombas neumáticas
16. Tiempo para llegar de 0 a 3.000 psi. Con la bomba eléctrica
17. Tiempo para llegar de 0 a 3.000 psi. Con las bombas neumáticas y la bomba eléctrica
18. Bombas neumáticas arrancan a 2.500 psi.
19. La bomba eléctrica arranca a 2.750 psi.
20. ¿El tanque de aceite dispone de visor de nivel?
21. ¿El aceite del acumulador está limpio?

22. ¿El regulador manual para el manifold está operando correctamente?
23. ¿El regulador de presión trl-5 para el preventor anular, está operando bien?
24. ¿El acumulador dispone de doble válvula de seguridad?
25. La válvula de seguridad del acumulador está ajustada a 3.350 psi.
26. La válvula de seguridad del manifold del está ajustada a 3.300 psi.
27. El acumulador dispone de alarma por bajo nivel de aceite en el tanque, de tipo lumínica y sonora
28. ¿El acumulador dispone de alarma por baja presión de aceite, de tipo lumínica y sonora?
29. ¿La válvula de by-pass del manifold, está operativa?
30. Los registros de inspección NDT de las botellas del acumulador y del manifold, están vigentes y disponibles en el equipo
31. ¿La última prueba hidrostática de las botellas del acumulador tiene cinco o más años?
32. La señalización de seguridad del acumulador es adecuada
33. ¿Las válvulas selectoras de cuatro vías, tres posiciones del manifold, registran fuga?
34. ¿La válvula de cuatro vías, tres posiciones, de operar los blind rams, está cubierta para prevenir su accidental acción?
35. ¿Las mangueras del acumulador a la BOP son de tipo ignífugo?
36. ¿El operador remoto ubicado en la casa del perro se encuentra operativo?
37. ¿En el remoto del acumulador se pueden visualizar todas las presiones del acumulador?
38. ¿Se realizó prueba operativa del acumulador, utilizando el stum test (prueba off line), alineado con el stack de BOP 's, para verificar eficiencia hidráulica y comprobar que no hay fugas?
39. Se dispone de extintor de incendios apropiado en el área del acumulador, acorde al volumen de aceite almacenado

40. ¿La señalización de seguridad del acumulador está en concordancia con el sistema globalmente armonizado?

41. ¿Hay señales de advertencia visibles, de operación automática del acumulador?

Choke manifold

1. Certificación de todo el choke manifold vigente y en concordancia con API SPECIFIC 6A, API 16A, RP-53, RP54
2. Verificar registros del último mantenimiento realizado al choke manifold
3. Verificar operación suave de todas y cada una de las válvulas del choke manifold
4. Verificar registros de la última inspección NDT categ. IV, realizada al choke manifold, registrar fecha
5. Verificar registros de la última inspección NDT categ. III, realizada al choke manifold, registrar fecha
6. Verificar adecuado stock de repuestos para las gate valves, los chokes y operador remoto del choke
7. Verificar adecuada instalación del choke manifold (anclaje con grapas de seguridad integrales, al skid, aseguradas con tornillos grado 8)
8. Verificar fecha de última prueba del choke manifold
9. Verificar adecuada apertura y cierre de cada uno de los chokes
10. Verificar último registro de revisión de la instrumentación del choke manifold y del operador remoto del choke hidráulico
11. Los manómetros para indicar drill pipe pressure y casing pressure, deben tener carátula de 6” y subdivisiones de 20 psi
12. Los pernos utilizados en el choke manifold, son b7 y tuercas 2h

13. Todas las válvulas del choke manifold, tienen instalados sus volantes
14. ¿Todas las válvulas del choke manifold, están marcadas y se identifica si están abiertas o cerradas claramente?
15. La panic line registra algún estrangulamiento en su trayecto
16. ¿La salida de la panic line es recta?
17. ¿Todas las válvulas y accesorios utilizados en el choke manifold, son para el rating de presión igual o superior al del stack de BOP's?
18. ¿Las válvulas y chokes, son del mismo psi?
19. ¿En el equipo se cuenta con la herramienta para aplicar el plastic packing a las gate valves del choke manifold?
20. Se dispone de certificación vigente ASME sección VIII de la vasija poor boy
21. Fecha de última inspección NDT del poor boy
22. ¿El diseño e instalación del poor boy, cumple con la especific. API 12J?
23. El poor boy dispone de relief valve?
24. ¿La línea de venteo es de diámetro acorde al volumen de gas a quemar?
25. ¿La línea de venteo registra pocas curvas?
26. ¿La línea de venteo se encuentra debidamente anclada?
27. La tea está ubicada en área segura, retirada de materiales u objetos susceptibles de encender
28. ¿La tea está ubicada a la altura reglamentaria, establecida en el pma?
29. Se dispone de al menos dos sistemas de encendido diferentes para la tea
30. La tea se encuentra debidamente estabilizada
31. ¿La tea dispone de bandeja ecológica acorde a su altura?
32. ¿Se dispone de válvula de drenaje de condensados, en la sección inferior de la tea?

33. ¿Se realizó prueba de correcta operación de la tea?
34. ¿La tubería y uniones de golpe de la tea disponen de inspección NDT reciente?
35. ¿La línea de la tea está debidamente señalizada y protegida en caso de circulación de vehículo?

Centro de control de motores (MCC, por sus siglas en ingles Motor Control Center)

1. ¿El acceso al MCC tiene señalización de riesgo eléctrico y restricción para acceso a personal no autorizado?
2. El acceso al MCC está libre de obstáculos
3. ¿El MCC está aseado y ordenado?
4. ¿Se dispone de sistema de alumbrado de emergencia?
5. ¿El piso del MCC, es dieléctrico?
6. ¿Tiene debidamente señalizada la tensión de servicio y la corriente nominal?
7. ¿Tiene señalizado el número de fases?
8. ¿El interior del tablero, todos y cada uno de los interruptores, están debidamente identificados?
9. ¿El tablero está montado dentro de cajas, gabinetes o armarios?
10. ¿El tablero está construido con materiales no higroscópicos (que no liberen humedad) ni combustibles?
11. ¿El tablero es resistente a la corrosión, o está protegido contra ella?
12. ¿El tablero es hermético, de acceso frontal, se puede mantener cerrado?
13. ¿Posee luces piloto que indiquen el funcionamiento de cada una de las fases?
14. ¿El tablero posee tapa interior dieléctrica que impida el contacto con partes energizadas?
15. ¿El tablero está posicionado entre 0.6 y 2 mts. De altura, desde el nivel del piso?
16. ¿El aterrizaje del MCC está acorde con el retie?
17. Se dispone de estación lock out – tag out

18. ¿Todas las secciones del MCC, están operativas?
19. ¿El indicador de falla a tierra del MCC está operativo?
20. ¿Todos los controles de operación, breakers, protecciones térmicas, protecciones magnéticas y contactores del mcc están operativos?
21. ¿Las protecciones termomagnéticas de los motores de A.C. están acordes a su capacidad?
22. El tablero dispone de interruptores diferenciales (10ma. Para 220v. Monofásicos, 30 ma. Para 480 v.trifásicos)
23. ¿Los aires acondicionados están operativos?
24. ¿La iluminación del MCC, es adecuada?
25. ¿Las puertas de acceso al MCC cierran adecuadamente?
26. ¿El MCC dispone de chapas antipánico tanto en el ingreso como en la salida?
27. ¿La caseta del MCC presenta filtraciones o humedad?
28. ¿El panel de salida de conexiones de A.C. está aseado, señalizado, operativo?
29. ¿El panel de salida de conexiones de A.C. está protegido de la humedad?
30. La lámpara externa de detección de falla a tierra está operativa
31. ¿El transformador de 480 – 220 volt. Para A.C. del equipo está operativo?
32. ¿La estación del rig intercom (si la hay), se encuentra operativa?
33. ¿El extintor de halon o CO2, está en buenas condiciones, cargado y bien ubicado?
34. ¿La alarma para detección de humo está operativa?
35. Se comprobó el adecuado funcionamiento de los dispositivos diferenciales, así como el tiempo y la intensidad del disparo, registrando los valores.
36. ¿En el equipo se dispone de los manuales de partes, operación y mantenimiento del equipo eléctrico?

37. ¿El personal de mantenimiento es idóneo; el electricista cuenta con el carnet del consejo nacional de técnicos electricistas “conte”?
38. ¿los electricistas y personal de mantenimiento cuentan con capacitación en la norma NFPA-70E?

Rectificador controlado de silicio (SCR, por sus siglas en inglés Silicon Controlled Rectifier)

1. ¿El SCR está aseado y ordenado?
2. Se dispone de estación lock out – tag out
3. Se dispone de sistema de alumbrado de emergencia
4. ¿El piso del SCR es dieléctrico?
5. ¿Se dispone de adecuada señalización de seguridad, acorde al retie y la NTC-2050?
6. ¿Todas las secciones del SCR están operativas?
7. ¿Indicador de falla a tierra del SCR está operativo?
8. ¿Todos los controles de operación, breaker, protecciones, del SCR, están operativos?
9. ¿El banco de resistencias del freno dinámico del malacate está operando correctamente?
10. ¿los indicadores de falla a tierra de motores del malacate y las bombas de lodo están operativos?
11. ¿Las dos unidades centrales de aire acondicionado están operativas?
12. Los indicadores del bus principal de A.C. de 600 volt. Y el sincronoscópio de los generadores están operativos
13. ¿Las diferentes asignaciones para la correcta operación de las bahías de los SCR’S están en buen estado y operativas?
14. ¿Las diferentes bahías del SCR están operativas?
15. ¿La iluminación dentro del SCR es adecuada?

16. ¿La lámpara externa de detección de falla a tierra está operativa?
17. ¿Las puertas de acceso y salida del SCR están libres de obstáculos o condiciones inseguras?
18. ¿El SCR dispone de chapas antipánico?
19. ¿Los lock out manual de los motores eléctricos del malacate y de las bombas de lodo dentro del SCR están operativos?
20. ¿Los breakers de 1.600 amp. De las bahías y los generadores de A.C., están certificados?
21. ¿Se probaron todos los breakers de 1600 amp. Del SCR?
22. ¿La caseta del SCR presenta filtraciones o humedad?
23. ¿Las puertas de acceso al SCR cierran adecuadamente?
24. ¿El transformador de 600 – 480 volt para A.C. del equipo están operativo?
25. ¿El transformador de 600 – 220/120 volt para iluminación del equipo están operativo?
26. ¿Los transformadores de 600 – 220 volt para alimentación del campamento, están operativos?
27. ¿El barraje de entrada A.C. a las bahías está en buen estado?
28. Los barrajes de salida de cada una de las bahías están operativas
29. ¿Las salidas eléctricas fuera de uso están cubiertas?
30. ¿Todos los cables eléctricos están debidamente identificados; demarcar el voltaje que manejan?
31. ¿Todos los plugs y receptacles, están en buen estado?
32. ¿El panel de salida de conexiones de A.C. y D.C. están aseados, señalizados y operativos?
33. ¿El deshumidificador del SCR está operativo?
34. ¿La estación del rig intercom, se encuentra operativa?
35. ¿Se dispone de un bastón de pastor (gancho dieléctrico), en el SCR?

36. El electricista cuenta con guantes dieléctricos certificados, con careta dieléctrica y herramienta aislada
37. ¿El extintor de halón o CO2, está en buenas condiciones, cargado y bien ubicado?
38. ¿La alarma para detección de humo está operativa?
39. ¿La alarma por alta temperatura en el cuarto está operativa?

EPP – HSE

1. ¿El personal cuenta con el equipo de protección personal de acuerdo con el contrato?
2. Registro de entrega de EPP al personal, ¿son estos de buena calidad y adecuados para las labores a realizar?
3. ¿El personal cuenta con el equipo de levantamiento de personal de acuerdo con el contrato? Registro de inspecciones con trazabilidad, ¿se tiene registro de cambios y equipos defectuosos?
4. ¿Están disponibles los EPP adicionales de acuerdo con el contrato para el personal visitante?
5. Cuadrilla de la mesa cuenta con overoles ignífugos
6. Se encuentran instalados sistemas lava ojos y duchas en áreas de manipulación y almacenamiento de químicos, igual en áreas de manipulación de lodo y lavado de muestras.
7. ¿Se cuenta con el equipo autocontenido en cantidad requerido por contrato? ¿personal entrenado en uso del equipo autocontenido?, ¿procedimiento de rescate en ambiente H2S documentado y cuadrilla entrenada?
8. ¿Se cuenta con el equipo para protección por alto voltaje y pértiga para manipular palancas on-off?
9. ¿La compañía cumple con la entrega de los EPP de acuerdo con el contrato? ¿con que periodicidad?

2.3. Definición del lenguaje y programación para desarrollar la APP

Android actualmente se puede desarrollar de manera nativa, mediante una herramienta de forma directa al sistema operativo que puede ser corrido por la misma plataforma de modo predeterminado, sin necesidad de tener un software o código intermediario que realice una tarea específica de este sistema operativo; para desarrollar un programa de forma nativa a través de android existen 2 lenguajes (java y kotlin). Java fue el primer lenguaje de programación desarrollado para android y kotlin fue declarado como lenguaje oficial para programar hasta hace pocos años, es por ello que la mayoría de empresas con cierta trayectoria tienen sus sistemas hechos en java; por otro lado, el uso de kotlin se ve limitado por el tiempo de transición debido a que hay menos gente capacitada en el desarrollo del lenguaje y la programación de este, otro motivo por el cual se decide usar java y no kotlin es que las empresas se recienten al cambio. A pesar de la antigüedad java es un lenguaje bastante completo y tiene muchas funcionalidades desarrolladas y es compatible con diversas herramientas.

El lenguaje híbrido es multiplataforma (no solo para android), es decir, un mismo lenguaje de programación y código sirve para varios sistemas operativos. Actualmente los sistemas operativos que dominan el mercado son los sistemas android y iOS, por tanto cuando se habla de lenguaje híbrido se asume como un lenguaje especial para ambos, pero no necesariamente es usado solo para estos dos sistemas.

Los frameworks son códigos de programación robustos ya escritos que están ligados a un patrón de diseño, que es la forma en que se estructura la aplicación pues esta se compone de una interfaz, un modelo de datos (la base de datos, la conexión a la misma, la gestión de usuarios) y el intermediario que me permita tener un empalme entre el modelo y la vista o interfaz, esa sinergia debe estar mediada por algún elemento, en este caso es lo que llamaríamos framework. Por tanto

cuando hablamos de un lenguaje híbrido sabemos que hablamos es de frameworks (xamarin, c Sharp, entre otros estos son bastantes reconocidos). El problema de usar estas aplicaciones web (convertidas a aplicaciones móviles) es que en muchos casos no va a ser posible acceder a elementos que me pueda proporcionar un aparato móvil y por tanto no se aprovecharía el hardware de la misma manera en que lo podría aprovechar una aplicación nativa, ya que habría problemas de compatibilidad con el hardware del móvil; además el rendimiento de la aplicación puede ser mucho más efectivo y optimizado si se realiza la misma en un lenguaje nativo.

Además de usar java para el desarrollo de la aplicación móvil, es necesario contar con elementos que ayuden al correcto funcionamiento de esta, en este caso, un servidor; el cual es un aparato informático que almacena, distribuye y suministra información. Los servidores funcionan basándose en el modelo “cliente-servidor”, en donde el cliente puede ser tanto un ordenador como una aplicación que requiere información del servidor para funcionar; por tanto, un servidor ofrecerá la información demandada por el cliente siempre y cuando el cliente esté autorizado. Los servidores pueden ser físicos o virtuales, en otras palabras, es una herramienta externa a la aplicación, en dónde se almacenará la información que se esté ingresando y realizará las tareas que el cliente, en este caso la aplicación móvil, le solicite.

El lenguaje usado para la gestión del servidor es PHP, a pesar de que no es el más rápido y robusto, es el más amigable con el sistema y fue de los primeros lenguajes diseñados para trabajar con el servidor, por esto en la mayoría de los servicios contratados de hosting viene por “default”, también es el más usado cuando no se requiere desarrollar tareas muy complejas solicitadas por un cliente.

Para el óptimo funcionamiento del sistema, es necesario una herramienta que haga de intermediaria entre el lenguaje que se encarga de procesar la información de la aplicación móvil y

el lenguaje de la base de datos, el framework. En este caso el framework usado es Laravel, su objetivo es permitir el uso de una sintaxis refinada y expresiva para crear código de forma sencilla, evitando el «código espagueti» y permitiendo multitud de funcionalidades; aprovecha todo lo bueno de otros frameworks y utiliza las características de las últimas versiones de PHP. La mayor parte de su estructura está formada por dependencias (especialmente de Symfony), lo que implica que el desarrollo de Laravel dependa también del desarrollo de estas, además ofrece diversas herramientas para el desarrollo, por ejemplo, de la interfaz de la aplicación usando la información de la base de datos o la gestión de esta; en Laravel se desarrolló un api.

La interfaz de programación de aplicaciones, conocida también por la sigla api, del inglés application programming interface, es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción; son usadas generalmente en las bibliotecas de programación. Su función principal es ser el lenguaje de programación común, ya que la aplicación fue desarrollada en java y usa un servidor PHP, siendo estos dos lenguajes incompatibles, se hace necesaria la implementación de un api, en este caso JSON (acrónimo de JavaScript Object Notation, «notación de objeto de JavaScript»), que es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos, siendo este compatible con java y PHP. En resumen, la información generada por la aplicación móvil sale en formato JSON e ingresa al servidor y cuando el servidor devuelve su respuesta, también será generada en el mismo formato (JSON) permitiendo la correcta comunicación y funcionamiento entre los diferentes componentes del sistema.

Una vez acoplados los diferentes lenguajes de programación anteriormente mencionados se desarrolló la aplicación móvil definitiva para el sistema operativo Android versión 8.0, la cual se compone de las pantallas interactivas mostradas en las figuras 35 a 45:



Figura 35. Pantalla de inicio

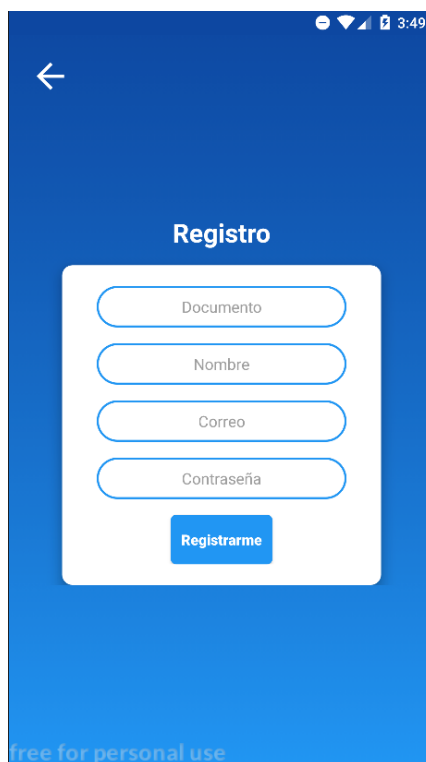


Figura 36. Pantalla de registro de usuario

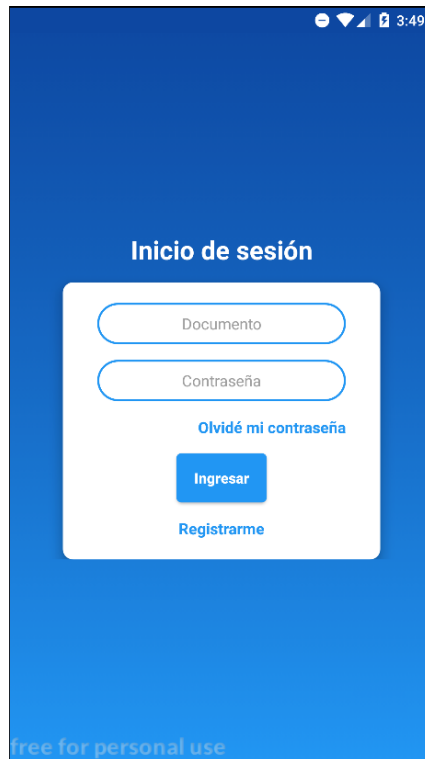


Figura 37. Pantalla de inicio de sesión

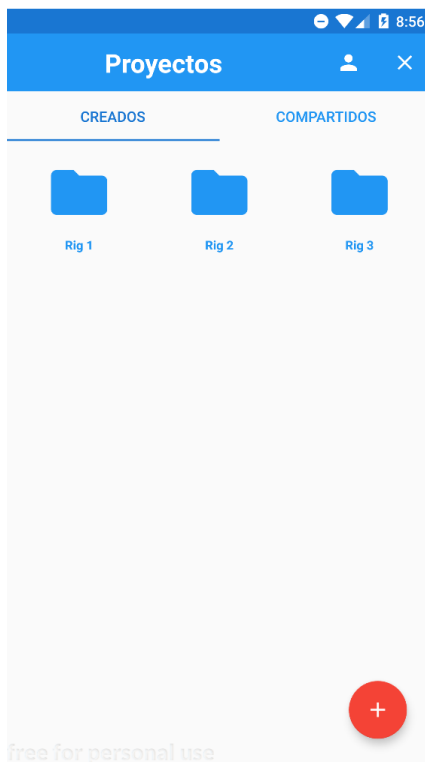
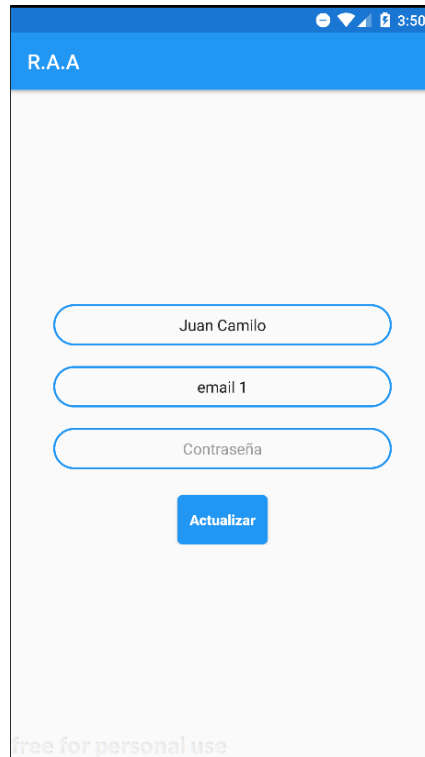
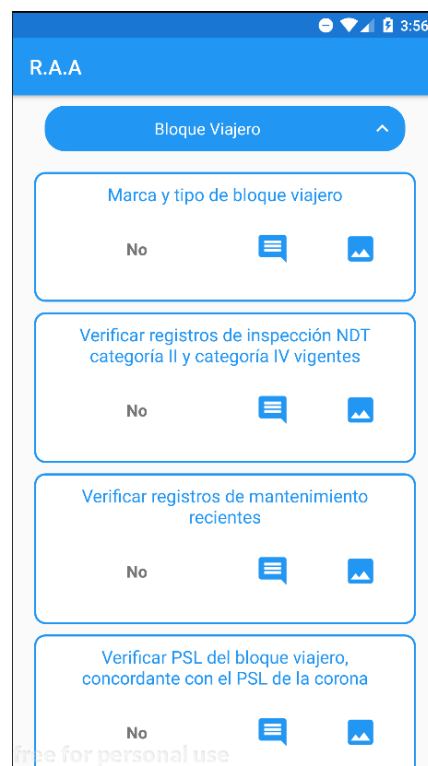


Figura 38. Pantalla de proyectos creados



The screenshot shows the 'R.A.A.' app interface for updating a user profile. At the top, there is a blue header with the text 'R.A.A.' and a status bar showing the time as 3:50. Below the header, there are three rounded rectangular input fields containing the text 'Juan Camilo', 'email 1', and 'Contraseña'. Below these fields is a blue button labeled 'Actualizar'. At the bottom of the screen, there is a watermark that reads 'free for personal use'.

Figura 39. Pantalla de actualización de usuario



The screenshot shows the 'R.A.A.' app interface for reviewing projects. At the top, there is a blue header with the text 'R.A.A.' and a status bar showing the time as 3:56. Below the header, there is a blue button labeled 'Bloque Viajero' with an upward arrow. Below this button, there are four rounded rectangular cards, each containing a title, the text 'No', a speech bubble icon, and a photo icon. The titles of the cards are: 'Marca y tipo de bloque viajero', 'Verificar registros de inspección NDT categoría II y categoría IV vigentes', 'Verificar registros de mantenimiento recientes', and 'Verificar PSL del bloque viajero, concordante con el PSL de la corona'. At the bottom of the screen, there is a watermark that reads 'free for personal use'.

Figura 40. Pantalla de revisión de proyectos creados



Figura 41. Pantalla de creación de proyectos

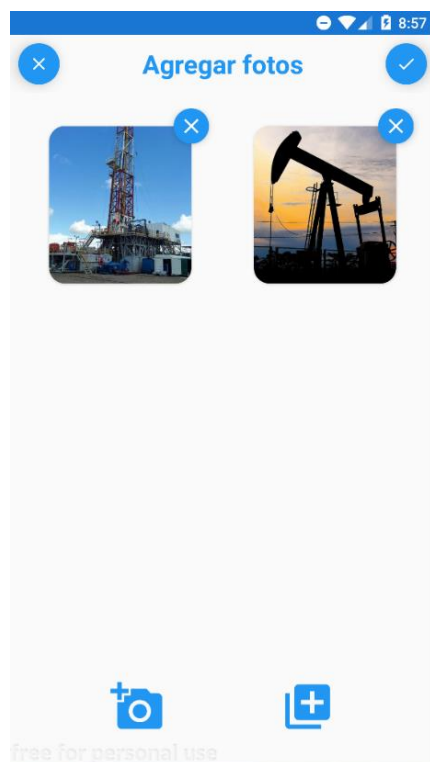


Figura 42. Pantalla de ingreso de evidencias (fotos)

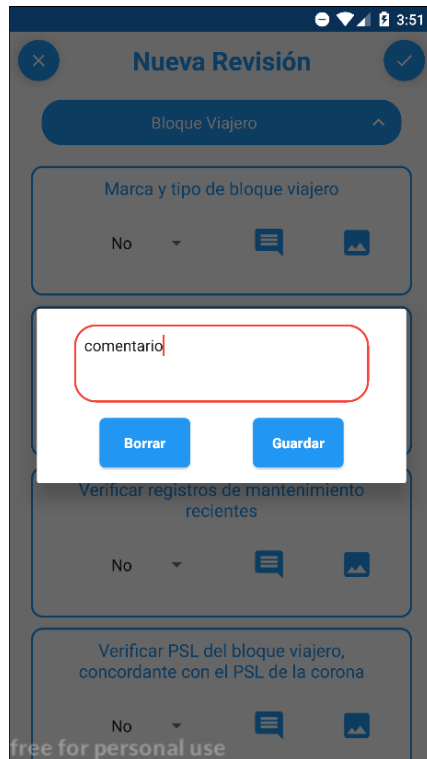


Figura 43. Pantalla de comentarios a la revisión

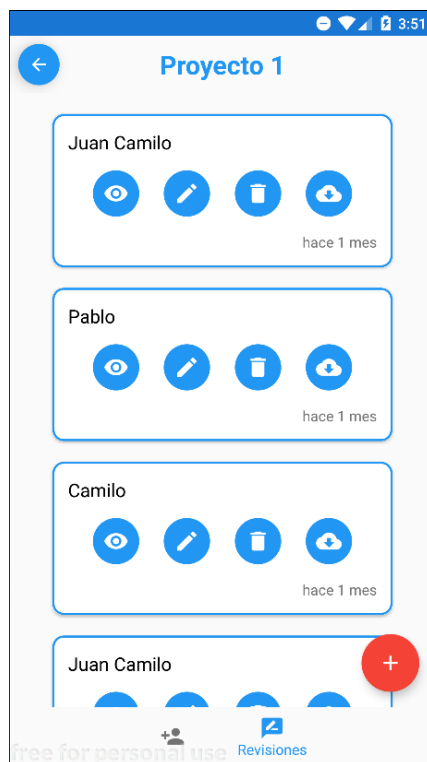


Figura 44. Pantalla de monitoreo de los proyectos

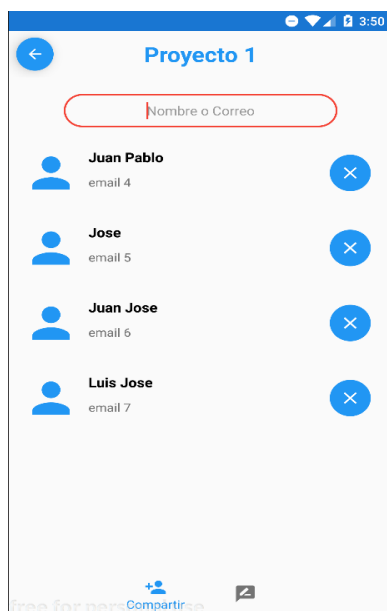


Figura 45. Pantalla con usuarios a los cuales se les compartió el proyecto

2.4. Caso de aplicación, análisis y resultados

La aceptación de un taladro de perforación es un proceso extenso que debe hacerse detalladamente para lograr una adecuada inspección y posterior aprobación para un trabajo seguro, esta recopilación de información de forma tradicional resulta un poco tediosa, por tal motivo se desarrolla una aplicación móvil que satisface las necesidades del control, con la ventaja de reducir el tiempo de revisión, permitiendo también el monitoreo en tiempo real por parte de los superiores o gerentes que deseen estar al pendiente de la operación, optimizando notablemente el procedimiento.

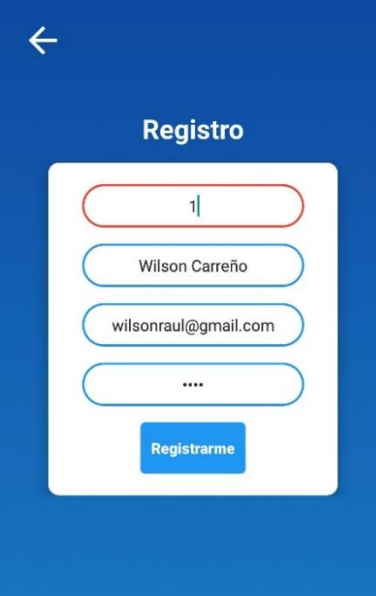
La aplicación se diseñó de tal forma que cubra las necesidades de inspección de un taladro de perforación por rotación convencional on-shore, el cual está básicamente compuesto por 5 sistemas: levantamiento, rotación, circulación, generación de potencia y seguridad; normalmente, equipos que pueden alcanzar profundidades de perforación considerables (>10 000 ft), que tenga una potencia de 500 HP a 2 500 HP, que usen tubería rígida convencional (Dril pipe), no tubería flexible (Coiled tubing), que su sistema de izaje de cargas se mediante cable de perforación, puede

ser un taladro de una, dos o tres “paradas” y que sea utilizado para un pozo de exploración o desarrollo.

Por lo tanto es una herramienta valiosa para las empresas prestadoras de servicio, operadoras, dueñas de taladros y compañías de inspección, que quieran aprovechar las ventajas que las nuevas tecnologías ofrecen y dejar atrás las inspecciones tradicionales, esto se traduce en llevar un control más preciso del historial de los equipos que poseen, garantizando el buen estado y prolongando su vida útil. Para probar el buen funcionamiento y desempeño de la aplicación desarrollada, se decide realizar una prueba en campo de esta, con el fin, de determinar el nivel de aceptación y de practicidad que esta podría tener a la hora de realizar la inspección.

Es de aclarar, aunque la APP contiene todos los equipos y parámetros solo se mostrará una pequeña fase del proceso (bloque viajero), incluyendo solo la parte del reporte que corresponde al equipo revisado, esto para hacer más amigable la lectura y comprensión del contenido.

- **Paso 1:** Inicialmente el inspector debe registrarse, como se observa en la figura 46, diligenciando los datos solicitados por la APP.



The image shows a mobile application registration screen. At the top left, there is a white back arrow on a blue background. Below it, the word "Registro" is centered in white. The registration form is contained within a white rounded rectangle. It features four input fields: a phone number field with "1|" entered, a name field with "Wilson Carreño", an email field with "wilsonraul@gmail.com", and a password field with "....". A blue button labeled "Registrarme" is positioned at the bottom of the form.

Figura 46. Registro del inspector.

- **Paso 2:** Una vez registrado ya posee las credenciales para iniciar sesión en la aplicación móvil, como se aprecia en la figura 47, cabe resaltar, si el inspector olvida su contraseña la puede recuperar oprimiendo la frase “Olvide mi contraseña” y esto lo guiará en el proceso de recuperación.



Figura 47. Inicio de sesión por parte del inspector.

- **Paso 3:** Posterior al inicio de sesión el inspector accede a la siguiente pantalla (figura 48), allí procede a crear la primera revisión oprimiendo en el símbolo “más (+)” en la parte inferior derecha, esto lo guía a la pantalla de asignación de nombre del taladro.

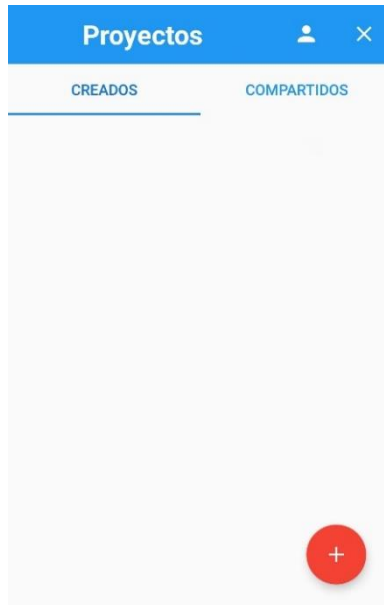


Figura 48. Creación de la primera inspección.

- **Paso 4:** En la pantalla observada en la figura 49 el inspector ingresa el nombre del taladro al cual le va a hacer la inspección para su posterior aceptación, una vez digitado el nombre oprime el botón “visto bueno” en la parte superior derecha para guardar el proyecto.

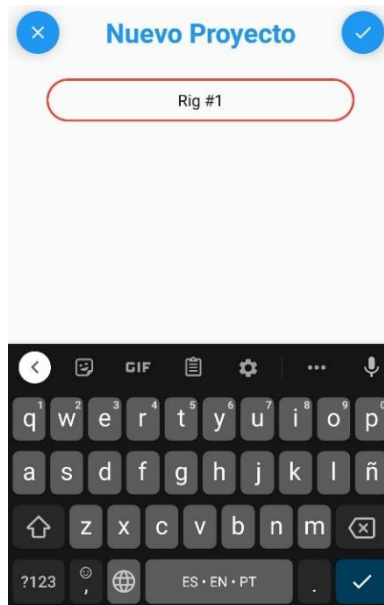


Figura 49. Nombre del primer taladro.

- **Paso 5:** Después de creado el proyecto, este aparecerá como una carpeta con el nombre ingresado en la pantalla de proyectos, como se aprecia en la figura 50.

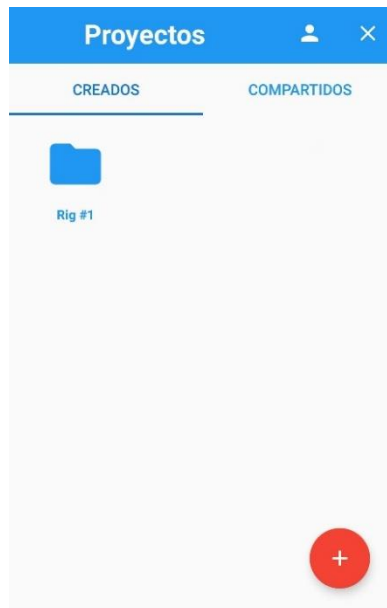


Figura 50. Primer proyecto creado.

- **Paso 6:** Para iniciar con la inspección se debe seleccionar el taladro oprimiendo la carpeta deseada, posterior a esto se redirigirá a la pantalla, mostrada en la figura 51, que contiene los diferentes equipos que deben cumplir con el control que va a realizar el inspector, allí se selecciona cada uno y se inspecciona con los parámetros establecidos, una vez concluido un equipo se procede al siguiente hasta completarlos.

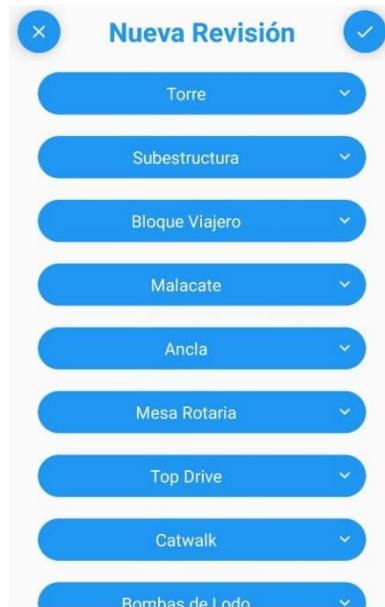


Figura 51. Inicio de la revisión de los equipos.

- **Paso 7:** En la figura 52 se observan los diferentes parámetros que debe cumplir el quipo, en este caso el bloque viajero, para que pueda ser aceptado en la operación que el taladro va a realizar, es importante resaltar que es posible dejar evidencias fotográficas y observaciones (comentarios) si el inspector así lo desea.



Figura 52. Parámetros de control para el bloque viajero.

- **Paso 8:** En este caso de estudio particular se reconoce en la inspección una falencia, esta se encuentra específicamente en las poleas que permiten el desplazamiento del bloque viajero, por tal motivo el inspector agrega un comentario (figura 53) detallando el problema que se presenta y anexa el registro fotográfico o las evidencias necesarias (figura 54) para justificar su observación; es importante recalcar y tener en cuenta que este mismo comentario también se agrega de manera automática al reporte de inspección.



Figura 53. Observación realizada por el inspector.

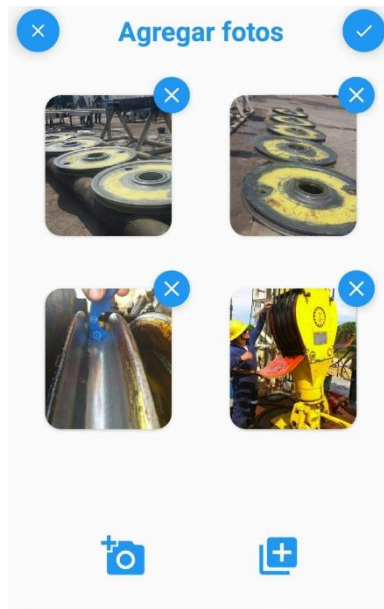


Figura 54. Evidencias fotográficas tomadas por el inspector.

- **Paso 9:** En la figura 55, observamos la pantalla con la que se encontraría el otro usuario (supervisor), si este quisiera examinar los elementos que ya se han chequeado; allí podría acceder a todos los componentes del rig desde el ícono ver. Si por otra parte, se hace necesario que el inspector realice alguna edición, también será posible dirigiéndose al ícono del lapiz.

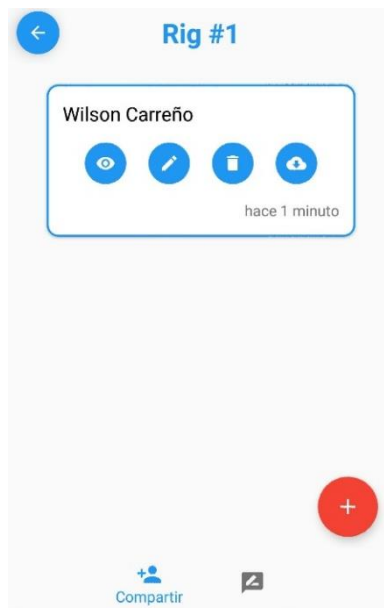


Figura 55. Panel de control de los usuarios.

Finalmente, cuando se ha inspeccionado cada componente del taladro y se han realizado las observaciones pertinentes, la aplicación genera un reporte (figura 56), el cual se podrá imprimir y firmar para dejar constancia por escrito del proceso de control que se realizó, este será revisado y aceptado por las dos partes que celebran el contrato, la empresa dueña del taladro y la empresa operadora, para así dar por concluido el rig acceptance.

RECOMENDADO CON RIGOS MENOS			
Bloque Viajero	SI	NO	COMENTARIO
Marca y tipo de bloque viajero	X		
Verificar registros de inspección NDT categoría II y categoría IV vigentes	X		Registro pronto a vencimiento
Verificar registros de mantenimiento recientes	X		
Verificar PSL del bloque viajero, concordante con el PSL de la corona	X		
Verificar condición general de las poleas	X		La polea #6, tiene desgaste, cambiar de posición
Verificar ajustes de los rodamientos, mediante prueba de rodadura y bamboleo	X		
Guardas de seguridad en buenas condiciones y bien aseguradas	X		
Verificar que todas las tuercas y pasadores dispongan de adecuado aseguramiento secundario	X		
Verificar estado de las graseras y líneas de lubricación, asegurando que todos los rodamientos reciban la grasa	X		
Placa del bloque instalada en su cuerpo	X		Placa un poco borrosa
Verificar correcta operación del tope superior de carrera y tope inferior de carrera	X		
Verificar adecuada operación del seguro de giro del gancho "perro"	X		
Verificar que el gancho esta adecuadamente centrado con respecto a la mesa rotaria	X		
Verificó correcta posición del bloque viajero respecto del top drive	X		
La torre cuenta con dispositivo para colgar el bloque viajero	X		
Verificar correcto String Up del Drilling Line	X		

Figura 56. Reporte generado por al APP(bloque viajero).

El proyecto brinda dos grandes ventajas, la primera, minimizar tiempos llevando a cabo una inspección que se puede revisar en tiempo real por parte de la gerencia, esto es bastante útil ya que los interesados en el proceso estarán al tanto de todo lo que suceda y de las novedades que este presente justo al momento que el inspector esté haciendo el control del taladro, lo que contribuye a la toma de decisiones de forma más precisa y la segunda ventaja, la posibilidad de cooperar con la sostenibilidad medio ambiental eliminando toda la papelería asociada al proceso de forma tradicional, ya que la APP permite manejar todo el procedimiento de forma virtual.

3 Conclusiones

Luego de estudiar la literatura y seleccionar los parámetros que eran necesarios para obtener un reporte de inspección, se desarrolló la aplicación Rig Acceptance App(R.A.A); la cual cumple con las necesidades y estándares para una inspección de taladros de perforación de calidad.

Para el máximo aprovechamiento de las funciones del hardware que brindan los equipos con sistema operativo android, se programó directamente en el lenguaje Java usando las herramientas de Laravel como framework y PHP como servidor.

La optimización de la aplicación demuestra tener una interfaz amigable con el usuario, lo que permite determinar que es de fácil acceso y manipulación por parte del personal encargado de realizar la inspección de taladros

Cuando se maneja este tipo de herramientas virtuales en campo se pueden disminuir los tiempos no productivos, conservando la calidad del reporte de inspección, lo que fácilmente podría traducirse en una ganancia para cualquier empresa operadora que decida usar la aplicación.

Se determina que el nivel de dificultad de interacción de la aplicación con el usuario es muy bajo, por lo que fácilmente podría ser aceptado y acogido como método eficaz y preciso para la realización de inspecciones a taladros de perforación.

Al ser la aplicación móvil (R.A.A) una herramienta bastante útil, puede ser aprovechada para desarrollar diferentes cursos de capacitación de forma más interactiva o por la academia, profesores, estudiantes, etc, que deseen introducirse en el campo de los taladros de perforación, la inspección y aceptación de estos; para ello este recurso electrónico quedará a disposición de la comunidad universitaria en la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander.

4 Recomendaciones

Ya que android no es el único sistema operativo en el mercado, se recomienda desarrollar la aplicación móvil de forma directa para iOS, Windows phone, etc, y así aprovechar al máximo el hardware de los teléfonos que posean estos sistemas.

En una clasificación general de taladros por tipo de ambiente en el que se va a perforar existen dos clases, equipos onshore y offshore, teniendo los segundos una creciente demanda en el mercado, se hace necesario desarrollar estas herramientas de inspección para ese tipo de plataformas.

Dentro de los equipos onshore de perforación hay una amplia gama de taladros para cumplir con diferentes objetivos, es por esta misma razón que su configuración difiere a los taladros elegidos para este proyecto, entre ellos están: los taladros operados con fluidos neumáticos, taladros de perforación por percusión, slant rigs, entre otros, por esto se precisa hacer un análisis de los parámetros que se deberían incluir para tener un correcto control en la aceptación de esos equipos.

En la industria de los hidrocarburos los equipos tipo taladro no solo se usan en actividades de perforación y exploración, también se usan estructuras similares cuando el pozo ya está produciendo y se necesita hacer un acondicionamiento o intervención que elimine o minimice un problema asociado a la producción, esta operación se conoce como WorkOver; dichos equipos son igualmente sometidos a inspecciones para asegurar su correcto funcionamiento, revisión que puede ser optimizada con el desarrollo de una aplicación móvil.

Por último, la perforación es solo una de un sin número de operaciones que se realizan dentro de la industria petrolífera; existen también las actividades de producción, transporte, refinación, etc, todas ellas involucran diversos equipos de los cuales se debe asegurar su correcto

funcionamiento, para ello se debe llevar un control estricto de los diferentes componentes y parámetros inherentes a estos y aprovechando el desarrollo de la tecnología se requiere desarrollar herramientas, como las aplicaciones móviles, que optimicen estos procesos de verificación.

Bibliografía

- Azar, J & Robello, G. (2007). Drilling engineering. PennWell corporation. 1421 south Sheridan road. Tulsa, Oklahoma.
- Baker, R. (2001). A primer of oilwell drilling. Sixth edition. The university of Texas. Austin, Texas.
- Burgoyne, A. (1986). Applied drilling engineering. Volume 2 de SPE textbook series. Society of petroleum engineers.
- Cabezas, L y González, F. (2018). Desarrollo web con PHP y MYSQL. Editorial Anaya.
- Escuela politécnica nacional del ecuador. (2012). Componentes del taladro de perforación. Perforación 1. Tomado de <https://es.scribd.com/doc/250896137/>
- IADC. (2013). Occupational Safety & Health Administration. OIL & GAS RIG INSPECTION CHECKLIST FOR DRILLING & WELL SERVICING OPERATIONS.
- Lublearn. (2014). Mecanismos básicos de desgaste. Tomado de <http://noria.mx/lublearn/mecanismos-basicos-de-desgaste/>
- Martin, R. Clean code A handbook of agile software craftsmanship. Prentice hall.
- Martínez, J. Fundamentos de programación en java. Facultad de informática. Universidad complutense de Madrid.
- PDVSA CIED. (1995). Equipos de perforación y sus componentes.
- Perfoblogger. El taladro de perforación y sus componentes. Tomado de <http://perfob.blogspot.com/2015/11/el-taladro-de-perforacion-y-sus.html>
- Schlumberger. (2004). Introducción al equipo de perforación. Sección 1,0.
- Sinha, S. (2016). Beginning Laravel: a beginner's guide to application development with Laravel 5.3. Apress.

Apéndices

Apéndice A

MANUAL DEL USUARIO

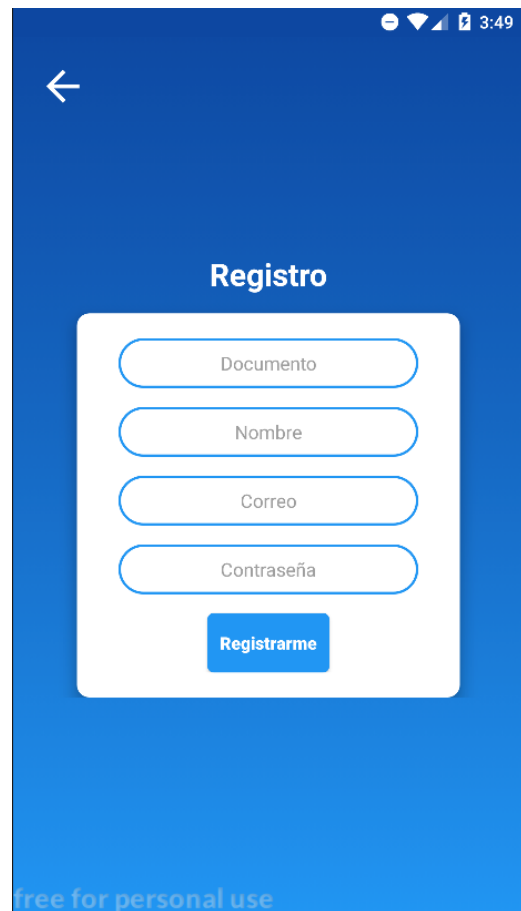
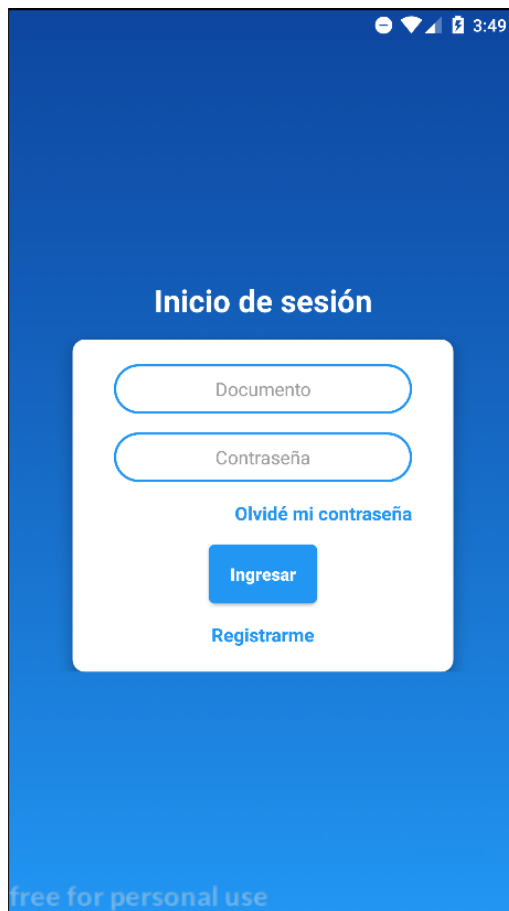
R.A.A

Rig Acceptance App

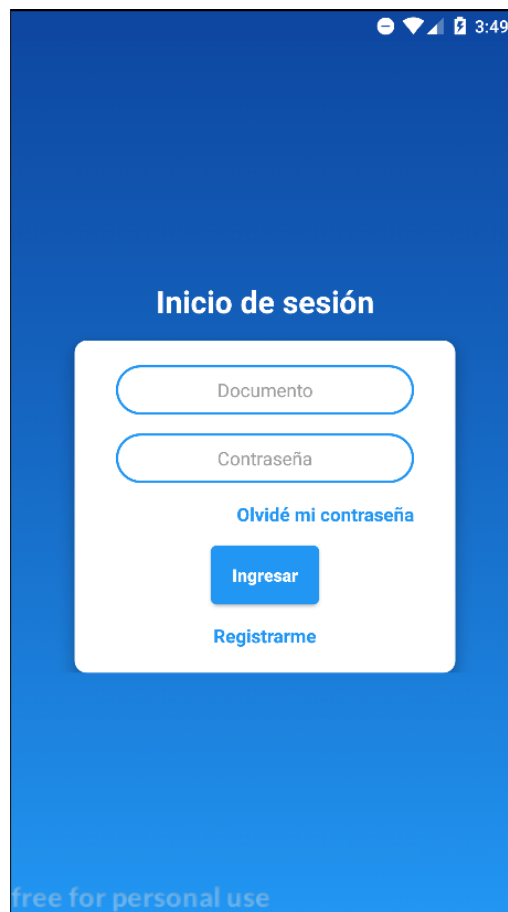
1. En un primer plano, se puede observar el logo y nombre escogido para la aplicación, es decir, la interfaz de la Rig Acceptance App



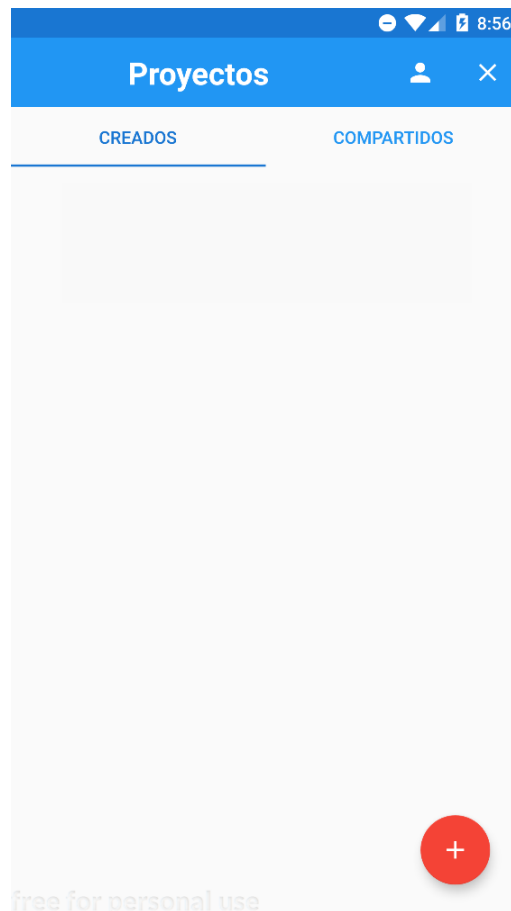
- Al ingresar en la app se accederá inmediatamente a la pantalla de la izquierda, si el usuario es nuevo, debe registrarse pulsando la palabra “Registrarme”, debajo de el botón “Ingresar”, posterior a esto se redirigirá a la pantalla de la derecha. Allí se debe ingresar los datos personales solicitados(documento, nombre y correo electrónico) de quien realiza la inspección, además se deberá crear una contraseña para poder acceder a la app, una vez diligenciados todos los campos se debe oprimir el botón “Registrarme” para culminar la operación.



3. Una vez el usuario se haya registrado, debe acceder rellenando los campos, con el documento que haya inscrito y la clave que el usuario haya establecido, oprimiendo después de esto el botón “Ingresar”, así podrá acceder a la app para realizar el proceso requerido, si llegado el caso el usuario olvida la contraseña, podrá reestablecerla pulsando en el texto “Olvide mi contraseña” debajo del campo “Contraseña”, esto enviara un email al correo electrónico registrado con la contraseña que el usuario definió en su registro.



- Después de que el usuario haya hecho el proceso de ingreso se accederá a la pantalla mostrada en la imagen. Para la creación de un nuevo proyecto o la inspección de un nuevo rig, el usuario debe dirigirse a la parte inferior derecha en el icono rojo con el símbolo (+) y pulsarlo; ahí accederá a la pantalla de creación de un nuevo proyecto; también es posible actualizar los datos del perfil oprimiendo el icono en forma de persona en la parte superior derecha a la izquierda de la “X”, además se puede acceder a la información de con cuales usuarios se está o se va a compartir la inspección o el proyecto, deslizando hacia la izquierda en la pantalla u oprimiendo el texto “Compartidos” en la parte superior derecha, al lado del texto “Creados”.



5. Para la actualización del perfil, después de haber oprimido el icono en forma de persona se accederá a la pantalla mostrada en la imagen, allí se podrá a agregar datos o modificar el nombre, correo o contraseña si el usuario así lo desea; posterior a la modificación o actualización de los diferentes campos se debe pulsar el botón “Actualizar” en la parte inferior central para guardar los cambios con éxito.

R.A.A

Juan Camilo

email 1

Contraseña

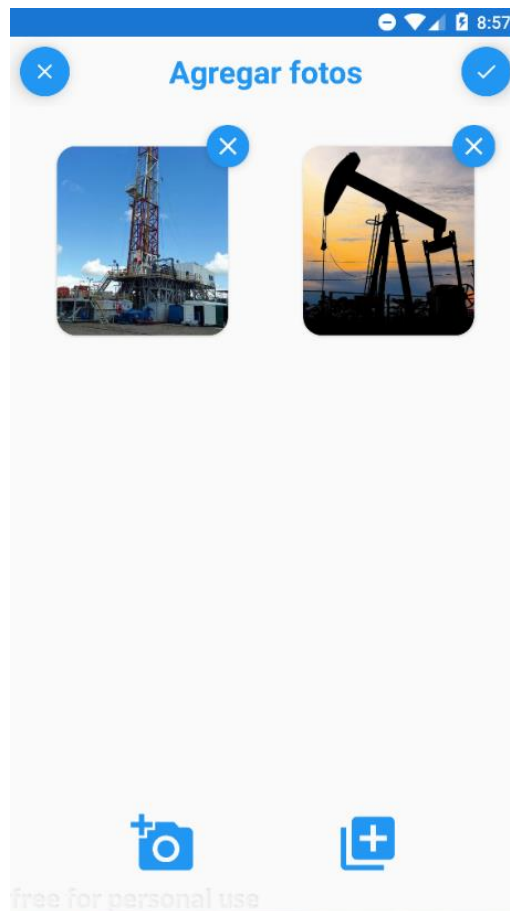
Actualizar

free for personal use

6. Una vez creado el proyecto, la aplicación automáticamente lo dirigirá a la pantalla de los diferentes sistemas que componen el taladro de perforación en donde ya podrá empezar a editar cada elemento inspeccionado. Si se desea cambiar de equipo para revisión o porque ya finalizo la inspección del equipo presente, se debe oprimir el símbolo “^” a la derecha del nombre del equipo, en este caso “Bloque viajero”, allí aparecerá la lista de equipos del taladro para continuar con el siguiente; al finalizar el control de cada equipo se precisa guardar la información, para ello se pulsa el icono de visto bueno en la parte superior derecha. Como se muestra en la imagen y dependiendo del criterio se selecciona si cumple o no, con la especificación requerida; además en el icono de imagen se puede agregar la evidencia fotográfica del elemento evaluado y en la pestaña de mensaje, se puede agregar los comentarios necesarios para complementar la inspección de cada parámetro.



7. En la pantalla de evidencia fotográfica, existe la opción de agregar directamente la foto desde la cámara oprimiendo el ícono de la cámara en la parte inferior izquierda, o desde la galería de imágenes pulsando el icono (+) a la derecha del icono de la cámara, si se desea eliminar alguna foto de las evidencias, se pulsa la “X” en la parte superior derecha de la imagen que se va a descartar; una vez agregada la evidencia fotográfica se debe pulsar el botón de visto bueno en la parte superior derecha para guardar la información correctamente.

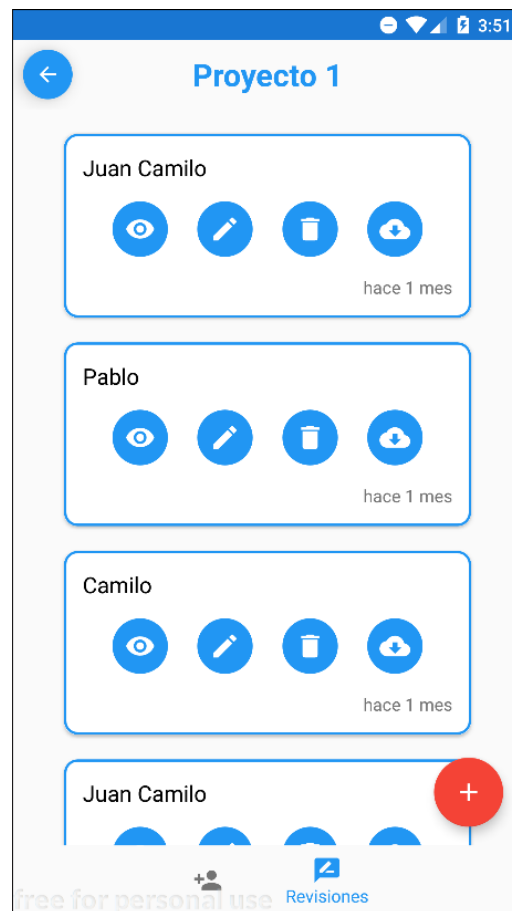


8. Al pulsar el icono de mensaje en la pantalla de inspección de equipos, se accederá a la pantalla que se muestra en la imagen, en donde se puede agregar cualquier observación y justificación por parte del inspector, posterior a esto se debe pulsar el botón “Guardar” para que las modificaciones sean incluidas con éxito.

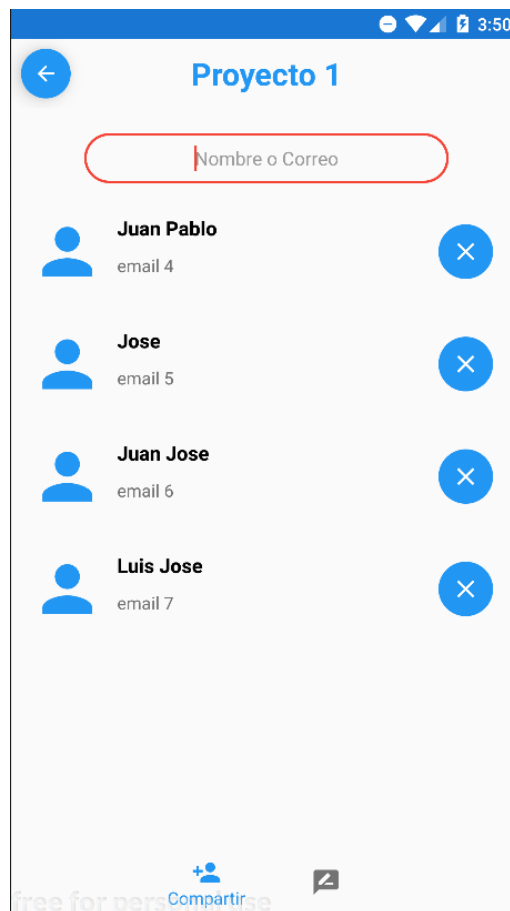
Al terminar con la inspección total del taladro de perforación se generará un reporte con toda la revisión realizada, el cual deberá ser firmado por las diferentes partes del contrato (Inspectores, Responsables, etc).

free for personal use

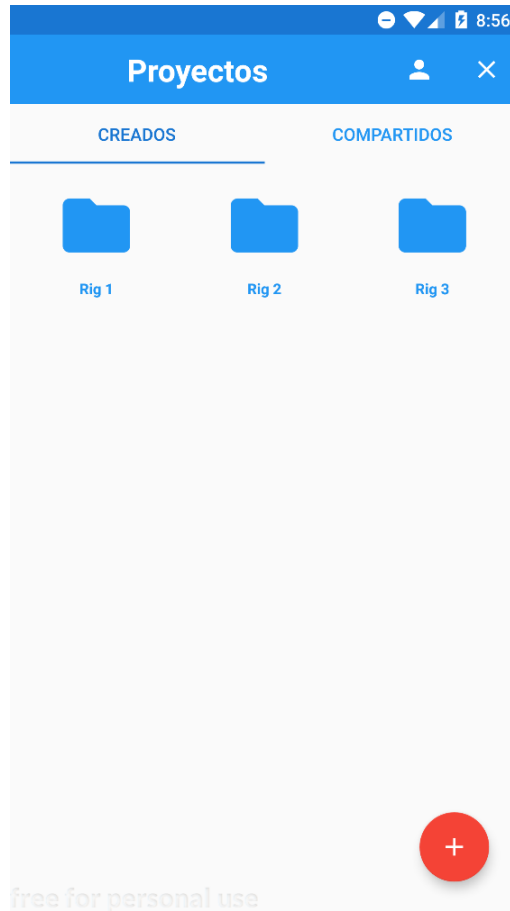
9. La principal ventaja que brinda la aplicación frente al reporte de inspección convencional es el seguimiento en tiempo real que se puede hacer a la verificación del taladro, la cual se puede realizar como lo muestra la pantalla desde el ícono vista que se encuentra en la parte izquierda de cada proyecto. Además del seguimiento, se puede editar, eliminar o descargar el reporte en el ícono correspondiente.



10. Una vez finalizada la inspección, es posible compartir el reporte con otros usuarios que previamente se hayan registrado en la aplicación. Para ello se ingresa el nombre del usuario con el que se compartirá el reporte se pulsa en el ícono de compartir en la parte inferior de la pantalla; si se desea no compartir más el proyecto con otro usuario se pulsa la “X” a la derecha del nombre y quedará eliminado.




11. Para hacer revisión de los proyectos ya creados, es necesario tener un perfil o usuario ya registrado e iniciar sesión en la aplicación móvil, seguidamente se accederá a la pantalla que se muestra en la imagen. Allí se puede observar las inspecciones finalizadas y archivadas.



*Apéndice B***REPORTE****Rig Acceptance App**

Como esta aplicación fue desarrollada con el fin de facilitar la manera en que se presentaba el reporte final de la inspección, es necesario hablar del mismo; este tendrá la misma calidad de un reporte convencional, pues todos los parámetros evaluados en el numeral 3.2 (donde se determinó los parámetros para el desarrollo de al app) estarán incluidos, además de los elementos evaluados, el reporte incluye el logo de la aplicación y los respectivos campos para las firmas de las diferentes partes, tanto inspectores como los representantes de la operadora. Dando como resultado un informe completo, detallado y ordenado del estado del taladro de perforación a contratar. A continuación, se deja evidencia de los principales ítems con que cuenta el documento, siendo estas imágenes una pequeña parte del reporte final.

Imagen 1. Primera página del reporte



RIG ACCEPTANCE APP


REPORTE

Empresa operadora: _____ Empresa equipo perforación: _____
 Responsable: _____ Responsable: _____
 Fecha: _____ Fecha: _____

TORRE	SI	NO	COMENTARIOS
1. Placa de identificación de la torre (en concordancia con API 4F; Fabricante, licencia del fabricante, modelo, serie, capacidades de carga, PSL, entre otros)			
2. Inspecciones NDT categoría III y categoría IV actualizadas (documentadas y en concordancia con API RP4G)			
3. Verificación de la correcta operación de todas las poleas de la corona			
4. Certificación de calibración de todas las poleas, de acuerdo con el API 9B			
5. La corona dispone de los bloques de madera protectores de impactos			
6. Las poleas de la corona cuentan con los respectivos protectores instalados, para prevenir la salida del drilling line			
7. Verificación condición de las barandas y rodapiés de la corona			
8. Adecuada iluminación de la torre (Todas las lámparas operativas)			
9. Lámparas con eslingas de seguridad en buen estado y confiables			
10. Correcta operación de la lámpara de destello de la corona (Acorde al reglamento aeronáutico Colombiano -RAC)			
11. Sistema de protección contra Rayos en buen estado, bien instalado y en concordancia con la NTC-4552			
12. Trabajadero de tubería y barandas en buen estado			
13. Sistema de seguridad contra caída del trabajadero de tubería operativo e inspeccionado			
14. Lengüeta del trabajadero, con aseguramiento secundario, ¿las eslingas son de la capacidad acorde al peso de la lengüeta?			
15. Dispositivo de escape desde el trabajadero operativo, certificado y bien instalado			

Powered by R.A.A

Imagen 2. Página aleatoria del reporte



RIG ACCEPTANCE APP

REPORTE

28. Verificar adecuado anclaje del drilling line al drum del malacate			
29. Probar las diferentes asignaciones del malacate con el SCR1, SCR2, SCR3, en las posiciones DRILLING.			
30. Probar el shut down del malacate desde la consola del perforador			
31. Verificar adecuada operación de los mandos de la transmisión del malacate Low-Low, Low-High, High-High .			
32. Verificar adecuada operación de los Cat Heads			
33. Verificar adecuada instalación del freno auxiliar Elmagco Baylor o Eaton			
34. Verificar correcta operación del freno auxiliar, con el peso de la polea viajera y del Top Orive			
35. Verificar adecuado arrollamiento del drilling line sobre el tambor del malacate			
ANCLA	SI	NO	COMENTARIOS
1. Inspección NDT categoría III y categoría IV, vigentes			
2. Condición general de la estructura del ancla			
3. Condición de todos los pernos y tuercas del ancla			
4. Condición de ajuste de todas las tuercas			
5. Cable de perforación bien instalado			
6. La celda de transmisión está operativa			
7. condición de los bronce del ancla			
8. El GAP de la celda es correcto			
9. condición general de la celda de tensión (garrapata)			
10. Chavetas de seguridad de pasador superior e inferior en su lugar			
11. Manguera y celda sin fugas de aceite hidráulico			
12. Condición del rodamiento central del ancla			
13. Guarda protectora sobre el tambor del ancla			
14. Registros de ultimo mantenimiento del ancla			
MESA ROTARIA	SI	NO	COMENTARIOS
1. Verificar Inspección NDT categoría III y categoría IV, vigentes			
2. Condición general de la mesa rotaria a área aladaña			


Powered by R.A.A

Imagen 3. Página aleatoria del reporte

RIG ACCEPTANCE APP			
REPORTE			
14. Verificar adecuada señalización del equipo eléctrico, de acuerdo a la NTC-2050			
15. Verificar adecuada operación de las check valves, en la descarga de cada compresor			
16. Verificar que cada tanque de aire disponga de válvula de corte de aire tanto a la entrada como a la salida del mismo			
17. Verificar condición general de guardas de seguridad para partes en movimiento y guardas térmicas del manifold de descarga			
18. Verificar condición del aceite sintético de cada compresor			
19. Verificar correcta operación del panel de control y todos sus instrumentos			
20. Verificar adecuada operación de los Shut Downs de cada compresor y del secador de aire del equipo			
21. Verificar adecuada iluminación del área de compresores (Mínimo 150 Lux)			
22. Verificar operación de cada compresor y del secador de aire, en vacío y con carga, sin fugas, ruidos, vibraciones o temperaturas anormales			
23. ¿ Se dispone de un compresor de Back up, capacitado para sostener la demanda de aire de taladro?			
24. Verificar normal operación del sistema neumático con todo el equipo operativo			
25. Verificar adecuado stock de repuestos en bodega del equipo, para los compresores y secador de aire			
E. CONTROL DE POZOS	SI	NO	COMENTARIOS
1. Capacidad del Stack de BOP's, acorde con el proyecto (Tamaño, presión, tipo de lodo, presencia de H2S, presencia de gas)			
2. Certificación de todo el Stack de BOP's vigente y en concordancia con API SPECIFIC. 6A y API 16 ³			
3. Verificar registros de mantenimiento del Stack de BOP's			
4. Certificación de todos los Rams en concordancia con el tamaño de tubería a utilizar			
5. Tipo de packing unit y certificación de este			

Powered by R.A.A

Imagen 4. Página aleatoria del reporte.




RIG ACCEPTANCE APP

REPORTE

28. Los barrajes de salida de cada una de las bahías están operativas			
29. ¿Las salidas eléctricas fuera de uso están cubiertas?			
30. ¿Todos los cables eléctricos están debidamente identificados; demarcar el voltaje que manejan?			
31. ¿Todos los plugs y receptacles, están en buen estado?			
32. ¿El panel de salida de conexiones de A.C. y D.C. están aseados, señalizados y operativos?			
33. ¿El deshumidificador del SCR está operativo?			
34. ¿La estación del Rig Intercom, se encuentra operativa?			
35. ¿Se dispone de un bastón de pastor (Gancho dieléctrico), en el SCR?			
36. El electricista cuenta con guantes dieléctricos certificados, con careta dieléctrica y herramienta aislada			
37. ¿El extintor de Halon o CO2, está en buenas condiciones, cargado y bien ubicado?			
38. ¿La alarma para detección de humo, está operativa?			
39. ¿La alarma por alta temperatura en el cuarto, está operativa?			
EPP – HSE	SI	NO	COMENTARIOS
1. ¿El personal cuenta con el equipo de protección personal de acuerdo con el contrato?			
2. Registro de entrega de epp al personal, ¿son estos de buena calidad y adecuados para las labores a realizar?			
3. ¿El personal cuenta con el equipo de levantamiento de personal de acuerdo con el contrato? Registro de inspecciones con trazabilidad, ¿se tiene registro de cambios y equipos defectuosos?			
4. ¿Están disponibles los epp adicionales de acuerdo con el contrato para el personal visitante?			
5. Cuadrilla de la mesa cuenta con overoles ignífugos			
6. Se encuentran instalados sistemas lava ojos y duchas en áreas de manipulación y almacenamiento de químicos, igual en áreas de manipulación de lodo y lavado de muestras.			

Powered by R.A.A

Imagen 5. Página final del reporte.



RIG ACCEPTANCE APP

REPORTE

7. ¿Se cuenta con el equipo autocontenido en cantidad requerido por contrato? ¿personal entrenado en uso del equipo autocontenido?, ¿procedimiento de rescate en ambiente h2s documentado y cuadrilla entrenada?			
8. ¿Se cuenta con el equipo para protección por alto voltaje y pértiga para manipular palancas on-off?			
9. ¿La compañía cumple con la entrega de los epp de acuerdo con el contrato? ¿con que periodicidad?			

Firma del inspector 1

Firma representante operadora 1

Firma del inspector 2

Firma representante operadora 2

Powered by R.A.A