

FORMULACIÓN Y PLANIFICACION DE UNA PROPUESTA PARA LA
ADQUISICIÓN DE LAS DIFERENTES VARIABLES FISICAS DE UN POZO DE
PERFORACIÓN DE MANERA INALAMBRICA



JULIAN CAMILO SEGURA BERMUDEZ
FERNADO FIERRO PERDOMO
JAVIER ALFONSO CLAVIJO GUAQUETA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
BOGOTÁ
2012

FORMULACIÓN Y PLANIFICACION DE UNA PROPUESTA PARA LA
ADQUISICIÓN DE LAS DIFERENTES VARIABLES FISICAS DE UN POZO DE
PERFORACIÓN DE MANERA INALAMBRICA

JULIAN CAMILO SEGURA BERMUDEZ
FERNADO FIERRO PERDOMO
JAVIER ALFONSO CLAVIJO GUAQUETA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA.

PROFESOR
FERNANDO RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
BOGOTA
2012

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	5
OBJETIVOS.....	5
1 CONTENIDO.....	6
1.1 CASO DE NEGOCIO.....	6
1.1.1 ANTECEDENTES	6
1.1.2 JUSTIFICACIÓN	6
1.2 OBJETO DEL PROYECTO.....	7
1.2.1 PROBLEMA A SOLUCIONAR	7
1.2.2 SOLUCION PROPUESTA	7
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	7
1.4 INGENIERIA CONCEPTUAL.....	8
1.4.1 MARCO TEORICO	8
1.4.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	14
1.4.3 NORMATIVAS TÉCNICAS A CUMPLIR	16
1.4.4 REQUERIMEINTOS LEGALES Y DE CONTRATACIÓN	17
1.4.5 RIESGOS DEL PROYECTO.....	18
1.4.6 RESPONSABLES DEL PROYECTO	19
1.4.7 REQUERIMIENTOS.....	20
1.5 INGENIERIA BASICA.....	22
1.5.1 DIAGRAMA BLOQUE DE SOLUCIÓN.....	22
1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	22
1.6 INGENIERIA DE DETALLE	23
1.6.1 ESCOGENCIA DE COMPONENTES	23
1.6.2 DIAGRAMAS Y PLANOS DE LA SOLUCIÓN.....	24
1.6.3 LISTADO DE ELEMENTOS.....	24
1.7 NECESIDAD DE BIENES DE CAPITAL.....	25
1.7.1 HERRAMIENTAS	25
1.7.2 VEHÍCULOS.....	25
1.7.3 SOFTWARE Y LICENCIAS	26
1.7.4 ENTRENAMIENTO Y/O CERTIFICACIONES.....	26
1.8 FACTIBILIDAD TECNICA DEL PROYECTO.....	26
1.9 WBS.....	27
1.10 ÁRBOL DE TAREAS	27
1.11 TABLA DE PRECEDENCIAS.....	27
1.12 PROVEEDORES Y SU OFERTA	28

1.13	FLUJOGRAMA MONTAJE	30
1.14	FLUJOGRAMA PARA EL ARRANQUE Y PUESTA DE SERVICIO	31
1.15	FLUJOGRAMA PARA LA ENTREGA.....	32
1.16	INDICADORES.....	32
1.16.1	INDICADORES DE CALIDAD PARA EL MONTAJE	32
1.16.2	INDICADORES DE CALIDAD PARA EL ARRANQUE	33
1.17	INDICADORES DE CALIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO	33
1.18	ORGANIGRAMA EMPRESARIAL	34
1.19	COSTOS ADMINISTRATIVOS	35
1.20	COSTOS IMPLEMENTACIÓN.....	35
1.21	IMPUESTOS	37
1.22	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	37
1.23	UTILIDADES Y PRECIO DE VENTA.....	37
CONCLUSIONES.....		38
OBSERVACIONES		38
BIBLIOGRAFIA.....		39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Organización equipo de perforación	8
Figura 2	Diagrama de la solución	22
Figura 3	Flujo grama de Montaje	30
Figura 4	Flujo grama arranque y servicio.....	31
Figura 5	flujo grama para la entrega.....	32
Figura 6	Organigrama	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Riesgos	18
Tabla 2 Responsables del proyecto	19
Tabla 3 Listado de Elementos.....	24
Tabla 4 Elementos de backup.....	25
Tabla 5 Herramientas	25
Tabla 6 de vehículos	25
Tabla 7 software y licencias	26
Tabla 8 entrenamientos y certificaciones	26
Tabla 9 Precedencias	28
Tabla 10 proveedores	29
Tabla 11 Comparación costos proveedores	29
Tabla 12 Costos administrativos	35
Tabla 13 Costos de Implementación.....	36
Tabla 14 Utilidades y Precio de Venta	37

ANEXOS

- ANEXO 1: Diagramas y planos de la solución
- ANEXO 2: WBS
- ANEXO 3: Árbol de tareas.

GLOSARIO

SENSOR: Dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

HART: El protocolo HART (High way-Addressable- Remote-Transducer) agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA

WIRELESS HART: Se basa directamente en el **protocolo HART**, pero es independiente de la ruta de transferencia física. HART utiliza una banda de 2,4 GHz (sin licencia y de uso en todo el mundo) como medio de transferencia para varias **tecnologías de radio**, incluido WLAN, Bluetooth y ZigBee

PRESIÓN: Es una magnitud física escalar que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie

TEMPERATURA: La **temperatura** es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio, frío que puede ser medida, específicamente, con un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.

ENCODER: Un codificador rotatorio, también llamado codificador del eje o generador de pulsos, suele ser un dispositivo electromecánico usado para convertir la posición angular de un eje a un código digital, lo que lo convierte en una clase de transductor.

ENLACE SATELITAL: Un satélite actúa básicamente como un repetidor situado en el espacio: recibe las señales enviadas desde la estación terrestre y las reemite a otro satélite o de vuelta a los receptores terrestres. En realidad hay dos tipos de satélites de comunicaciones:

GATEWAY: Una **pasarela** o **puerta de enlace** es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino

INTRODUCCION

El auge petrolero que ha venido experimentando el país ha creado un área de negocio bastante extensa ya sea para suministrar servicios y/o productos; actualmente los equipos nuevos cuentan con una tecnología que les facilita la visualización de los parámetros de perforación de manera digital y con accesos remotos para las oficinas principales, los equipos antiguos al no contar con estas tecnologías han venido actualizándose es en ese punto donde se observa una oportunidad de negocio, en este documento se formula, planifica y evalúa una propuesta económica y técnica para adquisición de las diferentes variables físicas de un pozo de perforación de manera inalámbrica brindando la opción de realizar accesos remotos de una manera más eficiente usando cloud computing; en un pozo de perforación existen diferentes variables físicas las propias del equipo de perforación (torque, profundidad, ROP,) y las propias del pozo en donde son variables de fondo (presión del pozo, temperatura de fondo, cementación, estructura geológica y etc..) este trabajo solo se enfoca a las variables propias del equipo de perforación.

OBJETIVOS

General

Formular y plantear una propuesta de negocio de proyecto de ingeniería en la cual se apliquen los conocimientos adquiridos durante el estudio de la especialización.

Específicos

1. Observar la viabilidad técnica del proyecto y el caso de negocio para ver si lo planteado puede satisfacer una necesidad.
2. Realizar la Ingeniería conceptual, básica y de detalle de la solución planteada.
3. Hacer el árbol de tareas y el WBS para tener los tiempos de desarrollo del proyecto y los puntos críticos de este.
4. Plantear la parte económica del proyecto en cuanto a factibilidad, costos y utilidades del mismo.

1 CONTENIDO

1.1 CASO DE NEGOCIO

1.1.1 ANTECEDENTES

El auge petrolero que ha venido experimentando el país ha hecho que se incremente la inversión extranjera, ingresando al país nuevos equipos de perforación de última generación. Los equipos de perforación antiguos en el país necesitan actualizarse para competir, varios de estos no manejan ninguna instrumentación electrónica y los que la usan es muy anticuada usando sistemas operativos antiguos como D.O.Sy comunicación 4 – 20 mA; realizando la conexión punto a punto, no usan ningún tipo de red industrial.

Con las tic's hoy en día se puede tener la información en cualquier lugar, si un equipo de perforación no cuenta con su sistema de transmisión de datos no se pueden tomar decisiones a tiempo las cuales evitan incurrir en costos de operación o evitar algún error que se pueda llegar a cometer.

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

Al actualizar los equipos de perforación estos se vuelven mas competentes y pueden trabajar con las nuevas técnicas de perforación, igualmente cuando una operadora va a contratar el equipo de perforación esta mira que tecnología usa y cuales son las capacidades del equipo; si se tiene un equipo obsoleto son muy pocas empresas que lo contratarían; con el sistema que planteamos se actualiza la forma en que se obtienen las variables reduciendo costos de instalación y dando una fecha de inicio mas rápida la cual influye en que el equipo empieza a facturar mas rápido; en la actualidad existen empresas que brindan el servicio de alquiler de equipos para la adquisición de las diferentes variables; nuestra propuesta se basa en que la empresa perforadora compre los equipos con los sistemas de adquisición, visualización y accesos remotos que se diseñan además de que nuestro sistema al ser muy fácil de instalar y de poner en marcha se economicen costos y recursos de la empresa.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

1.2.1 PROBLEMA A SOLUCIONAR

El principal problema que tienen los equipos de perforación es que algunos cuentan con sistemas de adquisición muy obsoleta y sistemas que ya no son funcionales con las exigencias de hoy en día es por esto necesario que se haga el cambio de tecnología para que sean mas competitivos.

1.2.2 SOLUCION PROPUESTA

La solución que nosotros proponemos es realizar un sistema de adquisición inalámbrico altamente confiable usando tecnología de ultima generación que permita un acceso remoto fácil y almacenamiento de datos en la nube para optimizar los recursos tecnológicos que se encuentren en campo.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Ya que es un modelo de negocios que ataca a un mercado nuevo y que todavía se encuentra en crecimiento, se propone una solución de una red de sensores inalámbricos por medio del protocolo wirelesshart para un equipo de perforación en donde el alcance del proyecto consiste en lo siguiente:

Ingeniería conceptual en donde se verificarán las variables a medir, escogencia y uso de los sensores inalámbricos, almacenamiento de las datos de las variables que se van a medir en la nube para que el operador pueda verificar en cualquier momento como va el proceso, se verificarán el cumplimiento de las normas API.

Ingeniería básica y de detalle donde se mostrará un diagrama de bloques la solución del problema, en la ingeniería de detalle donde se presentará la escogencia de los componentes de la solución que tengan wirelesshart.

Procura, adecuación, montaje y arranque donde se hace el estudio del equipo de perforación, instalación y ubicación de los sensores e instalación de antenas y equipos de adquisición en el equipo de perforación.

1.4 INGENIERIA CONCEPTUAL

1.4.1 MARCO TEORICO

1.4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

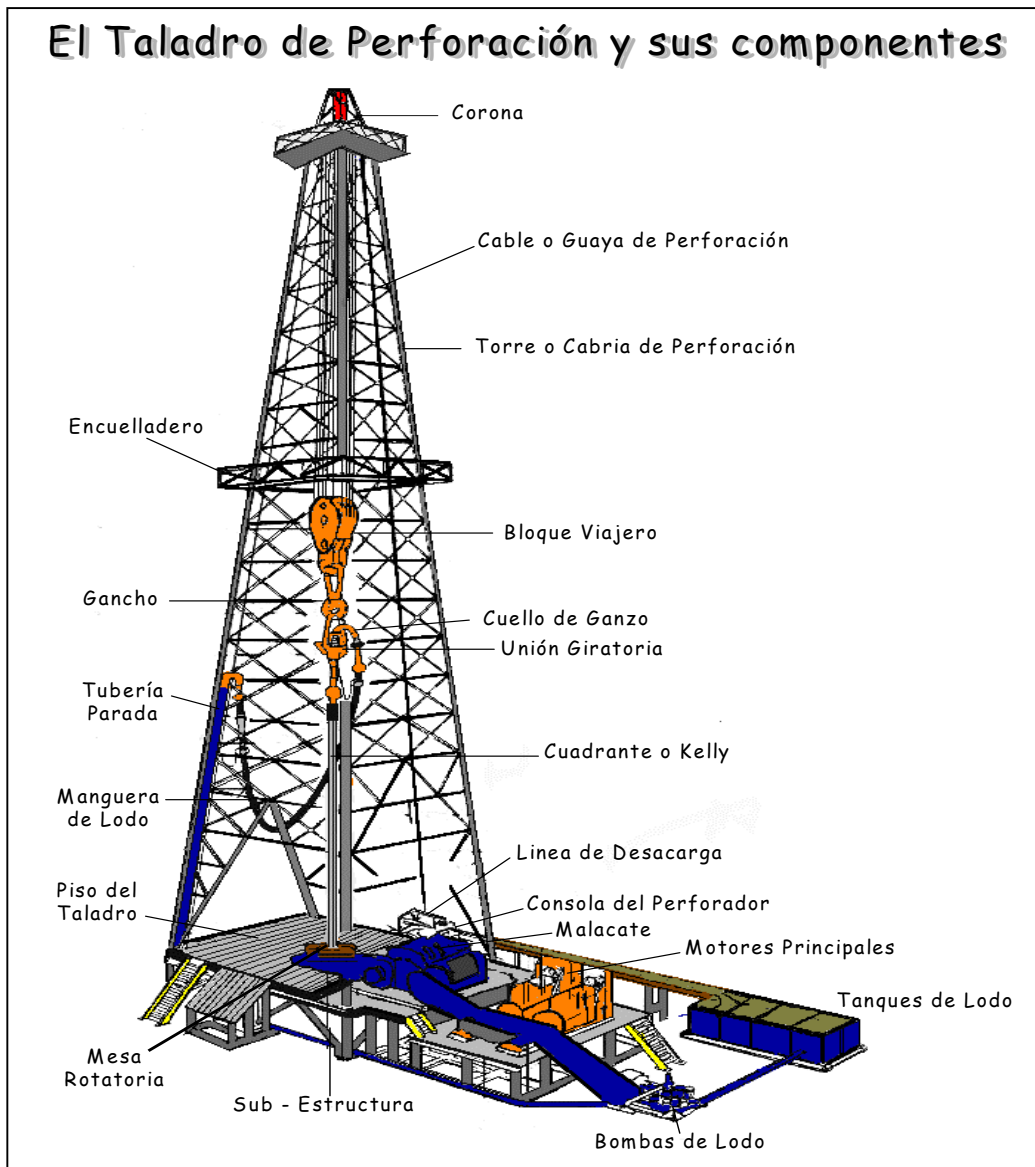


Figura 1 Organización equipo de perforación

Las partes de un equipo de perforación se muestran en la figura 1 y son las siguientes:

1. Corona
2. Cable o guaya de perforación
3. Torre o cabria de perforación
4. Encuelladero
5. Bloque viajero
6. Gancho
7. Unión giratoria
8. Manguera de lodo
9. Consola del perforador
10. Malacate
11. Motores principales
12. Tanques de lodo
13. Bombas de lodo
14. Mesa rotaria

Bloque corona

Es un conjunto de poleas, instaladas en la cornisa (tope) de la cabria. En conjunto con el bloque viajero, proveen el medio para bajar o levantar las sargas de tuberías utilizadas durante el proceso de perforación.

Cable o guaya de perforación

Es el eslabón más débil del sistema de levantamiento. El cable de perforación debe poseer características muy definidas para poder desempeñar el trabajo para el que se diseña. Está constituido por diferentes componentes con funciones específicas:

- Centro (alma)
- Cordón

Torre o cabria de perforación

Las cargas del viento permitidas, se especifican normalmente cuando la tubería se encuentra en el hoyo o cuando se encuentra parada en el piso de la cabria. Cuando la tubería está parada, sobre el piso de la cabria, aplica un momento de giro a la cabria en este punto. Deben hacerse mediciones del viento asumiendo que la carga del mismo actúa en la misma dirección que este momento de giro.

Encuelladero

Es el sitio de trabajo de la persona encargada de abrir el elevador y acomodar la tubería en los “peines” (“racks”), durante la sacada y de encuellar (cerrar el elevador sobre el tubo), para levantarla e introducirla al pozo durante la bajada.

Bloque viajero

Es un conjunto de poleas integradas en una unidad compacta de gran peso y solidez, lo cual garantiza rápidas velocidades de caída libre. Su capacidad de carga varía a un rango muy amplio: desde 40 toneladas (taladros autoportantes en tierra), hasta 1200 toneladas (taladros extraprofundos).

Gancho

Va instalado en el extremo inferior del bloque viajero y debe poseer la misma capacidad de carga de este. Internamente posee un mecanismo de amortiguación para compensar las altas cargas impuestas en él.

Cuello de ganso

Es la que permite la conexión entre de la manguera de lodo y la unión giratoria, es en forma de curva y por ella pasa el fluido de perforación.

Unión giratoria

Forma parte, tanto del sistema de rotación, como del sistema de circulación del taladro, en aplicación a sus funciones principales:

- Permitir el pase de fluido a través de ella, mediante un conducto interno empacado y absorber la rotación de la sarta mediante un sistema de engranajes.
- Soporta el peso de la sarta de perforación y va colgada en el gancho del bloque viajero.

Manguera de lodo

Se utiliza para conectar el extremo superior del tubo vertical a la unión giratoria.

Consola del perforador

Es un conjunto de paneles donde van instalados los instrumentos de medición de las variables involucradas en la perforación y los controles para accionar los

equipos utilizados durante la perforación. La consola del perforador posee los manómetros y palancas de control del funcionamiento de todos los equipos principales del taladro (malacate, mesa rotaria, bombas de lodo), además del control de la distribución de potencia.

Malacate

Es el equipo encargado de proveer la potencia requerida para el izamiento de las cargas que están colgando del gancho.

Motores principales

Son la fuente que origina la potencia. Para taladros mecánicos, es una fuente directa. Para taladros diesel eléctricos, son una fuente indirecta, puesto que la potencia requerida por los motores eléctricos es producida por generadores acoplados a los motores principales.

Todos los taladros actuales poseen motores principales de combustión interna, los cuales pueden ser a gas o diesel.

Tanques de lodo

También se le conoce como trampa de arena. Es el tanque donde se recibe el retorno del pozo. Aquí se instalan los equipos separadores de sólidos primarios (zaranda), para descartar los cortes de tamaño mayor que 74 μ (micrones). La arena se asienta en el mismo por gravedad.

Tanque intermedio: es el tanque donde se instala el resto del equipo separadores de sólidos (desarenadores, deslimadores, centrifugas), para eliminar partículas y sólidos indeseables de tamaño entre 74 y 4 μ .

Tanque de succión: es el tanque desde donde el fluido, casi libre de sólidos, es succionado por las bombas de lodo. En él se instalan los equipos de mezcla.

Bombas de lodo

Son las encargadas de hacer cumplir el ciclo de circulación del lodo, desde que lo succionan del tanque respectivo, hasta que el fluido retorna al extremo opuesto del tanque de succión, después de pasar por el interior de las tuberías y los espacios anulares respectivos. y descarga en ambos extremos de la camisa.

Mesa rotaria

Es el equipo generador del movimiento rotatorio. Este movimiento puede ser obtenido mediante transmisión desde el malacate o con motores individuales.

Las principales características para una mesa rotaria son:

- Diámetro libre.
- Máxima velocidad de rotación
- Máxima carga estática.

Top drive

Es un equipo instalado justamente debajo de la unión giratoria y se usa para reemplazar el cuadrante, buje del cuadrante y la mesa rotaria. La rotación de la sarta de perforación se logra a través de motores eléctricos o hidráulicos incorporados al top drive.

INSTRUMENTACIÓN

Para el buen funcionamiento de los trabajos en el taladro se requiere de un continuo monitoreo que certifique que se está perforando con los parámetros establecidos para el pozo y que permita controlar todas las operaciones que se están ejecutando.

Las principales estructuras y herramientas de instrumentación de un taladro la constituyen:

La consola del perforador

Donde se encuentra un indicador de peso tipo EB, un manómetro de presión de bomba de lodo, con lectura desde 0 a 5000 lppc., un indicadores de torque de las llaves de la tenaza y de la mesa rotaria con capacidad de lectura de hasta 5000lppc para el primer indicador y un rango de 0 a 25.000 ft.lbs (libras por pie) en el segundo. en la consola del perforador se encuentra también otro indicador para el número de emboladas de las bombas, con un rango de 0 a 200 spm (strokes por minuto) y 2 manómetros que miden las revoluciones por minuto de la mesa rotaria, a un rango de 0 – 150 rpm y 0– 300 rpm respectivamente.

Registrador de parámetros de perforación

De tipo electrónico y digital, que registran el peso de la sarta, la carga en el gancho, el rpm y torque de la mesa rotaria, la tasa de penetración (rop), la presión de bombeo de lodo, el volumen llenado del pozo y emboladas de las bombas en operación.

Medidor de flujo en los tanques de reserva y activo

Lleva un registro tanto en digital como en papel, codificando la data transmitida de la perforación y enviándola en tiempo real mediante conexión, con una sensibilidad del sensor de 1 a 5 barriles.

1.4.1.2 ESTADO DEL ARTE

En los últimos años el potencial de las redes inalámbricas de ámbito doméstico o personal se ha hecho patente.

Bien para monitorizar una vivienda o para interconectar todos los aparatos electrónicos de uso personal (móvil, reproductor mp3, ordenador portátil, impresora, etc.), estas redes de bajo alcance tendrán cada día mayor uso en nuestras vidas. En el desarrollo industrial, aquellas tecnologías basadas en el estándar IEEE 802.15.4 se posicionan más fuertemente frente a otras basadas en IEEE 802.11 o Bluetooth.

El apoyo de grandes compañías y estudios comparativos demuestran que para el tipo de redes de interconexión de aparatos domésticos, aquellas basadas en IEEE 802.15.4 se consideran mejor apuesta que WiFi.

En esta sección se explicarán las principales tecnologías que hoy en día conforman las comunicaciones inalámbricas en redes de sensores.

Wireless Sensor Networks

Una red inalámbrica de sensores (Wireless Sensor Network, WSN) es una red compuesta por sensores que pueden interactuar entre ellos y monitorizar parámetros físicos. Suelen ser redes de área personal utilizadas, por ejemplo, para la comunicación entre dispositivos cercanos al entorno de trabajo de una persona. Su alcance es de decenas de metros y pueden utilizarse para la comunicación entre dispositivos en redes aisladas o para llegar a una red superior e incluso Internet.

El IEEE 802.15.4 es un estándar que especifica las capas física y de acceso al medio para cierto tipo de redes inalámbricas de área personal y con requisitos bajos de velocidad. Este estándar es la base de tecnologías como ZigBee, WirelessHART y MiWi, 802.15.4 ofrece a las capas superiores los fundamentos para la comunicación de dispositivos en un área de poco alcance, centrada en bajo coste, poca infraestructura, baja velocidad y requisito estrictos de consumo de batería. Las características más importantes de este estándar son:

- Es adecuado para la comunicación en tiempo real mediante el uso de slots temporales.

- Evita colisiones.
- Presenta un soporte integrado para comunicaciones seguras.
- Los dispositivos también incluyen funciones de control de energía en aspectos como calidad del enlace y detección de consumo.

1.4.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

1.4.2.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

El proyecto consiste principalmente en el diseño y desarrollo de un sistema de comunicación inalámbrico con topología de malla, en donde la comunicación sea fiable y robusta, basado en la tecnología inalámbrica wirelesshart, para satisfacer las necesidades en aplicaciones de automatización de procesos, es una tecnología de red de malla segura y robusta, funciona en la banda de radio ISM (industrial, scientific and medical), donde son bandas reservadas internacionalmente en las áreas industrial, científica y médica.

La implementación de un sistema de comunicación inalámbrico por medio del protocolo wirelesshart contiene los siguientes elementos:

- **GATEWAY:** Se requiere para integrar las señales de campo hacia un controlador lógico programable "PLC", el Gateway será instalado en campo, la comunicación entre el Gateway y los dispositivos de campo debe ser por medio de wirelesshart.
- **ADAPTADOR INALAMBRICO HART:** Debe permitir la captura del protocolo HART de cualquier instrumento alimentado en forma local, siendo capaz de añadir la información del dispositivo de campo a la malla WirelessHART. La señal de salida del sensor no será cableada a un sistema de control superior, llegará inalámbricamente al GATEWAY.
- **TRANSMISOR INALAMBRICO:** El transmisor inalámbrico debe ser capaz de capturar señales desde cualquier elemento o instrumento, enviando la señal de instrumentación a través de la señal inalámbrica.

1.4.2.2 ESPEIFICACIONES DE AMBIENTE DE OPERACIÓN

El uso de los instrumentos serán para ambientes exteriores por lo tanto son instrumentos con grado de protección (IP) para trabajar en ambientes industriales, deberán ser capaces de soportar una temperatura máxima de 80 °C, las condiciones durante el montaje serán de humedad relativa alta cercana a un 60% aproximadamente.

Los instrumentos deberán ser de construcción robusta, acondicionados para operar adecuadamente en las condiciones ambientales del sitio, a prueba de agua, aceite y polvo, deberán tener grado de protección IP65.

Los equipos están diseñados para tolerar vibraciones en un ambiente donde se puedan presentar vibraciones debido a algunos fluidos. La operación del sistema debe ser inmune al ruido eléctrico generado por otros equipos, así como la emisión de radiación electromagnética, no debe afectar el funcionamiento del resto de los equipos electrónicos del área, la alimentación de los dispositivos de campo serán por medio de una batería no recargable, o por medio de acometidas de 125 Vc.c, si los instrumentos requieren de un voltaje menor de operación se instalaría un regulador de voltaje para que el equipo opere con el voltaje especificado.

1.4.2.3 ESPECIFICACIONES DE MONTAJE

Los trabajos que se deberán ejecutar para el montaje de instrumentos y elementos de control incluyen:

- Instalación de los instrumentos indicados en el layout.
- Conexión y tendido de los cables si se requieren
- Prefabricación y montaje para el soporte de la tubería conduit y tubería de conexión a proceso que requiera la instrumentación.
- Material para soporte como tubos, ángulos, tornillos, tuercas para los instrumentos de campo, tubería, conduits y bandejas portacables (si se requieren).
- Como parte de la instalación, cada instrumento deberá ser rotulado permanentemente usando una placa de acero inoxidable al equipo o instrumento.
- Todos los instrumentos que lo requieran, deberán estar montados en un soporte metálico.
- Los transmisores remotos deben localizarse tan cerca como sea posible del elemento primario siempre y cuando satisfagan los requerimientos de visibilidad y accesibilidad para el mantenimiento.
- En las líneas que conducen señales de proceso que están sujetas a taponamiento debido a solidificación del fluido de proceso, corrosión, o acumulación de mugre de la tubería, deberán instalarse "tes" con tapón en la salida de válvula de aislamiento, de tal manera que pueda quitarse el tapón y limpiar la tubería con una sonda.

ESPECIFICACION DE GESTION

Se tendrá estación de gestión, se deberá tener en todo momento información completa del funcionamiento y toma de datos de la instrumentación instalada, con la cual se podrán

tomar decisiones acerca de problemas operativos que se puedan presentar en un momento determinado.

El monitor, el procesador, la memoria SDRAM, la tarjeta de video, el disco duro, la unidad de DVD R/W, el sistema operativo, las bases de datos y los demás accesorios que componen la estación, son de la más avanzada tecnología y de mejores características técnicas disponibles en el mercado.

La estación de gestión es el computador de tipo industrial, el cual deberá estar compuesto por:

- MONITOR: La estación de gestión, será un monitor tipo led full HD de 32”.
- TECLADO
- MOUSE
- CPU
- ALMACENAMIENTO MASIVO PRINCIPAL Y DE RESPALDO

El sistema deberá incluir el software necesario para el manejo de los despliegues. Las características principales que deberá tener dicho software son las siguientes:

- Manejo de despliegues de alta resolución.
- Posibilidad de definir ventanas con diferentes despliegues.

Además deberá contar con herramientas como librerías con gráficas y símbolos estándar, que permitan un rápido manejo y llamado de los despliegues.

1.4.3 NORMATIVAS TÉCNICAS A CUMPLIR

1.4.3.1 REQUERIMIENTO DE CALIDAD

Para que la propuesta a formular cumpla con los estándares de calidad para la ejecución y entrega satisfactoria del producto final, esta debe ser desarrollada en base a las siguientes normativas con las cuales nosotros siempre hemos trabajado:

Asegurar que nuestro sistema de instrumentación y todos los equipos que lo conforman sean debidamente certificados bajo norma ISA, la cual asegura el funcionamiento de todos nuestros equipos bajo la terminología antiexplosión, e intrínsecamente segura para zonas clasificadas por clase evitando riesgos en zonas propensas a accidentes. Adicionalmente certificados bajo norma Nema que nos aseguran que cada equipo instalado soporta el tipo de sustancias, en este caso lodo, sin presentar ningún daño en la medición, asegurando un

funcionamiento continuó y eficiente de parámetros de medición durante la perforación.

Todo lo referente al cumplimiento de gestión de calidad que conlleva a que cada area conformada en la empresa, administrativa, recursos humanos, ingeniería, y procedimientos a realizar, documentación, ambiente de trabajo, sean propicios para la realización y entrega final satisfactoria al cliente del producto final, ligados todos a la norma ISO9001

1.4.4 REQUERIMEINTOS LEGALES Y DE CONTRATACIÓN

1.4.4.1 LEGALES

Desde la constitución de nuestra empresa damos fé que cumplimos con todos los requisitos establecidos por ley para estar en funcionamiento de la actividad de la ingeniería, teniendo constancia del cumplimiento legal solicitado por el estado. Entre lo comentado anteriormente podemos asi determinar que tenemos la documentación requerida para estar ejerciendo nuestra actividad, tal documentación será relacionada a continuación:

- RUT (RegistroUnico tributario).
- NIT .
- Inscripción en la cámara de comercio.
- Matrícula mercantil..
- Declaración tributaria.
- Cumplimiento de obligaciones laborales y seguridad social.
- Registros y permisos sanitarios INVIMA.

Damos asi constancia de al momento de presentar nuestra propuesta al cliente, se tendrá la plena disposición de toda la documentación requerida legalmente, asegurando así la conformidad de la empresa para desarrollar cualquier propuesta relacionada a la actividad que ejercemos bajo todos los términos legales que exige el estado.

1.4.4.2 CONTRACTUALES

Para dar cumplimiento a las normas contractuales que se contemplarán una vez el contrato sea adjudicado, según nuestra experiencia a lo largo de los diferentes proyectos que hemos trabajado, nosotros establecemos polizas en cada contratación que principalmente establecen el aseguramiento en aspectos como accidentes en cuanto a presentarse alguna explosión a causa de alguno de nuestros equipos, o accidente del personal a cargo de la instalación y puesta en

marcha cuando se presente algún accidente que perjudique la integridad de la persona e incluso la muerte. En estos dos casos se establece un acuerdo que involucra a las dos partes relacionado a la responsabilidad de cada una de las partes en el accidente presente.

También se determinará pólizas relacionadas a el daño de equipos entre las dos partes, asegurando así que la integridad de cualquiera de los equipos utilizados por el cliente, o por nuestra empresa será remplazado dependiendo de la responsabilidad que tenga cada una de las partes en el problema presente.

1.4.5 RIESGOS DEL PROYECTO

1.4.5.1 IDENTIFICACION DE RIESGOS

Los principales riesgos del proyecto se observan en la tabla N°1

RIESGOS	
Operativo	Daño de Sensores
	Demoras en Instalación
	Zonas Explosivas
Físico	Zonas Rojas
	Transporte
	Envío de equipos

Tabla 1 Riesgos

1.4.5.2 GESTION DE LOS RIESGOS

- Los riesgos operativos, se pueden minimizar recurriendo a back up de equipos, teniendo sensores de respaldo a ser instalados en caso de presentar falla en alguno.
- La demora de instalación es difícil medirla debido a que la mayoría de equipos de perforación no son iguales, para ello se realizan reuniones previas al comenzar el proyecto para saber la ubicación y el tipo de sensores a ser utilizados, estas reuniones se hacen con las perforadoras y los operadores.
- Debido a ser equipos que van a estar en perforaciones petroleras se pueden presentar presencia de gases para ello los sensores deben ser proof explosión, a parte de tener personal muy capacitado para la instalación y puesta de servicio de estos.

- Varios equipos de perforación se encuentran en zonas seguras para ello los operadores e instaladores deben seguir las recomendaciones dadas por HSEQ, Ejército y Policía.
- La logística es un factor importante para no incurrir en gasto no necesario, uno de lo principales imprevistos que se presentan es que primero lleguen al campo los instaladores y operarios antes que los equipos a ser instalados, otro imprevisto es que se llegue a campo sin estar el campamento instalado y sin haber electricidad para trabajar.
- El envío de equipos en caso de daño y una persona para soporte es vital en este tipo de operaciones, para ello se debe disponer de personal 7 x 24 y equipos de reserva previamente configurados, de esta manera cuando se llegue a campo a reparar el daño ya halla sido diagnosticado y solamente sea desconectar y conectar.

1.4.6 RESPONSABLES DEL PROYECTO

RESPONSABLES DEL PROYECTO				
CLIENTE	José Armando Ospina		Director de proyectos	
	Hugo Andrés Sánchez		Gerente General	
EMPRESA				
	Javier Alfonso Clavijo		Gerente General	
	Julián Camilo Segura		Director de Proyectos.	

Tabla 2 Responsables del proyecto

1.4.7 REQUERIMIENTOS

1.4.7.1 ORGANIZACIONAL.

Para este proyecto la organización cuenta con un estimado de 8 personas, las cuales serán distribuidas entre los departamentos administrativos, técnico e ingeniería, los cuales estarán al tanto de todo el proceso de realización del proyecto descrito. Con el personal suministrado tenemos la capacidad para llevar a cabo el proyecto, ya que cuenta con la capacitación, conocimientos y experiencia adquirida suficiente para finalizar con éxito el trabajo propuesto.

La distribución del mismo tendrá en cuenta en la parte administrativa la gerencia del proyecto, junto con 2 personas que manejan el tema financiero de pago por cumplimiento, adicional una persona que manejará los contratos del personal suministrado para el proyecto. En el área de ingeniería, encargado un Ingeniero controlando la operación de instalación y cumplimiento de normas técnicas, junto con 2 técnicos que desarrollarán en campo la instalación de la infraestructura acordada.

Además que la empresa cuenta con el inventario suficiente y realización de varios proyectos similares que aseguran que se tiene la experiencia, además que el equipo a ser utilizado ya se ha manejado anteriormente, teniendo pleno conocimiento de diagnóstico de fallas en caso de presentarse problemas particulares, aunque se asegura en gran medida con el cliente, a través de capacitación con los técnicos, que el personal del cliente que manipulará dichos equipos estará con el conocimiento suficiente para manejarlos.

1.4.7.2 LEGAL.

Para la realización de este proyecto, y teniendo en cuenta la experiencia que tenemos en la actividad de ingeniería que desarrollamos, podemos afirmar que cumplimos con la documentación legal determinada por el estado para desarrollar cualquier proyecto relacionado con nuestra razón social. Así podemos asegurar que nuestra documentación está siempre actualizada, y que por lo tanto cumplimos con todo lo relacionado a pago de impuestos, y retenciones, declaraciones con la DIAN, así como con las obligaciones laborales y de seguridad social con todos los empleos de nómina. En caso de no tener algún requisito legal establecido en el contrato por el cliente, se dispone inmediatamente del personal idóneo y capacitado para ejecutar en el tiempo establecido por el cliente con la adquisición del mismo, estableciendo una respuesta rápida a la solución con personal con amplia experiencia en el tema.

1.4.7.3 FINANCIERO.

El proyecto como tal nos exigirá en cuanto a demanda económica lo relacionado a transporte del personal, transporte del equipo, y viáticos en caso de necesitarlo el personal. El proyecto como tal tiene un valor estimado total de \$ 500.000.000, por lo que es habitual para la empresa trabajar con proyectos de exigencia media, ya que la empresa como capital tiene tres socios, y los ingresos dependen de los proyectos que se adquieran, por lo tanto como la utilidad aproximada por proyecto se estima en un 25% esto nos da la seguridad de contar con el capital para la realización del proyecto. Los gastos están divididos entre las sedes que cuenta la empresa que son 4, aunque la que genera el mayor gasto es la de Bogotá, por lo tanto el estimado de gastos contando las tres sedes es de aproximadamente \$100.000.000, y el proyecto demandará para su realización total máximo 2 semanas, que en el estimado abordará un gasto administrativo de \$ 80.000.000 por transporte de personal y equipos. Estimando el valor de sueldo del total de empleados que participaran del mismo, este es aproximado a los \$ 20.000.000 por lo cual podemos demostrar, esperando no tener contratiempos durante el proyecto que el estado financiero de nuestra empresa garantiza que se cuenta con los recursos para desarrollar dicho trabajo en la totalidad de sus fases.

1.4.7.4 INFRAESTRUCTURA.

Nuestra empresa cuenta con tres sedes distribuidas en las siguientes regiones de Colombia: Villavicencio, Yopal y Neiva, las cuales tienen que generar reportes administrativos, financieros y técnicos a la sede principal en Bogotá. Estas sedes están ubicadas en puntos estratégicos donde está presente mucha actividad petrolera en el país, por lo tanto cumple en medida con las necesidades de perforación que van incrementándose actualmente en el país, ya que donde se está generando bastante perforación en el país son en las regiones de los Llanos Orientales.

Esto en gran medida también ayuda a tener material apropiado en caso de emergencia para que llegue oportunamente a el lugar donde será generado el proyecto, sabiendo que Bogotá está más alejado de estas zonas y gran parte de los proyectos que está trabajando la empresa están involucrados con esta importante zona petrolera. Además estas zonas están acomodadas en bodegas las cuales son utilizadas principalmente para el almacenamiento del equipos y personal que utiliza y con que trabaja la empresa. La sede de Bogotá por lo tanto está más involucrada con los temas financieros y administrativos de todo el personal y proyectos que está trabajando nuestra empresa. Por lo tanto para este proyecto contamos con la capacidad adecuada para suplir las necesidades que presenta el mismo relacionado a la infraestructura.

1.5 INGENIERIA BASICA

1.5.1 DIAGRAMA BLOQUE DE SOLUCIÓN

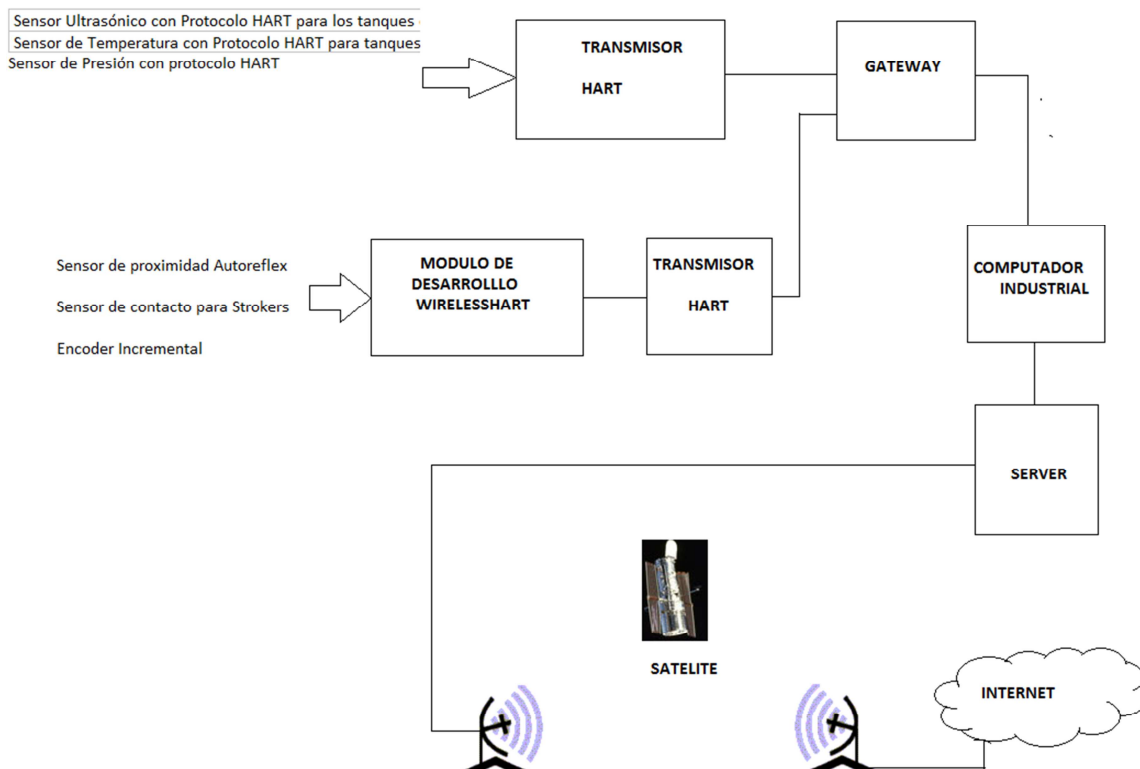


Figura 2 Diagrama de la solución

1.5.2 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Primero se obtienen las variables de entrada que se van a medir en este caso se tienen los siguientes sensores, ultrasónicos, temperatura, presión, de proximidad, de contacto para strokes y encoder incremental, algunos tipos de sensores cuentan con protocolo hart sin embargo como la aplicación va hacer una red de sensores inalámbricos se requiere un tipo de transmisor que pasa de hart a wirelesshart para integrarse a la red mediante comunicación inalámbrica, otros sensores como los de proximidad, de contacto y el encoder incremental no tienen integrado el protocolo wirelesshart por eso se hace necesario usar unos módulos de desarrollo de wirelesshart al igual que el transmisor hart para integrarse a la red, se tiene un Gateway para el cambio de protocolo y ser llevado al computador industrial en donde el operador supervisara el estado del proceso industrial, mostrando despliegues de las variables de entrada obtenidas esto se conoce con

el nombre de IHM, Las aplicaciones que requieren servicios, es decir datos, desde el nivel de automatización para procesar sus tareas, los piden como clientes desde los componentes de automatización, quienes a la vez proveen la información requerida como servidores.

1.6 INGENIERIA DE DETALLE

1.6.1 ESCOGENCIA DE COMPONENTES

Para el desarrollo optimo de la solución planteada se observaron diferentes proveedores como siemens, ABB, Rockwell y Emerson Rosemount; analizando los dispositivos que ofrecen se escogió como proveedor principal Emerson; es necesario decir que ningún proveedor observado brinda todos los equipos necesarios para el proyecto y por ende es necesario utilizar equipos de varios fabricantes, además de esto ningún fabricante tiene todos los sensores que se necesitan con wirelesshart para ello hay que utilizar un modulo de conexión a los sensores que permita pasar de hart a wirelesshart; otro problema que se encuentra es que no existe ningún sensor on/off que tenga integrado wirelesshart, para ello es necesario usar unos módulos de desarrollo de wirelesshart que los fabrica Dustnetworks, estos módulos permiten la comunicación por UART de cualquier dispositivo de entrada permitiendo un enlace por la red inalámbrica HART.

Una de las principales razones por las que se escogió Emerson es debido a que su adaptador para inalámbricas se realiza por medio de una conexión de rosca de ½ " quedando el equipo con las funciones a prueba de explosión garantizando la seguridad requerida en el campo, se seleccionaron las tarjetas de DUST debido a que esta empresa esta dentro de los desarrolladores de la fundación HART, para la conexión de estas tarjetas a los sensores on/off brindados por siemens hay que fabricar unas cajas que nos brinden la seguridad requerida por el proyecto.

Para la recolección de datos se usara un punto de acceso de Emerson debido a que la mayoría de equipos son Emerson se espera tenga mayor compatibilidad entre si.

El procesamiento de los datos suministrados por el punto de acceso lo realiza una computadora industrial debido a que la idea general es omitir cables y facilitar las instalaciones en campo; si se usara un PLC existiría el problema de conexión y se tendría que llevar varios cables hasta la consola central, con el computador industrial este se pondrá dentro de un gabinete donde también incluirá la pantalla HMI para la visualización de los parámetros medidos.

Para los accesos remotos se escogió como proveedor a la empresa Vitacom de Colombia que brinda enlaces satelitales en banda C los cuales son mas confiables y tienen menos perdidas e interferencias por cambios climáticos; al tener un computador industrial la instalación de un acceso remoto se hace en menos tiempo ya que no hay que realizar configuraciones complicadas en campo.

Una vez los datos son recibidos y almacenados en el computador industrial este los transmite via satelital a un sistema de almacenamiento en la nube esto con el fin de que se pueda acceder a estos datos desde cualquier dispositivo móvil ya sea un celular con android o una Tablet; al tener un computador industrial este se conectara a una red wi-fi para que el companyman, el geólogo y el toolpusher tengan acceso a todos los datos suministrados por el sistema como también a las alertas que se puedan presentar, donde ellos se enteraran casi inmediatamente de algún problema surgido realizando la toma de decisiones con mayor velocidad.

1.6.2 DIAGRAMAS Y PLANOS DE LA SOLUCIÓN

Ver Anexo1

1.6.3 LISTADO DE ELEMENTOS

Ítem	Cantidad	Descripción
1	4	Sensor Ultrasónico con Protocolo HART para los tanques de Lodo
2	2	Sensor de Temperatura con Protocolo HART para tanques de lodo
3	1	Sensor de proximidad Autoreflex
4	3	Sensor de contacto para Stokers
5	2	Sensor de Presión con protocolo HART
6	1	Encoder Incremental
8	1	Computadora Industrial
9	1	Pantalla para el perforador
10	3	Equipo computo para companyman, geologo y toolpusher
11	5	Módulos de desarrollo para wirelessHart
12	1	Gateway wirelessHart
13	1	Enlace Satelital
14	6	Cajas de paso para voltaje
15	6	Reguladores y supresor de picos para los sensores
16	4	Licencia Software Running

Tabla 3 Listado de Elementos

Ítem	Cantidad	Descripción
1	1	Backup sensor ultrasónico
2	1	Backup sensor temperatura
3	1	Backup sensor de proximidad
4	1	Backup sensor de contactostokers
5	1	Backup sensor de presión
6	1	Backupencoder incremental
7	1	BackupGateway
8	3	Regulador y supresor de picos

Tabla 4 Elementos de backup

1.7 NECESIDAD DE BIENES DE CAPITAL

1.7.1 HERRAMIENTAS

Ítem	Cantidad	Descripción
1	4	Licencia Software desarrollo
2	5	Equipos de computo para la programación de la solución
3	2	Multímetros
4	1	Calibrador Fluke
5	2	Estaciones de soldadura
6	1	Programadora de chip
7	1	Osciloscopio
8	1	Servidor
9	3	Cables de conexión para configuración

Tabla 5 Herramientas

1.7.2 VEHÍCULOS

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Vehiculo arrendado para transporte de equipos del sistema de adquisición.	2
2	Vehiculo arrendado para transporte de personal a campo.	2

Tabla 6 de vehículos

1.7.3 SOFTWARE Y LICENCIAS

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Software de programación PLC, con licencia incluida	1
2	Software Microsoft Windows Server 2010 con licencia incluida.	1
3	Software Java para aplicación de sistema de adquisición.	1
4	Software Microsoft Windows 7 con licencia incluida.	1
5	Software antivirus protección total con licencia incluida.	1
6	Software Microsoft Office 2010 con licencia ncluída.	1

Tabla 7 software y licencias

1.7.4 ENTRENAMIENTO Y/O CERTIFICACIONES

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Capacitación en programación en PLC	2
2	Capacitación manejo Microsoft Server 2010.	2
3	Capacitación programación en Java.	2

Tabla 8 entrenamientos y certificaciones

1.8 FACTIBILIDAD TECNICA DEL PROYECTO

Habiendo establecido los elementos necesarios para la implementación de la solución, podemos así determinar que tanto el personal como la capacitación de cada uno de los involucrados en este proyecto son óptimas para determinar que en este punto el personal cumple con los requerimientos para poder realizarlo. No cabe duda que también la experiencia de los mismos es determinante para poder asegurar que el proyecto se realizará satisfactoriamente.

Adicionalmente el planteamiento técnico de la solución puede asegurarle al cliente el entendimiento apto de la solución sin necesidad de que la persona encargada en su revisión tenga los conocimientos técnicos de ingeniería, ya que se basa principalmente en los elementos básicos necesarios para la medición de parámetros en términos de funcionamiento de perforación.

Podemos también determinar que la instrumentación utilizada es la adecuada para la actividad a desarrollar ya que ha sido utilizada durante mucho tiempo y en gran variedad de proyectos relacionados con perforación, adicional que los proveedores de los mismos garantizan una durabilidad y confiabilidad de los equipos para que trabajen y tengan un tiempo de uso y vida prolongado.

El controlador para conexiones físicas es adecuado para el trabajo en condiciones presentes en cualquier pozo petrolero, adicional el sistema inalámbrico garantiza que el mantenimiento de equipos sea eficiente, ya que se evita la utilización de cableado, y si un equipo presenta fallos simplemente pueda realizarse por medio de software y no implica cambio de cableado.

Nuestro sistema también garantiza adquisición de datos en tiempo real, ya que el tiempo de respuesta de la red inalámbrica garantiza que los datos legibles en pantalla son confiables para que se puedan tomar medidas oportunas en caso de problemas de pozo en perforación.

El sistema de comunicación satelital garantizará que los datos puedan ser legibles en tiempo real remotamente, para que tanto en sitio como remotamente los datos obtenidos concuerden con lo que realmente pasa en pozo y en actividad.

1.9 WBS

Ver Anexo 2

1.10 ÁRBOL DE TAREAS

Ver Anexo 3

1.11 TABLA DE PRECEDENCIAS

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECEDENCIA	DURACIÓN
a	Actualización en la forma de obtener las variables de perforación del equipo	-	4
b	Transmisión de datos remotos con almacenamiento en la Nube para acceso desde cualquier dispositivo con JAVA	a	6
c	Verificación de variables a trabajar	a	3
d	Uso de sensores inalámbricos	b y c	5
e	Almacenamiento de datos en la nube	a, b, c y d	8
f	Cumplimiento normas API	d	2
g	Cálculos y dimensionamiento	b, c, d y e	10
h	Escogencia componentes	a, c, d y g	3
i	Determinación bienes de capital	d, g y h	5
j	Estudio equipo de perforación	a y d	4
k	Fabricación de soportes para sensores	c, d y h	16
l	Instalación sensores	d, g, h y k	14
m	Instalación antenas y equipos de adquisición	d, g, h, k y l	9
n	Entrada en operación	c, d, f, g, h, k, l y m	5

o	Pruebas de conformidad	d,e,f,k,l,m y n	2
p	Afinamiento operación	d,e,f,k,l,m y n	4
q	Soporte Telefónico	n	1
r	Soporte en Campo	n	2
s	Perforadores	n	4
t	Supervisores	n	4

Tabla 9 Precedencias

1.12 PROVEEDORES Y SU OFERTA

EMPRESA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Emerson	Empresa de gran reconocimiento, pioneros en Hart y WirelessHart, pertenece al grupo de desarrollo HART, partners en Colombia	Hay que implementar un adaptador para la mayoría de los sensores
AwiaTech	Pertenece al grupo de desarrollo HART	No hay partner en Colombia, no fabrican sensores, solo adaptadores
MACTek	Pertenece al grupo de desarrollo HART	Solo tienen en sus productos el adaptador de HART a WirelessHart
Nivis	Pertenece al grupo de desarrollo HART experiencia en el área de la automatización química	Fabrican únicamente routers y nodos de comunicación para wirelesshart
Siemens	Empresa de gran reconocimiento mundial, un amplio soporte, existen varios partners en Colombia, pertenece al grupo WirelessHart	Hay que implementar un adaptador para la mayoría de sensores
Dust Networks	Pertenece al grupo de desarrollo HART, Fabrican módulos de desarrollo para Wireless HART	No hay partners en Colombia, equipos a ser importados
Endress+Hauser	Pertenece al grupo de desarrollo HART, Partners en Colombia, equipos usados en la industria petroquímica	Solo tienen en sus productos el adaptador de HART a WirelessHart, no es un equipo para zonas peligrosas
Softing	Pertenece al grupo de desarrollo HART	No hay partners en Colombia, equipos que no son usados en la industria petroquímica
National Instruments	Empresa de gran reconocimiento mundial, amplio Soporte, equipos fáciles de instalar y usar.	Equipos con pantalla táctil de muy bajo rendimiento en procesamiento
Industrial PC	Diferentes referencias de equipos, procesadores de última tecnología, varios sistemas operativos cumplen con normas de seguridad	No hay representantes en Colombia, hay que importar los equipos

br-automation	Diferentes referencias de equipos, procesadores de ultima tecnología, varios sistemas operativos cumplen con normas de seguridad	No hay representantes en Colombia, hay que importar los equipos
---------------	--	---

Tabla 10 proveedores

Observando los diferentes proveedores y al ver sus fortalezas y debilidades se escogieron únicamente dos fabricantes de cada producto necesitado, esto con el fin de ir implementando unos filtros para la selección de materiales de acuerdo a los requerimientos, en la Tabla X, se puede observar dos proveedores por cada equipo necesario con sus respectivos precios.

Producto	Referencia	Empresa	Diferenciador	Precio
Sensor de Nivel Ultrasónico	TheProbe	Siemens	Hay que usar un adaptador	18.000.000
	Rosemount 3051S Wireless Series	Emerson	WirelessHart Incluido	20.000.000
Sensor de Presión Diferencial	Sitrans P280	Siemens	No Hay	11.000.000
	Rosemount 3051S Wireless Series	Emerson	No Hay	10.000.000
Sensor de Temperatura	Sitrans TF280	Siemens	No Hay	
	Rosemount 248 Wireless	Emerson	No Hay	8.000.000
Sensor de Proximidad	Simatic PX	Siemens		6.500.000
	Detector de proximidad SMT/SME-8M	Festo		6.000.000
Adaptador Wireless HART	Sitrans AW10	Siemens		3.400.000
	Smart Wireless THUM™ Adapter	Emerson		3.000.000
Encoder Incremental	E30S45003T24	Autonics	No cumple NEMA	5.000.000
	Model 702	EPC	NEMA 13 Y 4	8.000.000
Computadora Industrial	Panel PC's	Industrial PC	Pantalla IP65	15.000.000
	Panel PC 700	BR-automation		12.000.000
Modulos de desarrollo	SmartMeshWirelessHART	Dust-Networks	Único perteneciente al grupo de HART	10.000.000
Gateway WirelessHart	Smart Wireless Gateway	Emerson		8.000.000
	IE/WSN-PA Link	Siemens		9.500.000

Tabla 11 Comparación costos proveedores

Tener un sistema inalámbrico que no requiera una fuente de alimentación directa o procurar que los equipos que la tengan sean menores se escogió como principal proveedor a Emerson; así ser un fabricante de gran reconocimiento y uno de los pioneros en HART cuentan con gran experiencia y soporte técnico para el correcto desarrollo del proyecto. En cuanto a los sensores ON-OFF se escogió a FESTO, en esta parte se puede cambiar el fabricante ya que estos sensores son muy comunes y hay gran variedad de ellos.

1.13 FLUJOGRAMA MONTAJE

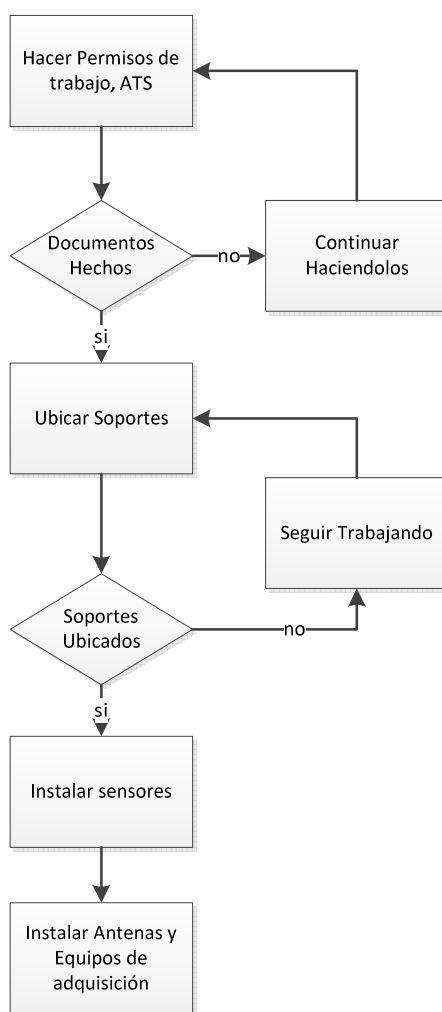


Figura 3 Flujo grama de Montaje

1.14 FLUJOGRAMA PARA EL ARRANQUE Y PUESTA DE SERVICIO

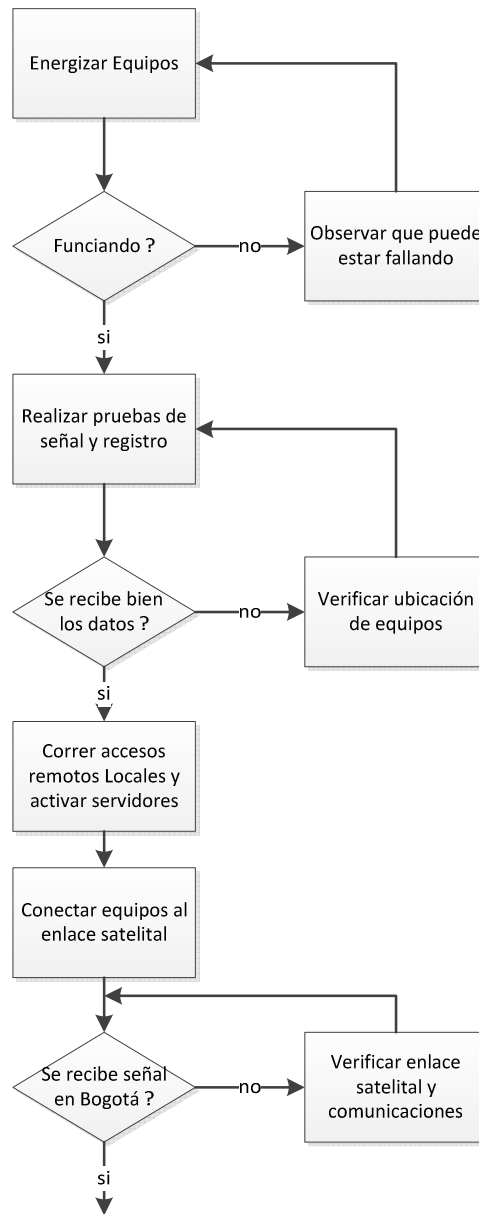


Figura 4 Flujo grama arranque y servicio

1.15 FLUJOGRAMA PARA LA ENTREGA

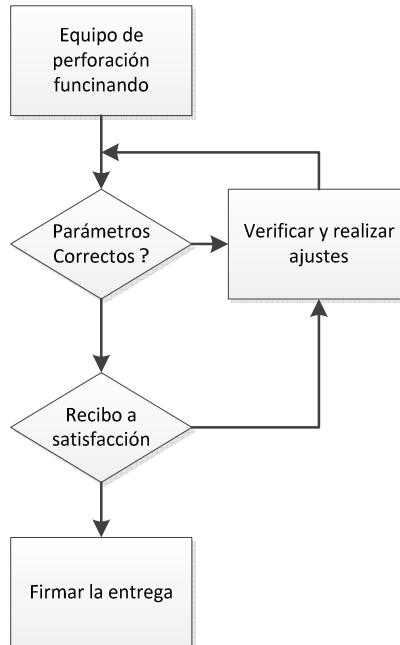


Figura 5 flujo grama para la entrega

1.16 INDICADORES

1.16.1 INDICADORES DE CALIDAD PARA EL MONTAJE

- Inspección visual de los equipos para indicar que los instrumentos o dispositivos de campo se encuentren en perfecto estado.
- Que toda la instrumentación tienen su certificado de calibración y de trazabilidad.
- Que los sensores estén instalados en los sitios propuestos como se muestran en el esquema de instalación o dado el caso donde no intervengan con la seguridad de los operarios o en el proceso industrial.

- La instrumentación instalada corresponda a lo que se ofrece en la propuesta con sus debidos grados de protección, IP y precisión correspondientes.
- Deberá observarse que se cumplan las normas API.
- Los equipos deberán ser certificados y tener aprobación por la familia hart.
- Se hará la inspección visual de que el computador industrial cumpla con los requerimientos ofrecidos y obtenga todas las especificaciones necesarias para un correcto funcionamiento.

1.16.2 INDICADORES DE CALIDAD PARA EL ARRANQUE

- Que todos los equipos se encuentren instalados adecuadamente.
- La instalación no deberá atentar contra la vida de los operadores o control el proceso industrial.
- Los equipos deberán tener línea de vista sin obstáculos para que la comunicación vía inalámbrica sea confiable.
- No debe de haber interferencia electromagnética para que los funcionen de una manera adecuada.

1.17 INDICADORES DE CALIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO

- Se verificará que la acometida eléctrica es la adecuada para tomar la alimentación a todos los equipos.
- Se verificará uno por uno sin estar conectados a la red de sensores inalámbricos que los equipos enciendan y se medirá la variable que corresponde a cada sensor.
- Se verificará el encendido del computador industrial, Gateway y servidor.
- Se realizará la prueba con integración de todos los sensores a la red y se observará en el computador industrial que todas las variables medidas por todos los instrumentos de campo y supervisión del proceso industrial sean mostrados en el computador industrial a través de despliegues gráficos, y que los datos o registros históricos sean guardados en el servidor.
- Se observará que no deba haber problemas de comunicación entre los equipos que funcionan en la red al igual que haya perdidas de datos durante la comunicación.

1.18 ORGANIGRAMA EMPRESARIAL

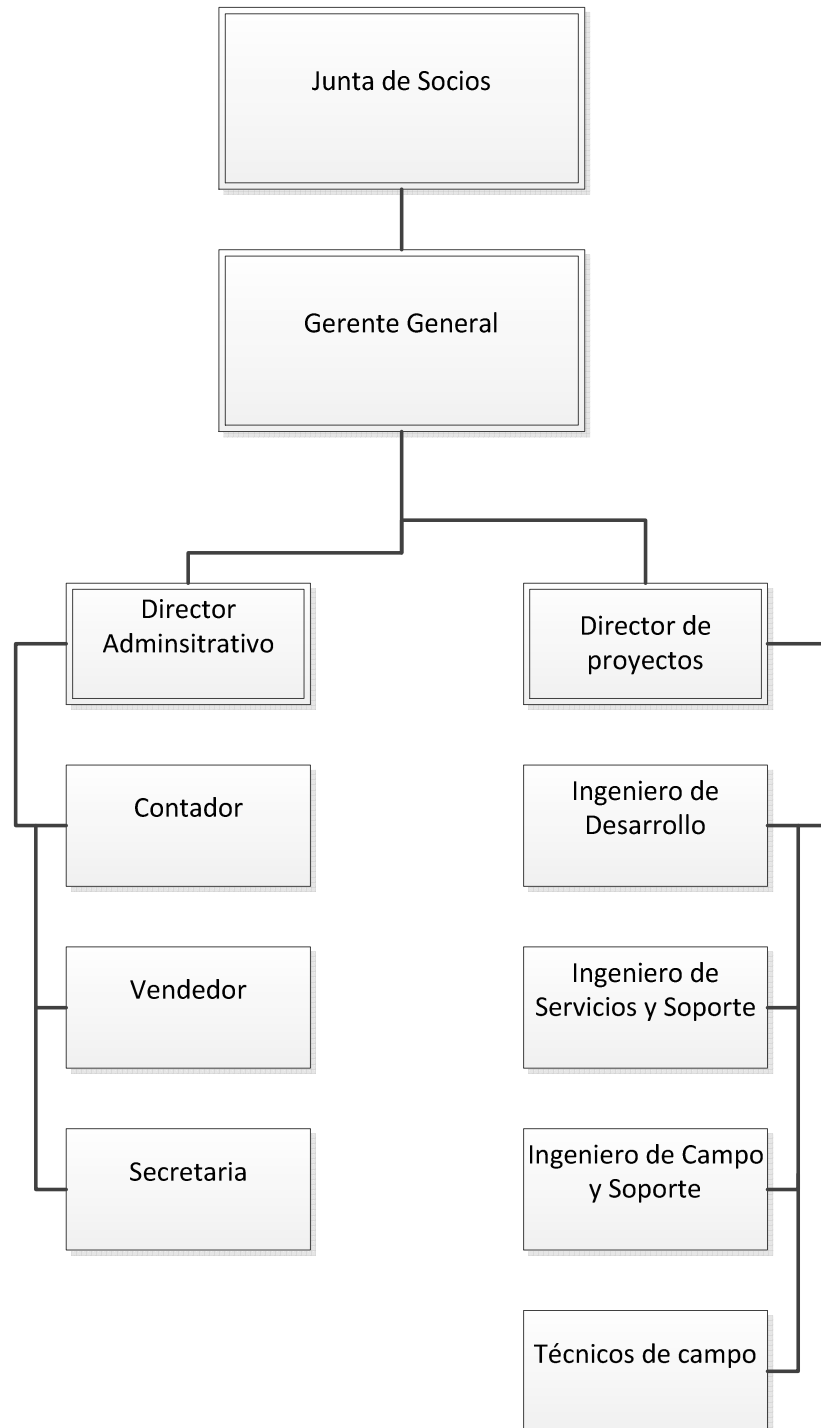


Figura 6 Organigrama

1.19 COSTOS ADMINISTRATIVOS

Cargo	Sueldo Mes
Gerente General	7.000.000
Director administrativo	5.000.000
Contador	2.000.000
Vendedor	2.000.000
Secretaria	800.000
Director de Proyectos	5.500.000
Ingeniero de desarrollo	3.500.000
Ingeniero de servicios y soporte	3.200.000
ingeniero de campo y soporte	3.200.000
Técnico de campo 1	2.000.000
Técnico de campo 2	2.000.000
Total	36.200.000

Tabla 12 Costos administrativos

1.20 COSTOS IMPLEMENTACIÓN

Ítem	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sensor Ultrasónico	4	20.000.000	80.000.000
Sensor de Temperatura	2	8.000.000	16.000.000
Sensor de Proximidad	1	6.000.000	6.000.000
Sensor de contacto para Stokers	3	6.000.000	18.000.000
Sensor de Presión	2	10.000.000	20.000.000
Encoder incremental	1	8.000.000	8.000.000
computadora industrial	1	15.000.000	15.000.000
pantalla de perforador	1	2.000.000	2.000.000
Equipo de computo	3	2.000.000	6.000.000
Módulos de desarrollo	5	10.000.000	50.000.000
Gateway wireless HART	2	8.000.000	16.000.000
Enlace Satelital	1	3.000.000	3.000.000

Cajas de paso y reguladores	6	1.000.000	6.000.000
Licencia de software Running	4	2.000.000	8.000.000
Adaptador de wireless HART	5	3.000.000	15.000.000
Licencia software de desarrollo	4	5.000.000	20.000.000
Equipos de computo	5	2.500.000	12.500.000
Multímetros	2	400.000	800.000
Calibrador fluke	1	5.000.000	5.000.000
Estaciones de soldadura	2	250.000	500.000
Programadora de chip	1	300.000	300.000
Osciloscopio	1	5.000.000	5.000.000
Servidor	1	4.500.000	4.500.000
Cables conexión	3	150.000	450.000
Vehiculo arrendado para transporte de equipos x Día	2	800.000	1.600.000
Vehiculo arrendado para transporte de personal x Día	2	350.000	700.000
Software de programación PLC, con licencia incluida	1	6.000.000	6.000.000
Software Windows Server 2010 con licencia incluida.	1	1.500.000	1.500.000
Software Java para aplicación de sistema de adquisición.	1	1.000.000	1.000.000
Software Microsoft Windows 7 con licencia incluida.	1	500.000	500.000
Software antivirus protección total con licencia incluida.	1	1.000.000	1.000.000
Software Microsoft Office 2010 con licencia incluida.	1	2.500.000	2.500.000
Capacitación en programación en PLC	2	1.200.000	2.400.000
Capacitación manejo Microsoft Server 2010.	2	1.200.000	2.400.000
Capacitación programación en Java.	2	1.200.000	2.400.000
Total			340.050.000

Tabla 13 Costos de Implementación

1.21 IMPUESTOS

Los impuestos a ser tenidos en cuenta es la retención en la fuente con un porcentaje de 3.5 % antes del IVA, el 1% de Rete ICA antes de IVA, el IVA del 16%

1.22 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Observando la duración del proyecto y la forma de contratación en Colombia se estima una duración del proyecto de 3 meses, siendo el total de sueldos mes de 36.200.000 nos da un total de 108.600.000 para la duración total del proyecto.

El costo total es la suma de los costos administrativos + los costos de implementación dando como resultado un valor de 448.650.000.

1.23 UTILIDADES Y PRECIO DE VENTA

Costos Administrativos	108.600.000
Costos de Implementación	340.050.000
Costo de Proyecto	448.650.000
Tasa de oportunidad en %	20
Precio de venta mínimo	560.812.500
Precio de venta al publico	623.125.000
Retefuente	21.809.375
ICA	6.231.250
Subtotal	651.165.625
IVA	104.186.500
Precio total de Venta	755.352.125

Tabla 14 Utilidades y Precio de Venta

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la implementación de este proyecto es viable por costos y recursos tecnológicos existentes hoy en día; al tener que realizar desarrollo como tal se requieren pruebas para que el sistema cumpla con la calidad deseada.

Observando el desarrollo de proyect hay que tener cuidado con las tareas criticas ya que pueden ocasionar mas recursos de los necesarios aumentado los costos del proyecto y por ende disminuyendo las utilidades.

Seria bueno que las empresas proveedoras de sensores como lo es siemens, Emerson y etc. Implementaran en la mayoría de sus sensores la conexión wireless hart, para que los equipos no dependan de la red eléctrica del taladro.

OBSERVACIONES

Uno de los principales aspectos a tener en cuenta para la parte técnica es que al ser un sistema nuevo que no se ha implementado anteriormente requiere de varias pruebas las cuales no fueron calculadas en este proyecto.

En cuanto a los aspectos económicos Microsoft Project realiza el cálculo salarial de acuerdo a horas trabajadas sin tener en cuenta festivos y fines de semana, el calculo que se realizo en este trabajo incluye los costos parafiscales de cada trabajador y es un salario mensual.

Se asumió que todos los equipos se venden directamente en Colombia y no hay que recurrir a costos de importación y legalización de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

1. **INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.**
Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2005. p 1-32.
2. **PROTOCOLO HART** , Hart Communication, disponible en <http://www.hartcomm.org/>
3. **SENSORES EMERSON,** disponible en <http://www2.emersonprocess.com/en-US/brands/rosemount/Wireless/Pages/index.aspx>
4. **SENSORES SIEMENS,** disponible en <http://www.automation.siemens.com/w1/automation-technology-wirelesshart-18957.htm>
5. **MODULOS DE DESARROLLO WIRELESS HART,** disponible en http://www.linear.com/products/smartmesh_wirelesshart
6. **EQUIPO DE PERFORACIÓN,** disponible en <http://es.scribd.com/doc/32468012/Componentes-de-un-Equipo-de-Perforacion>

