



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE
FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMÉRICA S.R.L.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

AUTOR:

Rodríguez Jaramillo Santiago Xavier

TUTOR:

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL**

Yo, Santiago Xavier Rodríguez Jaramillo, declaro ser autor de la Propuesta Metodológica, titulada “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.” como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 12 días del mes de febrero de 2019, firmo conforme:

Autor: Rodríguez Jaramillo Santiago Xavier

Firma:

Número de Cédula: 2200087233

Dirección: Fco. De Orellana

Correo Electrónico: santiagoxavier.rodriguez1@gmail.com

Teléfono: 09985134725

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Propuesta metodológica, previo a la obtención del título de ingeniero industrial, titulado “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.” elaborado por el Sr. Santiago Xavier Rodríguez Jaramillo.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 30 de abril del 2019

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El presente trabajo de investigación: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.” es absolutamente original, auténtica y personal; en tal virtud el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, 30 de abril del 2019

Rodríguez Jaramillo Santiago Xavier

C.I. 2200087233

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El Informe de Investigación Científico, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previa la obtención del Título de Ingeniero Industrial por lo tanto autorizamos al postulante a la presentación a efectos de su sustentación pública.

Ambato, 30 de abril del 2019

Ing. Cuenca Navarrete Leonardo Guillermo, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Tierra Arévalo José Marcelo, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Espinosa Pinos Carlos Alberto, Mg.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mis padres Javier y Lourdes, ellos han sido el pilar fundamental durante esta travesía con su apoyo incondicional y motivación en los momentos en que he estado a punto de desfallecer, solo me queda decirles. ¡Lo logramos!

Santiago

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová Dios por darme la vida, a mis padres por su apoyo incondicional durante esta carrera, a mis abuelitos: Rodolfo y Gloria, a mis hermanos: Adela, Danny y Diego, a mis compañeros de Sperry Drilling Services: Jorge Luis, Juan Carlos, José, Manuel, Raúl y Héctor por su apoyo durante estos largos y arduos 5 años en especial a Sandro y Leonardo que hicieron todo lo posible por gestionar las operaciones de tal manera que pueda asistir y no faltar a mis clases sinceramente me faltan párrafos para agradecer a cada una de las personas que me apoyaron en esta travesía pero a todos ellos los llevo en mi corazón. ¡Gracias Totales!

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	8
Objetivo general.....	8
Objetivos Específicos.....	8

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	9
MOTOR DE FONDO	9

PROCESO DE DESENSAMBLE DE MOTOR DE FONDO.....	9
DIAGRAMA DE BLOQUES.....	10
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	12
DIAGRAMA DE FLUJO.....	13
CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR.....	16
ORGANIGRAMA HALLIBURTON	19
ÁREA DE ESTUDIO	19
MODELO OPERATIVO	20
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO	20

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.	22
1. Requerimiento de Halliburton	22
2. Análisis del diagnóstico de la situación actual.	23
3. Determinación de puntos críticos.....	25
4. Propuesta de optimización de desensamble.....	27
DIAGRAMA DE BLOQUES.....	33
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	34
DIAGRAMA DE FLUJO.....	35
5. Comparación del método actual con el método propuesto.....	37
RESULTADOS ESPERADOS	41
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	42
ANÁLISIS DE COSTOS	43

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	44
--------------------	----

RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Calculo de tiempo estándar.....	17
Tabla 2	Resumen del Diagrama de Flujo de Proceso	24
Tabla 3	Datos Diagrama de Pareto	25
Tabla 4	Diagrama de Pareto	26
Tabla 5	Materiales Mecánicos.....	28
Tabla 6	Materiales Eléctricos	28
Tabla 7	Materiales Electrónicos	28
Tabla 8	Calculo del Tiempo Estándar Método Propuesto	36
Tabla 9	Comparación Método Actual Vs. Método Propuesto	37
Tabla 10	Costo de Materiales Mecánicos	38
Tabla 11	Costo de Materiales Eléctricos.....	38
Tabla 12	Costo de Materiales Electrónicos.....	39
Tabla 13	Costo total para la fabricación del calentador de inducción.....	39
Tabla 14	Costos de Operación.....	40
Tabla 15	Costos de Operación Mensuales	40
Tabla 16	Comparación Costos Método Propuesto Vs. Método Actual.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Bloques	11
Figura 2 Diagrama de Flujo de Proceso.....	12
Figura 3 Diagrama de Flujo.....	15
Figura 4 Organigrama de reparaciones Halliburton	19
Figura 5 Modelo Operativo	20
Figura 6 Diagrama de Pareto.....	27
Figura 7 Diseño de cuerpo y bobina de inducción	30
Figura 8 Método de calentamiento de bobina de inducción.....	31
Figura 9 Perfil de calentamiento de la superficie del motor de fondo.....	31
Figura 10 Diagrama de Bloques Método Propuesto.....	33
Figura 11 Diagrama de Flujo de Proceso Método Propuesto.....	34
Figura 12 Diagrama de Flujo Método Propuesto	35

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Número de Muestras Método Estadístico	16
--	----

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.”

AUTOR: Rodríguez Jaramillo Santiago Xavier

TUTOR: Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

La propuesta de optimización en el proceso de desensamble del motor en la empresa Halliburton, propone la implementación de un calentador por inducción, al comparar el diagrama de flujo de proceso del método actual con el método propuesto las operaciones se reducen de 9 a 7, los transportes se eliminan, se suprimen 5 demoras y 1 inspección. El tiempo de calentamiento se ve reducido notablemente, con el proceso de oxicorte demora 25 minutos y con el calentador por inducción se reduce a 3 minutos para lograr la misma temperatura. El tiempo del proceso se reduce 72,29 minutos lo cual es muy beneficioso para la empresa. Por último, en el análisis de costos el calentador por inducción recupera su inversión en el primer año al tener un ahorro de \$131,28.

DESCRIPTORES: calentador, inductivo, optimización, oxicorte, tiempo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

THEME: “OPTIMIZATION IN THE DISASSEMBLY PROCESS OF THE BACKGROUND ENGINE OF THE HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L. COMPANY”

AUTOR: Rodríguez Jaramillo Santiago Xavier

TUTOR: Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

ABSTRACT

The proposal of optimization in the disassembly process of the background engine in the Halliburton Company, proposes the implementation of an induction heater when comparing the process flow diagram of the current method with the proposed method. The operations are reduced from 9 to 7, the transports are eliminated, 5 delays and 1 inspection are suppressed. The heating time is reduced significantly, with the oxyfuel process takes 25 minutes and the induction heater is reduced to 3 minutes to achieve the same temperature. The time of the process is reduced 72.29 minutes which is very beneficial for the company. Finally, in the cost analysis, the induction heater recovers its investment in the first year by saving \$ 131.28.

KEYWORDS: inductive, optimization, oxyfuel, time, warming.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.”

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial hay empresas que han implementado la optimización dentro de sus procesos productivos, una de ellas es Rompetrol Group N.V, presente en toda Europa dedicada a la extracción de petróleo, con el pasar del tiempo ha logrado optimizar las operaciones de sus depósitos por medio de un sistema de gestión de terminales OpenTAS, el cual se encarga de controlar los procesos comerciales y de logística como los tiempos de espera innecesarios (Implicito, 2003).

En Ecuador varias organizaciones petroleras han aplicado la optimización de procesos en el procesamiento de crudo. Petroproducción es una organización que se encarga de la producción de barriles de petróleo en el Campo Sacha. La organización ha visto importante optimizar los procesos de la separación de petróleo, gas y agua de la estación de producción Sacha Central, para ello desarrollan un separador trifásico con capacidad para manejar la producción de los pozos con alto BSW y un tratador térmico para el tratamiento de la emulsión (Jiménez Carrión, 2009).

De igual forma la Empresa Pública Petroamazonas ha optimizado procesos en el Bloque 43- ITT, en el cual produce alrededor de 450 00 barriles diarios, esta mejora en los procesos se lo aplicó desde el año 2016 (El Telegrafo , 2016).

La empresa Halliburton fue fundada en 1919, brinda servicios petroleros con más de 55000 empleados en más de 80 países, su función principal es mantener los yacimientos petroleros por más tiempo, es decir maximizar el yacimiento durante su ciclo de vida. Actualmente la empresa Halliburton en el área de Sperry Drilling presenta demoras en el proceso de desensamble del motor de fondo debido al calentamiento mediante llama de oxicorte, lo que implica un consumo elevado de energía y debido a que el calentamiento es exotérmico, el calentamiento es lento por pérdidas de energía, lo que implica altos costos mensuales por demoras y consumo de cilindros de gas en oxicorte. El problema principal de Halliburton es el tiempo de mantenimiento en el cambio del motor de fondo diseñando nuevos mecanismos de calentamiento, el cual brinde un mejor rendimiento en consumo de combustible.

ANTECEDENTES

Una vez revisado investigaciones realizadas en la Universidad Indoamérica se detecta proyectos similares a la presente investigación, mas no igual a: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE DESENSAMBLE DEL MOTOR DE FONDO DE LA EMPRESA HALLIBURTON LATIN AMERICA S.R.L.” y se confirma la autenticidad del trabajo expuesto.

Como complemento y antecedente a la investigación se tomará, además lo siguiente:

“Optimización de flujos de trabajo para la simulación de yacimientos y procesos de recuperación mejorada, aplicados a un campo de petróleo negro” elaborado por: Pablo Bermeo Alvarez de la Universidad Central del Ecuador (Bermeo Álvarez, 2014).

- En base a los resultados obtenidos del estudio se concluye que la optimización de los flujos de trabajo para obtener los datos de entrada en una simulación ayuda a disminuir la incertidumbre técnica en la caracterización dinámica de los yacimientos, debido al control que se tiene sobre los mismos (Bermeo Álvarez, 2014).
- Debido a todo el trabajo que se realizó para la etapa del ajuste histórico en el modelo de simulación, se puede concluir que el ajuste es un proceso controlado por varias suposiciones, más aún cuando existe poca información y en donde existe siempre más de una respuesta (Bermeo Álvarez, 2014).
- Se concluye que los resultados del screening analítico y numérico realizado pueden servir de base para cualquier estudio de IOR/EOR, sin embargo, no es hasta la fase de la evaluación en sitio que pueda ser validado (Bermeo Álvarez, 2014).
- En base a los resultados del Screening Analítico y Numérica apoyándose en la Herramienta de EORt se concluye que en el yacimiento UM del Campo “PRO” el agente EOR que presenta mayor recuperación de petróleo al ser

inyectado es Agua de Baja Salinidad, mientras que en el yacimiento de UI polímeros (Bermeo Álvarez, 2014).

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la predicción en el modelo de simulación se concluye que la mejor estrategia de recuperación es realizar inyección de agua de baja salinidad en el yacimiento UM del campo “PRO” (Bermeo Álvarez, 2014).

“Análisis de la planificación y ejecución de los trabajos de reacondicionamiento para pozos petroleros en los campos MDC y PBHI-oriente ecuatoriano operados por la compañía ENAP SIPEC” realizado por: Gabriela Belén Llorenty Macías de la Universidad Politécnica del Litoral (Llorenty Macías, 2014).

Del análisis realizado en campo de la ejecución general de los reacondicionamientos se logró concluir lo siguiente:

- El uso de un filtro de 5 micrones en vez de un filtro de 10 micrones evitaría el paso de los sólidos a las arenas, esto junto con las sugerencias en la formulación de los químicos que se adicionan para el fluido de matado nos asegura que las formaciones están mayormente protegidas por ende la producción del pozo se deberá mantener o mejorar después del reacondicionamiento a dicho pozo (Llorenty Macías, 2014).
- Con el correcto manejo de tubería y el uso de una herramienta que nos brinde el torque óptimo en las conexiones, se estima que se puede reducir el porcentaje de tuberías dañadas a un 20% por lo que se reducirán los costos por reparación a más de la mitad generando un ahorro en costos y en elementos (Llorenty Macías, 2014).

Las conclusiones del análisis al proceso de planificación y el estudio de las completaciones realizado en las oficinas de ENAP SIPEC en Quito son las siguientes:

- La sugerencia de implementación de un formato de propuesta con el objetivo de formalizar el análisis realizado en el proceso de búsqueda de la mejor alternativa para resolver el problema que ocasiona la pérdida de producción para la planificación de los reacondicionamientos brinda una mayor certeza del proceso, plasmando en un documento escrito desde la recopilación de la información, las alternativas de solución y la resolución tomada en base a un presupuesto estimado y apoyada con las firmas de aprobación.
- El beneficio del ahorro del costo de la herramienta y simplificación del aparejo de producción evitando el uso de standing valve en completaciones con BES y en pozos con alta tasa de corrosión resulta mayor al contrabeneficio de la pérdida de producción debido a paradas de producción.

“Optimización de los procesos en las facilidades de producción en el Campo Sacha, estación del Sacha Central.” Elaborado por: Cintya Paola Jiménez Carrión de la Escuela Politécnica Nacional (Jiménez Carrión, 2009).

- Del análisis de las facilidades de superficie usadas actualmente en la estación Sacha Central se puede concluir que los equipos han acabado su vida útil, ya que fueron instalados hace más de 35 años, por lo tanto existe un retraso tecnológico en comparación con los métodos usados actualmente. Además, en estos equipos no es común que se realice mantenimiento preventivo, lo que contribuye a su deterioro (Jiménez Carrión, 2009)
- Como se mencionó en el Capítulo 3, Petroproducción tiene un plan de optimización de personal y tecnología, por lo que es necesario modernizar las facilidades de producción utilizadas actualmente. Para este fin se ha tomado como referencia el modelo de producción utilizado en el Bloque 15 por su alta eficiencia en los procesos de separación la cual es alcanzada por medio de la combinación de dos FWKO y un deshidratador electrostático (Jiménez Carrión, 2009)
- De acuerdo con el estudio realizado sobre el proceso de producción que se maneja en la estación Sacha Central, es necesario reemplazar los separadores bifásicos por separadores trifásicos de producción con el fin de

independizar las fases de petróleo, gas y agua. Para esto se ha diseñado un separador trifásico con capacidad de 20000 BFPD y un tratador térmico con capacidad para 16800 BFPD los cuales tratarán el fluido de producción con alto BSW (Jiménez Carrión, 2009)

- Esta combinación de separador trifásico y tratador térmico mejora la eficiencia de separación y los tiempos de residencia, dando como resultado una mayor capacidad de tratamiento, es decir una mayor cantidad de volumen tratado por día; así como también reduce el uso de químico demulsificante usado en el proceso de deshidratación lo que se refleja en el ahorro de recursos económicos de la empresa (Jiménez Carrión, 2009)
- También se comprobó que los separadores bifásicos de producción 1, 2 y 3, actualmente instalados, pueden manejar la producción de los pozos con bajo porcentaje de BSW, por lo que no es necesario realizar ninguna modificación en los mismos (Jiménez Carrión, 2009)
- Debido a la baja producción de gas en la estación Central, ésta no representa ningún problema en su manejo en los separadores. (Jiménez Carrión, 2009)
- Los separadores de prueba tampoco generan ningún problema, ya que su capacidad es de 10000 barriles, y por lo tanto pueden procesar el caudal de cualquier pozo que se encuentre a prueba (Jiménez Carrión, 2009)
- El análisis económico demuestra que el proyecto es económicamente rentable, con un VAN mayor a cero correspondiente a \$ 0,5 MM; una tasa interna de retorno de 20% y una Relación costo-beneficio 1,06. El periodo de recuperación indica que se percibirán las ganancias luego del sexto año de haber iniciado el proyecto (Jiménez Carrión, 2009).

JUSTIFICACIÓN

En los talleres de mantenimiento de la empresa Halliburton se realizan diferentes actividades entre las que destacan el desacoplamiento del sistema motor de fondo, el cual cumple la función importante de perforación.

La presente propuesta es *importante* para la empresa puesto que si se optimiza el proceso de desensamble del motor se reduciría el tiempo de esta actividad la cual se realiza a diario y además se reducirían costos de operación del oxicorte. Esto ocasionaría una gran mejora al proceso productivo de Halliburton.

Con la información de la presente propuesta se puede analizar asimismo la posibilidad de mejorar el tiempo de calentamiento y el desensamble del rotor y su acoplamiento aumentando así la eficiencia del área de Sperry Drilling.

Los *beneficiarios* directos de la presente propuesta son los trabajadores del área de desensamble de la empresa Halliburton ya que lograrán desmotar la boquilla del motor de fondo en el menor tiempo posible optimizando así el trabajo; Además reducirán los niveles de riesgo por quemaduras al que se ven expuestos por trabajar con gases inflamables.

El proyecto es *factible* ya que cuenta con la información técnica por parte de la empresa Halliburton y de los talleres de mantenimiento y bibliográfica por parte de la biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

OBJETIVOS

Objetivo general

Optimizar el proceso de desensamble del motor de fondo de la empresa Halliburton Latinoamérica.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de desensamble del motor de fondo.
- Determinar el tiempo estándar del proceso de desensamble del motor de fondo.
- Diseño del nuevo método de desensamble del motor de fondo mediante un dispositivo de calentamiento por inducción para la liberación de torque en el proceso de desensamble de un motor de fondo.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Para entender el proceso de desensamble es necesario conocer la función principal del motor de fondo.

MOTOR DE FONDO

El motor de fondo o downhole motors - DHM pertenece al equipo de bombeo en el subsuelo, es decir permite la extracción del petróleo del interior del suelo, dentro del cual consta la bomba de subsuelo, el ancla de gas, el ancla, la sarta de cabillas es la línea de transmisión para la energía mecánica que maneja la bomba de subsuelo anti-torque y la sarta de cabillas (Línea de transmisión para la energía mecánica que maneja la bomba de subsuelo).

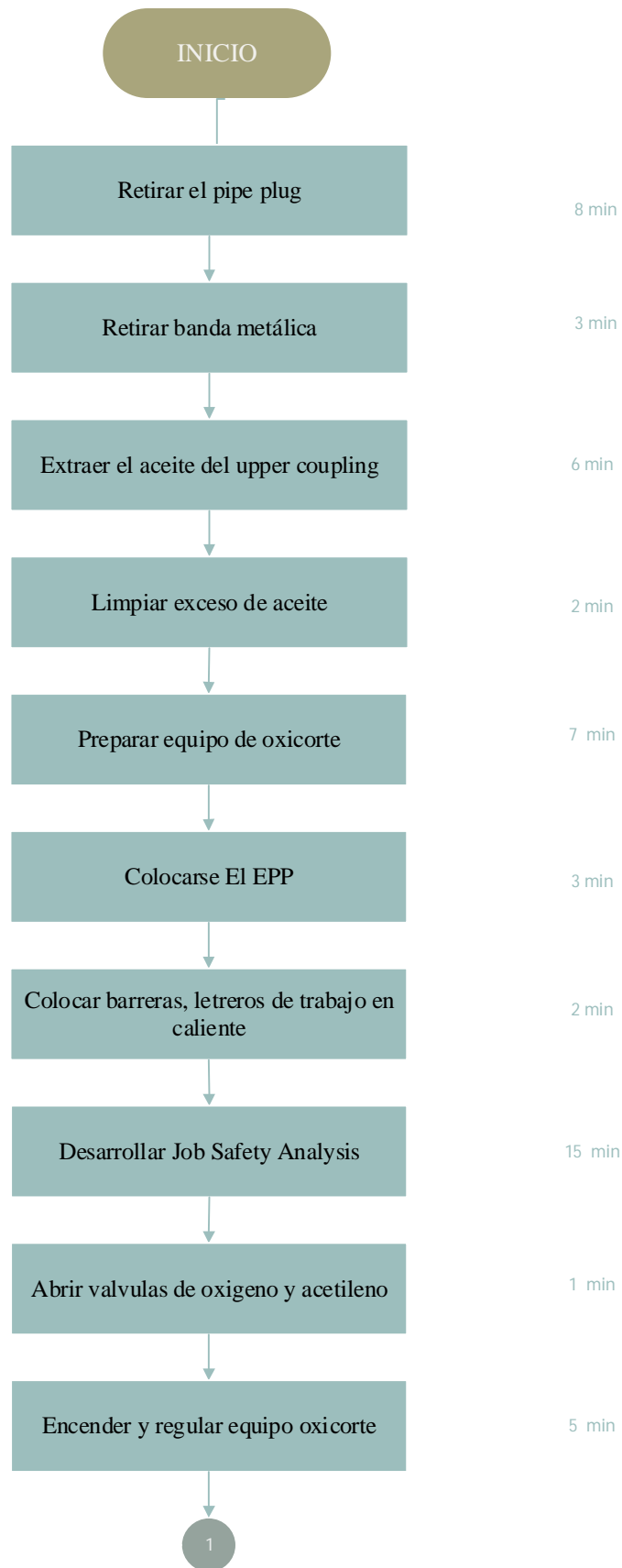
PROCESO DE DESENSAMBLE DE MOTOR DE FONDO.

En el proceso de desensamble de motor de fondo se realizan diversas actividades las cuales van a ser descritas en los diagramas que se detallan a continuación:

- Diagrama de bloques
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de ensamble

Además, se calcula el tiempo estándar para poder determinar cuáles son las actividades que toman más tiempo en ser realizadas.

DIAGRAMA DE BLOQUES



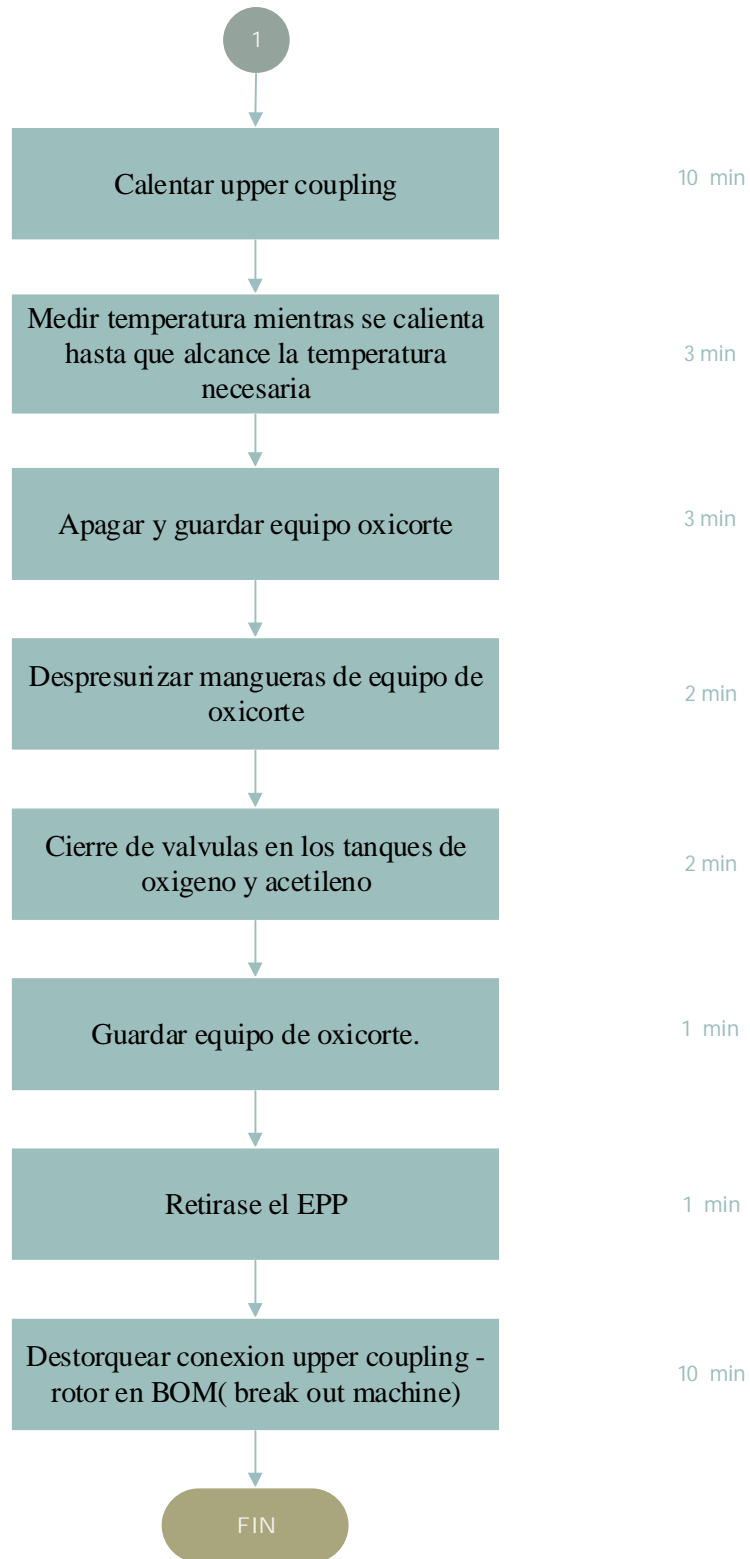


Figura 1 Diagrama de Bloques
Elaborado por: Santiago Rodríguez

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO


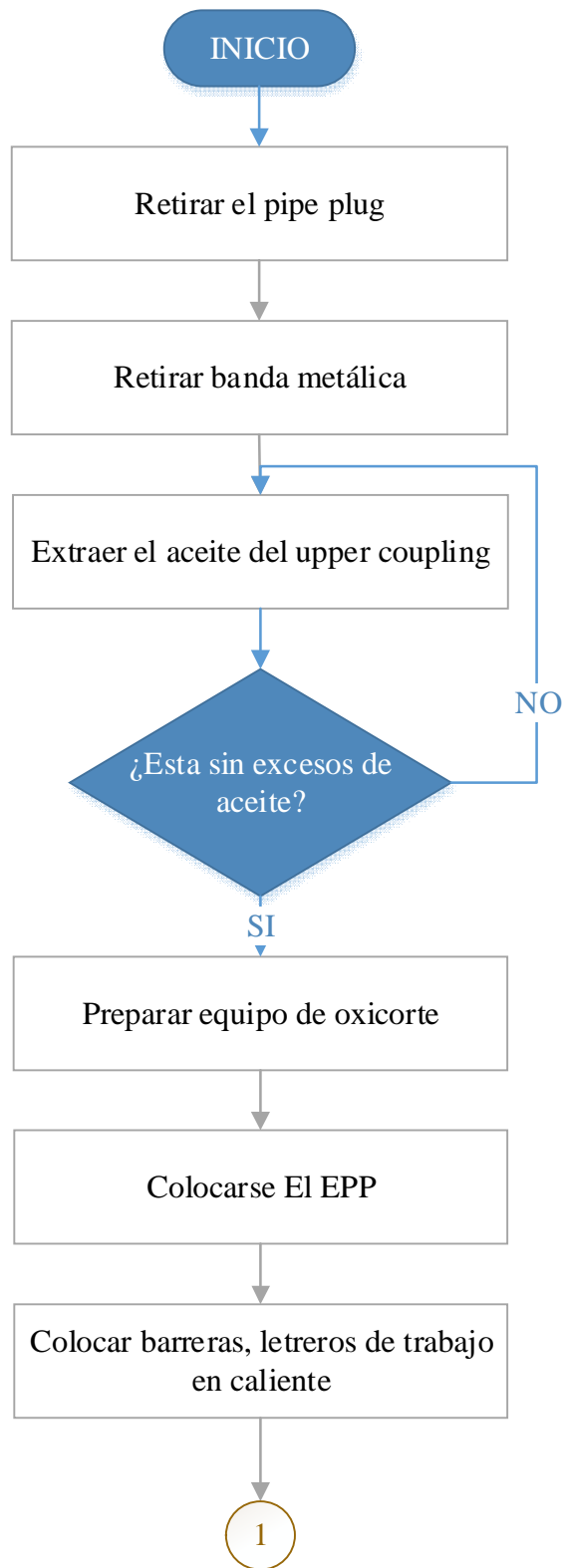
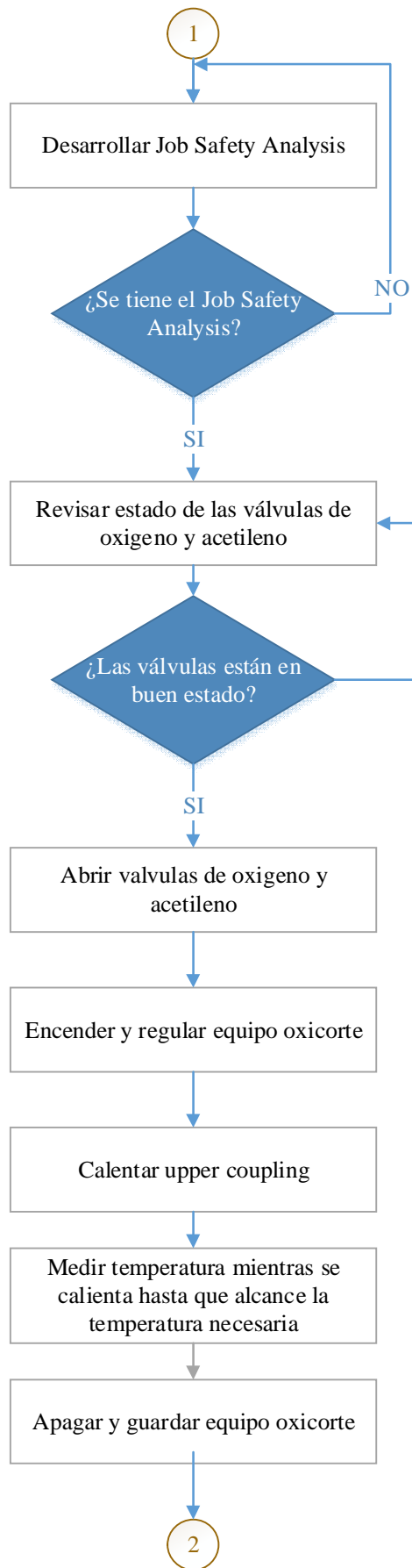
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO					No.:	1		
					Página:	1		
RESUMEN								
ACTIVIDAD		ACTUAL						
		No.	Tiempo					
OPERACIÓN	○	9	62					
TRANSPORTE	➡	1	1					
ESPERA	D	6	18					
INSPECCIÓN	□	2	18					
ALMACENAMIENTO	▽	0	0					
DISTANCIA (metros)		10			MATERIAL			
TIEMPO (min)		99		TAREA:	PROCESO DE DESENSAMBLE			
EL DIAGRAMA COMIENZA EN:				Retirar el pipe plug				
EL DIAGRAMA TERMINA EN:				Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)				
DESCRIPCIÓN				Cant.	Dist. (m)	Tiempo (min)		
				SÍMBOLOS				
				○ OPERACIÓN	➡ TRANSPORTE	D DEMORA	□ INSPECCIÓN	▽ ALMACENAMIENTO
Retirar el pipe plug	1	0	8	●	➡	D	□	▽
Retirar banda metálica	1	0	3	●	➡	D	□	▽
Extraer el aceite del upper coupling	1	0	6	●	➡	D	□	▽
Limpiar exceso de aceite	1	0	2	○	➡	D	□	▽
Preparar equipo de oxicorte	1	0	7	○	➡	D	□	▽
Colocarse el EPP	1	0	3	○	➡	D	□	▽
Colocar barreras, letreros de trabajo en caliente	2	0	2	○	➡	D	□	▽
Desarrollar Job Safety Analysis	1	0	15	○	➡	D	■	▽
Abrir válvulas de oxígeno y acetileno	1	0	1	●	➡	D	□	▽
Encender y regular equipo oxicorte	1	0	5	●	➡	D	□	▽
Calentar upper coupling	1	0	25	●	➡	D	□	▽
Medir temperatura mientras se calienta hasta que alcance la temperatura necesaria	2	0	3	○	➡	D	■	▽
Apagar y guardar equipo oxicorte	1	0	3	○	➡	D	□	▽
Despresurizar mangueras de equipo de oxicorte	1	0	2	●	➡	D	□	▽
Cierre de válvulas en los tanques de oxígeno y acetileno	1	0	2	●	➡	D	□	▽
Guardar equipo de oxicorte.	1	10	1	○	➡	D	□	▽
Retirase el EPP	1	0	1	○	➡	D	□	▽
Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)	2	0	10	●	➡	D	□	▽
ELABORADO POR: Santiago Rodríguez				REVISADO POR:		APROBADO POR:		

Figura 2 Diagrama de Flujo de Proceso
Elaborado por: Santiago Rodríguez

DIAGRAMA DE FLUJO





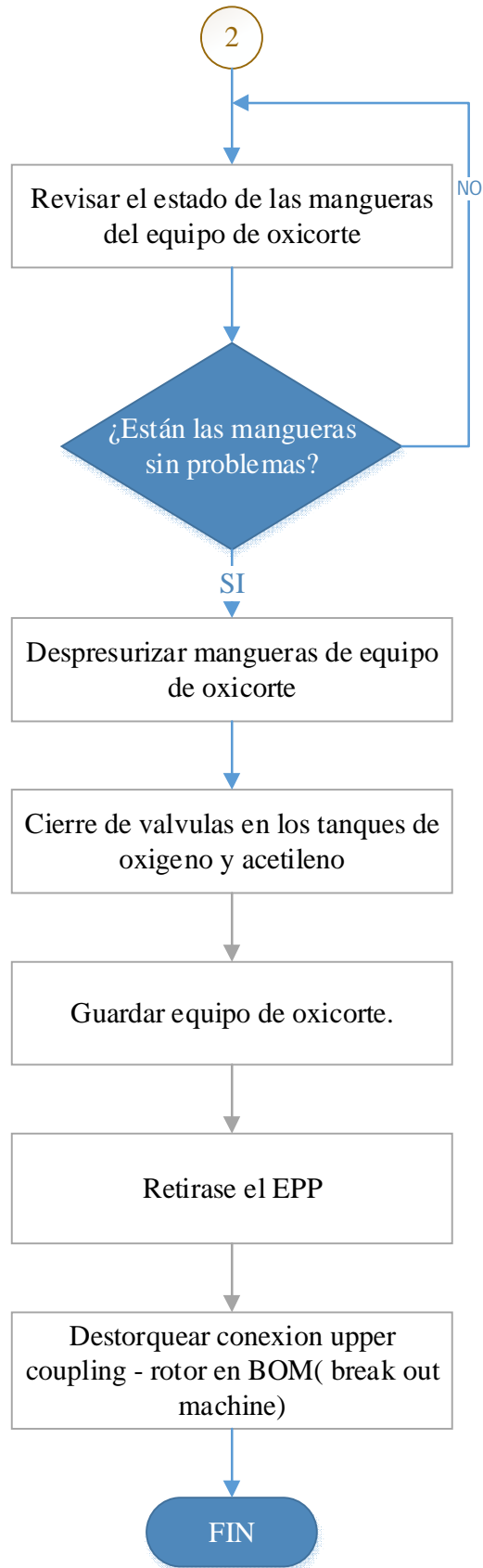


Figura 3 Diagrama de Flujo
Elaborado por: Santiago Rodríguez

CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR

Para el determinar el tiempo estándar se procede a calcular el número de muestras necesarias para la medición. En este estudio se va a emplear el Método Estadístico, trata de obtener el valor medio representativo para operación, habiendo tomado estos datos se calcula las muestras: (Cruelles, 2013)

$$N = \left(\frac{40 \sqrt{n'(\sum x^2 - \sum (x)^2)}}{\sum x} \right)^2$$

Ecuación 1 Número de Muestras Método Estadístico
Fuente: (Cruelles, 2013)

Donde:

N= Número de muestras

n'= Número de muestras preliminares

X= Valor de observaciones

40= Constante para un nivel de confianza de 94,45%

$$N = \left(\frac{40 \sqrt{5((5,44) - (5,20)^2)}}{5,20} \right)^2$$

$$N = 9,47 \approx 10$$

Muestra:

Se va a tomar 10 muestras de tiempos aleatorios para calcular el tiempo estándar del proceso de desensamble del motor de fondo.

Además, para la valoración del ritmo de trabajo se va a utilizar el valor de 100 representa el desempeño normal del trabajador en condiciones normales, sobre este valor o por debajo, significa si la operación que se realiza se está haciendo más rápida o lenta que lo normal.

Tabla 1 Calculo de tiempo estándar

HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS																					
Método	Actual	X	Equipo Utilizado	Cronómetro Digital																	
	Propuesto																				
Fecha de Inicio:		11/02/2019		Fecha de Finalización:		22/02/2019															
PROCESO		Desensamble del motor de fondo																			
Actividades	Lecturas (x)										Tiempo Observado Promedio	Ritmo de Trabajo	Valoración	Tiempo Normal	Tiempos Suplementarios (Ts)			ΣTs	%Ts	Tiempo Estándar	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					NP	Fatiga	Especial				
Retirar el pipe plug	8,1	8	8,13	8,04	8,09	8,05	8,8	8	8,14	8,1	8,145	100	1	8,145	5	4	2	11	1,11	9,041	
Retirar banda metálica	3,3	3	3,15	3,26	3,1	3	3,5	3,3	3,36	3	3,197	100	1	3,197	5	4	2	11	1,11	3,549	
Extraer el aceite del upper coupling	6,8	6,4	6,45	6,6	6,29	6,17	6,58	6,3	6,6	6,25	6,444	100	1	6,444	5	4	3	12	1,12	7,217	
Limpiar exceso de aceite	2,5	2,8	2,4	2,5	2,5	2,75	2,4	2,5	2,8	2,8	2,595	75	0,75	1,946	5	4	2	11	1,11	2,160	
Preparar equipo de oxicorte	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7,000	100	1	7,000	5	4	2	11	1,11	7,770	
Colocarse El EPP	3,5	3,3	3,3	3,5	3,7	3,5	3,8	3,3	3,5	3,7	3,510	100	1	3,510	5	4	2	11	1,11	3,896	
Colocar barreras, letreros de trabajo en caliente	2,2	2,9	2,5	2,3	2,5	2,3	2	2,6	2,3	2	2,360	100	1	2,360	5	4	3	12	1,12	2,643	
Desarrollar Job Safety Analysis	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15,000	100	1	15,000	5	4	4	13	1,13	16,950	
Abrir válvulas de oxígeno y acetileno	1,6	1,5	1,5	1,45	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,525	100	1	1,525	5	4	2	11	1,11	1,693	
Encender y regular equipo oxicorte	5,1	5,12	5,1	5,1	5	5	5,1	5	5,14	5	5,066	100	1	5,066	5	4	2	11	1,11	5,623	
Calentar upper coupling	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25,000	125	1,25	31,250	5	4	2	11	1,11	34,688	
Medir temperatura mientras se calienta hasta que alcance la temperatura necesaria	3,4	3,7	3,5	3,5	3,7	3,5	3,5	3,4	3,7	3,5	3,540	100	1	3,540	5	4	4	13	1,13	4,000	
Apagar y guardar equipo oxicorte	3	2,9	3	2,8	3	3	2,9	2,8	3	3	2,650	125	1,25	3,313	5	4	2	11	1,11	3,677	
Despresurizar mangueras de equipo de oxicorte	2,8	2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	2,8	2,5	2,9	2,6	2,670	100	1	2,670	5	4	2	11	1,11	2,964	

Cierre de válvulas en los tanques de oxígeno y acetileno	2,1	2,1	2,4	2,1	2,1	2,3	2,3	2,1	2,1	2,4	1,990	100	1	1,990	5	4	2	11	1,11	2,209
Guardar equipo de oxicorte.	1,7	1,7	1,6	1,3	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,680	100	1	1,680	5	4	2	11	1,11	1,865
Retirase el EPP	1,8	1,8	1,9	1,8	1,6	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9	1,810	100	1	1,810	5	4	2	11	1,11	2,009
Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,000	100	1	10,000	5	4	2	11	1,11	11,100
TOTAL																			123,054	

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Fuente: (Meyers, 2000)

ORGANIGRAMA HALLIBURTON

Actualmente la empresa cuenta con un organigrama para reparaciones el cual se aprecia en la siguiente figura 4:

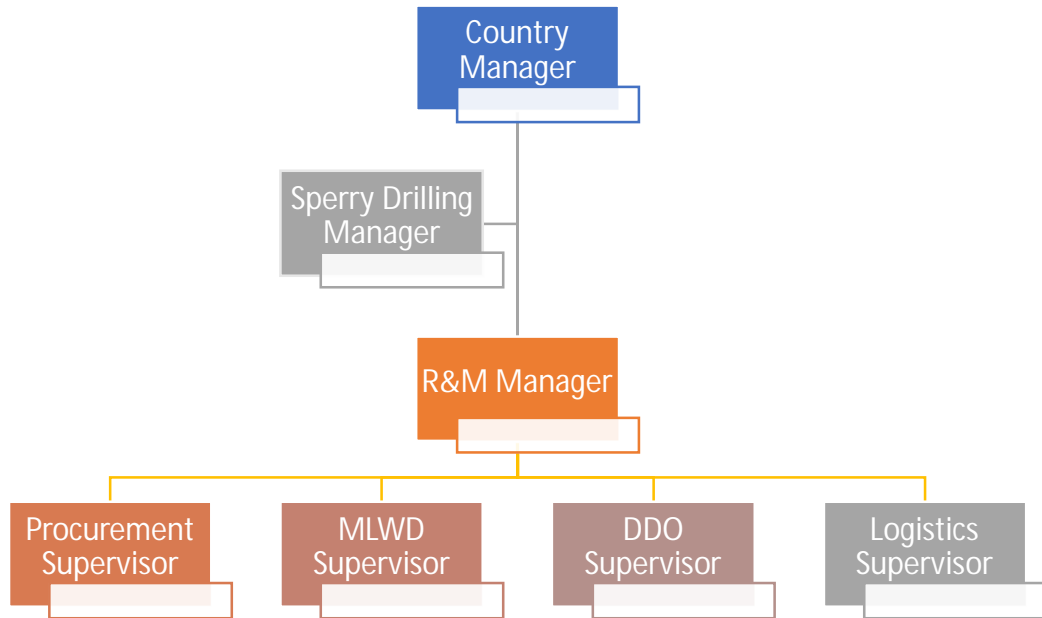


Figura 4 Organigrama de reparaciones Halliburton
Elaborado por: Santiago Rodríguez

ÁREA DE ESTUDIO

Área de estudio: Diseño Mecánico.

Dominio: Tecnología y Sociedad.

Línea de Investigación: Empresarialidad y productividad.

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Optimización.

Aspecto: Proceso.

Objetivo del estudio: Optimizar el proceso de desensamble del motor de fondo.

Período de análisis: agosto 2018– marzo 2019

MODELO OPERATIVO

La figura 5 se muestra el modelo operativo a seguir para la optimización del proceso de desensamble del motor de fondo, además se muestra la columna de código para cada paso a seguir y la duración estimada de cada una de las actividades.

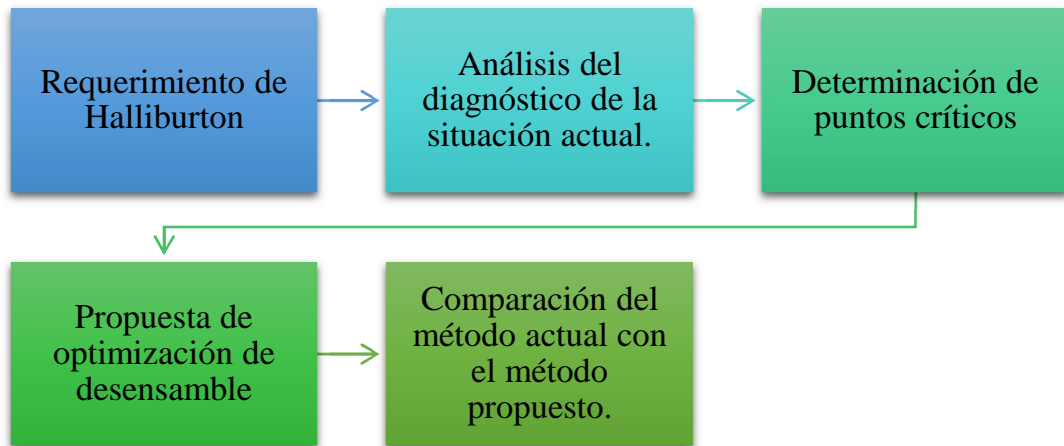


Figura 5 Modelo Operativo
Elaborado por: Santiago Rodríguez

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

Para llevar a cabo el calentamiento de la superficie mediante proceso inductivo se llevará la siguiente secuencia.

1. Requerimiento de Halliburton

Para poder determinar el requerimiento de Halliburton se gestionó una reunión con el Supervisor de Motores, quien está a cargo del proceso de desensamble del motor de fondo, el Ing. Manuel Yauripoma. En esta reunión se le realizó una entrevista en la cual se determinó que hay la necesidad de optimizar el proceso de desensamble del motor de fondo porque es realizado diariamente por los trabajadores de esta área y por el elevado costo que representa para la organización.

2. Análisis del diagnóstico de la situación actual.

Dentro de la situación actual se realizaron diagramas y el cálculo del tiempo estándar para poder observar en que partes del proceso hay mayor cantidad de demoras, tiempos muertos y actividades que no generen valor agregado, se resumirán las actividades que son improductivas.

3. Determinación de puntos críticos.

Se efectuará el análisis de puntos críticos por medio de un Diagrama de Pareto llamado también diagrama 80 – 20, en este diagrama se analizarán las causas principales que generan la mayoría de los problemas de la empresa.

4. Propuesta de optimización de desensamble

Para la optimización del proceso se propone el diseño de un calentador por inducción el cual permitirá que se reduzcan costos de materia prima y sobre todo reduciría el tiempo utilizado para realizar el desensamble del motor de fondo.

5. Comparación del método actual con el método propuesto

Se comparará el método que se realiza en la empresa vs. el método propuesto, en esta comparación se pueden observar las mejoras con respecto al tiempo del proceso de desensamble del motor de fondo. Por medio de una tabla se analizará los costos que implican tener el método actual y los costos necesarios para la implementación del calentador por inducción.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA.

1. Requerimiento de Halliburton

Para definir cuál es el requerimiento de la organización se realizó una entrevista estructurada dirigida al Supervisor de motores de Halliburton el Sr. Manuel Yauripoma, quien es el encargado del proceso de desensamble de motor de fondo. Dentro de esta entrevista se obtuvo lo siguiente:

- ¿Cuál es el factor que más problemas representa dentro del proceso de desensamble del motor de fondo?

Uno de los problemas principales dentro del proceso de desensamble del motor de fondo es que al momento de realizar el permiso de Job Safety Analysis hay demoras al revisar el estado de las conexiones, válvulas, mangueras, cables, etc. Esto genera altos costes para la empresa mensualmente.

- ¿El tiempo establecido para el desensamble del motor de fondo se cumple sin retrasos? ¿Por qué?

El tiempo no siempre es cumplido a tiempo puesto que los motores vienen de los pozos con sobre torqueadas del 30% a 40% del nominal. Ese sobre torque debe ser compensado con el oxicorte para disminuirlo lo más posible.

- ¿Conoce el tiempo estándar del proceso de desensamble del motor de fondo?

No con exactitud, puesto que hay procesos posteriores y anteriores que influyen en el estado del motor, además hay que tener en cuenta el modelo del motor que se va a desensamblar.

- ¿Hay algún tipo de desperdicio de recursos dentro del proceso de desensamble del motor de fondo?

Hay desperdicios en la mano de obra, puesto que al tener retrasos o demoras los operadores se quedan sin realizar ninguna actividad hasta que estén subsanados los errores, otro desperdicio son los aceites que tienen los motores porque siempre tienen que ser limpiados antes del desensamble.

2. Análisis del diagnóstico de la situación actual.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques es un diagrama que analiza de forma general y consecutiva las actividades que se realizaran dentro del proceso, el diagrama de bloques de Halliburton está compuesto por 18 actividades en las cuales se desarrolla el proceso de desensamble del motor de fondo, toma 99 minutos aproximadamente.

Diagrama de Flujo de Proceso

El diagrama de flujo de proceso empieza con la actividad de Retirar el pipe plug y culmina con Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine). El proceso de desensamble está compuesto por 9 operaciones con una duración de 62 minutos, 1 transporte con la duración de un 1 minuto para trasladarse una distancia de 10 metros, 6 demoras con un tiempo de 18 minutos, 2 inspecciones que toman 18 minutos en ser ejecutadas y no existe ningún almacenamiento. Al analizar el diagrama de flujo de proceso se puede observar que hay una gran cantidad de demoras, las cuales son aproximadamente el 35% de todas las actividades, por lo cual es una oportunidad que puede reducirse con la optimización del proceso.

Tabla 2 Resumen del Diagrama de Flujo de Proceso

RESUMEN			
ACTIVIDAD		ACTUAL	
		No.	Tiempo
OPERACIÓN	○	9	62
TRANSPORTE	➡	1	1
ESPERA	⏸	6	18
INSPECCIÓN	□	2	18
ALMACENAMIENTO	▽	0	0

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Resultados:

En el diagrama de flujo del proceso de desensamble del motor de fondo se observa que hay 9 operaciones con un tiempo de 62 minutos, 1 transporte con un tiempo de 1 minuto para trasladarse 10 metros, 6 demoras o esperas con un tiempo de 18 minutos y 2 inspecciones con un tiempo de 18 minutos, lo que da un tiempo total de 99 minutos.

Análisis:

Para suprimir los tiempos de esperas o demoras es importante revisar previamente las partes del motor y de la máquina de oxicorte para que no haya fallas durante el proceso.

Diagrama de flujo

El diagrama de flujo de la organización consta de varios pasos consecutivos los cuales tienen varias decisiones la primera decisión que hay que tomar en cuenta es si el upper coupling se encuentra sin aceite, porque al tener aceite este puede ocasionar riesgos al usar el oxicorte, la segunda decisión que interviene es el obtener el permiso del Job Safety Analysis el cual consiste en detallar los pasos de la actividad a realizarse, los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores y las medidas preventivas a tomar, la tercer decisión es revisar el estado de las válvulas y las mangueras del oxicorte porque podrían ocasionar graves daños a la salud de las personas que están a cargo de este proceso.

Cálculo de tiempo estándar

El tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente cualificado y adiestrado, que trabaja a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea según el método establecido. Se determina sumando el tiempo asignado a cada uno de los tiempos elementos u operaciones que componen la tarea afectados por el correspondiente suplemento de descanso fijo y variable, y la proporción de tareas frecuenciales.

El tiempo estándar requerido para el proceso de desensamble de motor de fondo es de 123,054 minutos, obtenido por medio de la toma de 10 muestras.

3. Determinación de puntos críticos.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto permite seleccionar las causas más importantes las cuales provocan la mayoría de los problemas en la organización. Los principales problemas en el proceso de desensamble del motor de fondo son:

Tabla 3 Datos Diagrama de Pareto

PROBLEMAS	TIEMPO
Desperdicio de oxicorte	5 min
Exceso de aceite	2,5min
Sobrecalentamiento del upper coupling	3 min
Mantenimiento correctivo	12min
Válvulas en mal estado	30min
Cortes en la ejecución Job Safety Analysis	35min
Problemas con las mangueras de oxicorte	18min

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Frecuencia: Al organizar una gran cantidad de datos en bruto, suele resultar útil distribuirlos en clases o categorías y determinar la cantidad de datos que pertenece

a cada clase. La frecuencia corresponde al tiempo que toma cada actividad en ser realizada. (Spiegel, y otros, 2009)

Porcentaje %: Es la frecuencia de la clase dividida entre la suma de las frecuencias de todas las clases y generalmente se expresa como porcentaje. (Spiegel, y otros, 2009)

Frecuencia acumulada: A la suma de todas las frecuencias menores que la frontera superior de un intervalo de clase. (Spiegel, y otros, 2009)

Tabla 4 Diagrama de Pareto

PROBLEMA	FRECUENCIA	%	ACUMULADA
Realizar Job Safety Analysis	35	33,18%	33,18%
Válvulas en mal estado	30	28,44%	61,61%
Problemas con las mangueras de oxígeno	18	17,06%	78,67%
Mantenimiento correctivo	12	11,37%	90,05%
Desperdicio de oxígeno	5	4,74%	94,79%
Sobrecalentamiento del upper coupling	3	2,84%	97,63%
Exceso de aceite	2,5	2,37%	100,00%
TOTAL	105,5	100%	

Elaborado por: Santiago Rodríguez

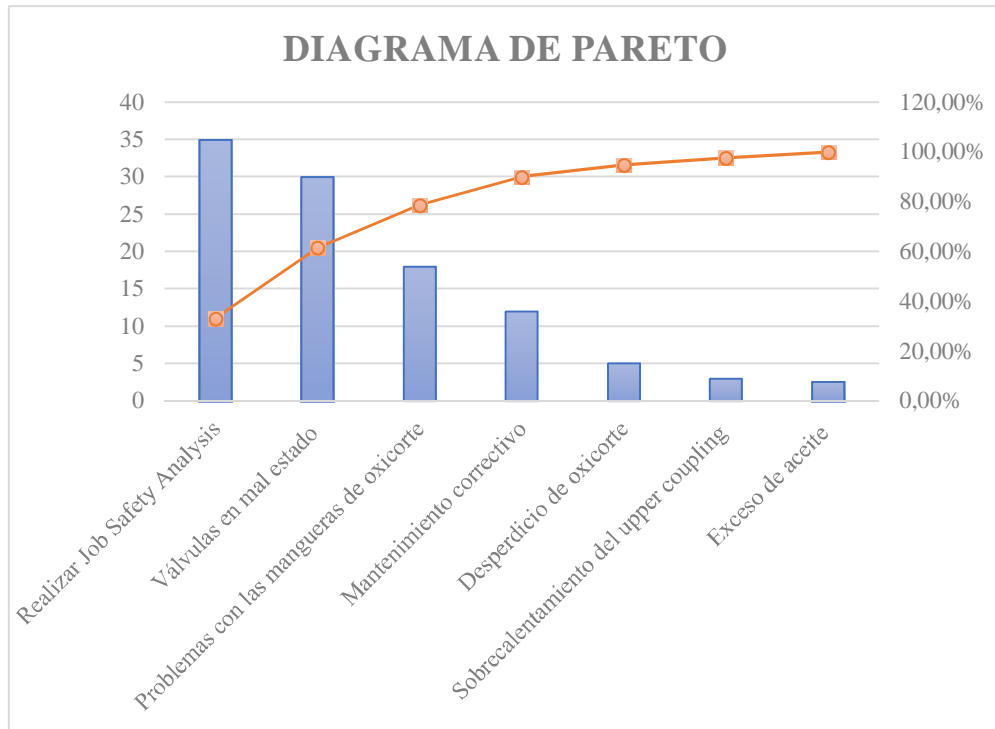


Figura 6 Diagrama de Pareto
Elaborado por: Santiago Rodríguez

Análisis:

En el gráfico realizado se puede observar que el problema principal es la realización del Safety Job Analysis con 33,18% el cual toma un tiempo de 35 minutos cuando no está en buenas condiciones el área donde se va a realizar el trabajo, el segundo problema a estudiar son las válvulas en mal estado con 28,44%, ocupa un tiempo de 30 minutos y el ultimo es problemas con las mangueras de oxiacorte con 17,06% tomando un tiempo de 18 minutos. Si nos enfocamos en solucionar principalmente estos problemas el resto de los inconvenientes en el proceso se eliminarían o reducirían.

4. Propuesta de optimización de desensamble

Para poder mejorar un método de trabajo debemos conocer sistemáticamente todos los aspectos relacionados. Para ello, debemos someter al método a un “interrogatorio”. La finalidad será: (Álvarez, 2015)

- ELIMINAR las partes innecesarias del trabajo.
- COMBINAR las operaciones que sea posible
- ORDENAR adecuadamente la secuencia de operaciones.
- SIMPLIFICAR la manera de ejecutar el trabajo

Para la optimización del proceso de desensamble se propone simplificar la manera de ejecutar el trabajo por medio del diseño de un calentador por inducción para que el trabajador tenga mayor seguridad al realizar el proceso y también para que los costos disminuyan. El calentador de inducción va a tener parte mecánica, eléctrica y electrónica.

Mecánica:

Tabla 5 Materiales Mecánicos

MATERIALES MECÁNICOS	
MATERIALES	CANTIDAD
Plancha de tol Galvanizado de 1mm de 1m * 1m	1
Pernos M5	6
Manija	1
Manija lateral	1
Terminales de cobre	2
Vástago	6
Pasador	1

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Eléctrica

Tabla 6 Materiales Eléctricos

MATERIALES ELÉCTRICOS	
MATERIALES	CANTIDAD
Bobina de inducción superior	1
Bobina de inducción inferior	1

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Electrónica

Tabla 7 Materiales Electrónicos

MATERIALES ELECTRÓNICOS	
MATERIALES	CANTIDAD
PANHTS 0.19-16-slot-AB-1.375-N	35
MSHXNUT 0.3125-24-S-N	2

HHJNUT 0.5000-13-B-N	4
ANHTS 0.19-16-slot-AB- 1.375-N	1
B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 8 --8WN	6
B27.1 - NA3-S12	2
B27.1 - NA3-S12	2
HX-SHCS 0.3125-18x0.3125x0.3125-N	4
HX-SHCS 0.125- 44x0.4375x0.4375-N	1

Elaborado por: Santiago Rodríguez

El calentador de inducción constara de elementos principales tales como:

1. Bobina de inducción superior.
2. Bobina de inducción inferior.
3. Terminales.
4. Plug de salida.
5. Manija.
6. Placa delantera.
7. Placa posterior.
8. Placa superior.
9. Vástago.
10. Carcasa.
11. Manija Lateral.

Los planos de las partes indicadas se encuentran especificados en el Anexo 1. Partes del Calentador por Inducción donde están las dimensiones y cantidades de cada una.

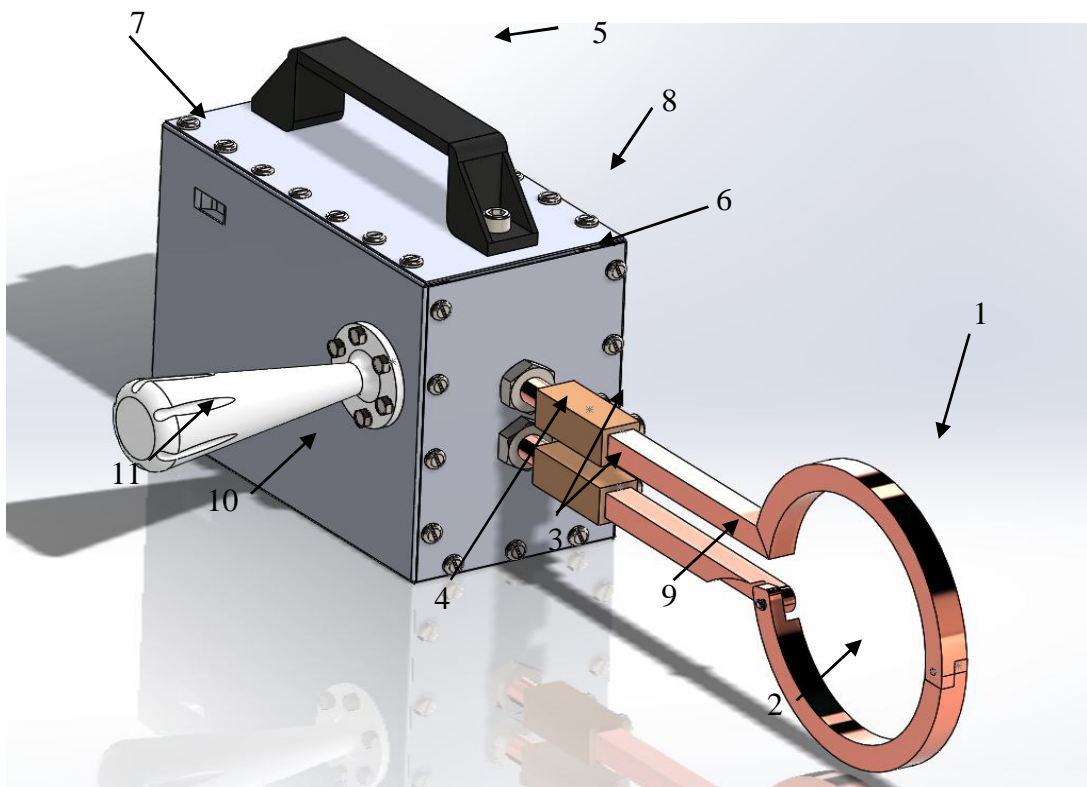


Figura 7 Diseño de cuerpo y bobina de inducción
Elaborado por: Santiago Rodríguez

Diagrama Solid Works.

El dispositivo de inducción se conectará de la manera como se muestra la siguiente figura, el cual calentará la superficie:

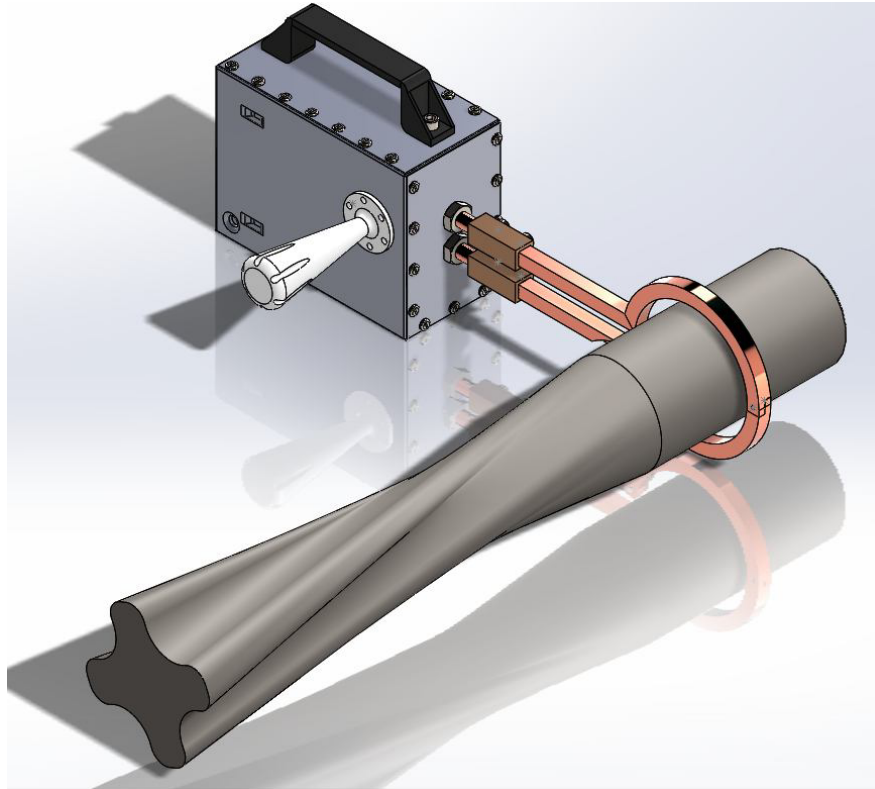


Figura 8 Método de calentamiento de bobina de inducción
Elaborado por: Santiago Rodríguez

La inducción producida por la bobina produce un calentamiento en la superficie de 200 °C tal como se muestra en la siguiente figura durante la aplicación de 3min

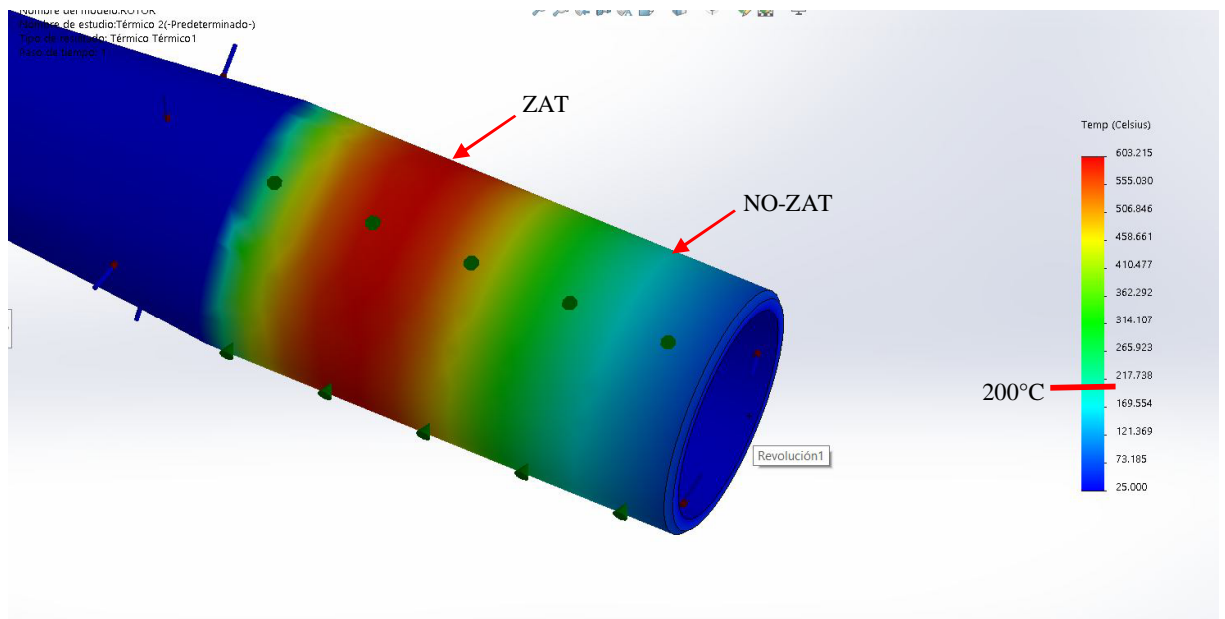


Figura 9 Perfil de calentamiento de la superficie del motor de fondo
Elaborado por: Santiago Rodríguez

Para obtener calentamiento por proceso de inducción, es importante tener un campo magnético estable, sin este no se podría controlar adecuadamente y que el elemento conmutador entre en resonancia, los dispositivos controladores no cuentan con protecciones de sobre voltaje, sobre corriente, y sobre temperaturas propias, por lo tanto, se debe considerar lo siguiente.

- Nivel de corriente o amperaje.
- Numero de espiras
- Longitud del circuito
- Frecuencia
- Inductancia de la bobina.

Para el análisis del nuevo método se van a realizar los siguientes diagramas para posterior compararlos con el método actual:

- Diagrama de bloques
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de ensamble

También se realizará el cálculo del nuevo tiempo estándar con el calentador de inducción.

DIAGRAMA DE BLOQUES

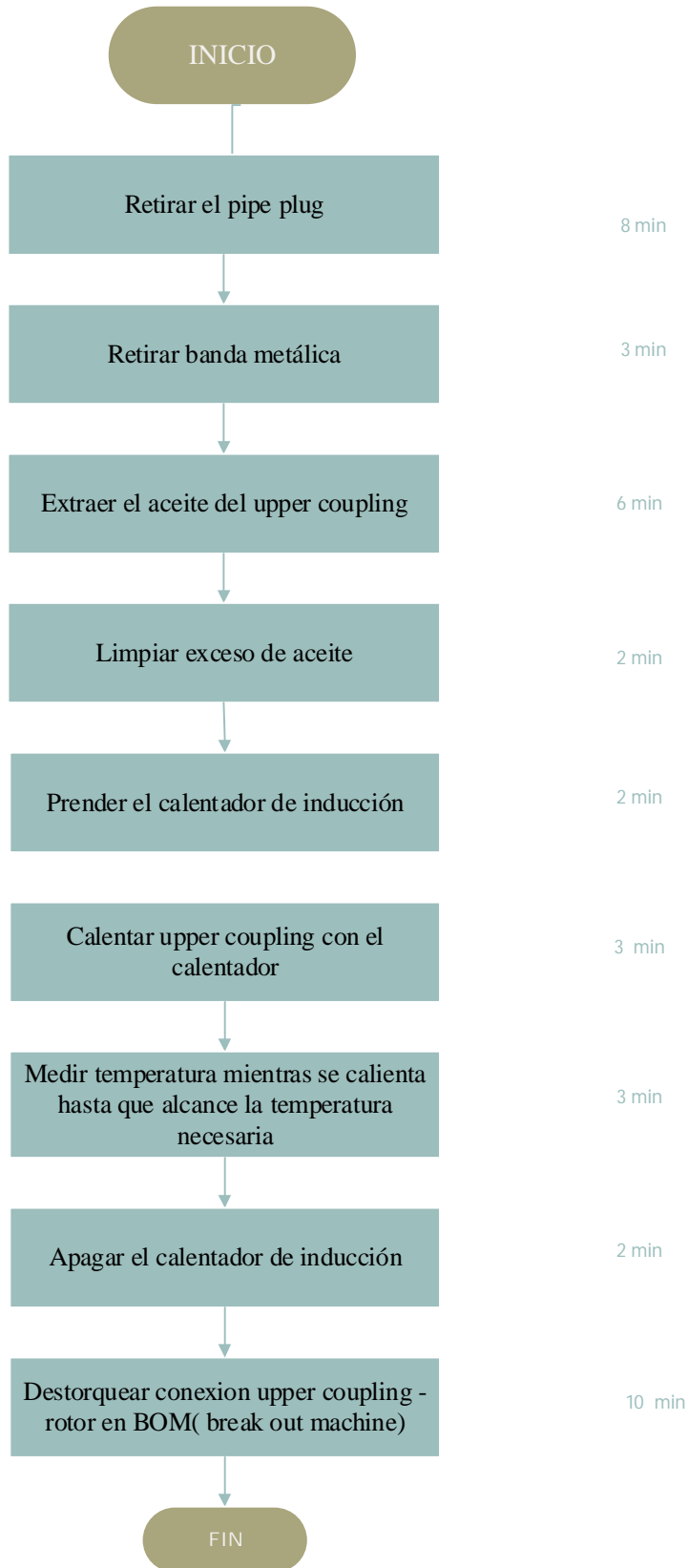


Figura 10 Diagrama de Bloques Método Propuesto
Elaborado por: Santiago Rodríguez

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				No.:		1					
				Página:		1					
RESUMEN											
ACTIVIDAD		ACTUAL									
		No.	Tiempo								
OPERACIÓN	○	7	56								
TRANSPORTE	➡	0	0								
ESPERA	D	1	2								
INSPECCIÓN	□	1	3								
ALMACENAMIENTO	▽	0	0			MATERIAL	X				
DISTANCIA (metros)		0				HOMBRE					
TIEMPO (min)		61		TAREA:	PROCESO DE DESENSAMBLE						
EL DIAGRAMA COMIENZA EN:				Retirar el pipe plug							
EL DIAGRAMA TERMINA EN:				Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)							
DESCRIPCIÓN				Cant.	Dist. (m)	Tiempo (min)	SÍMBOLOS				
				○	➡	D	□	▽			
				OPERACIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	INSPECCIÓN	ALMACENAMIENTO			
Retirar el pipe plug	1	0	8	●	➡	D	□	▽			
Retirar banda metálica	1	0	3	●	➡	D	□	▽			
Extraer el aceite del upper coupling	1	0	6	●	➡	D	□	▽			
Limpiar exceso de aceite	1	0	2	○	➡	D	□	▽			
Prender el calentador de inducción	1	0	2	●	➡	D	□	▽			
Calentar upper coupling	1	0	25	●	➡	D	□	▽			
Medir temperatura mientras se calienta hasta que alcance la temperatura necesaria	2	0	3	○	➡	D	■	▽			
Apagar el calentador de inducción	1	0	2	●	➡	D	□	▽			
Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)	2	0	10	●	➡	D	□	▽			
Prender el calentador de inducción	1	0	2	●	➡	D	□	▽			
Calentar upper coupling	1	0	25	●	➡	D	□	▽			
Medir temperatura mientras se calienta hasta que alcance la temperatura necesaria	2	0	3	○	➡	D	■	▽			
Apagar el calentador de inducción	1	0	2	●	➡	D	□	▽			
Destorquear conexión upper coupling - rotor en BOM (break out machine)	2	0	10	●	➡	D	□	▽			
ELABORADO POR: Santiago Rodríguez				REVISADO POR:				APROBADO POR:			

Figura 11 Diagrama de Flujo de Proceso Método Propuesto
Elaborado por: Santiago Rodríguez

DIAGRAMA DE FLUJO

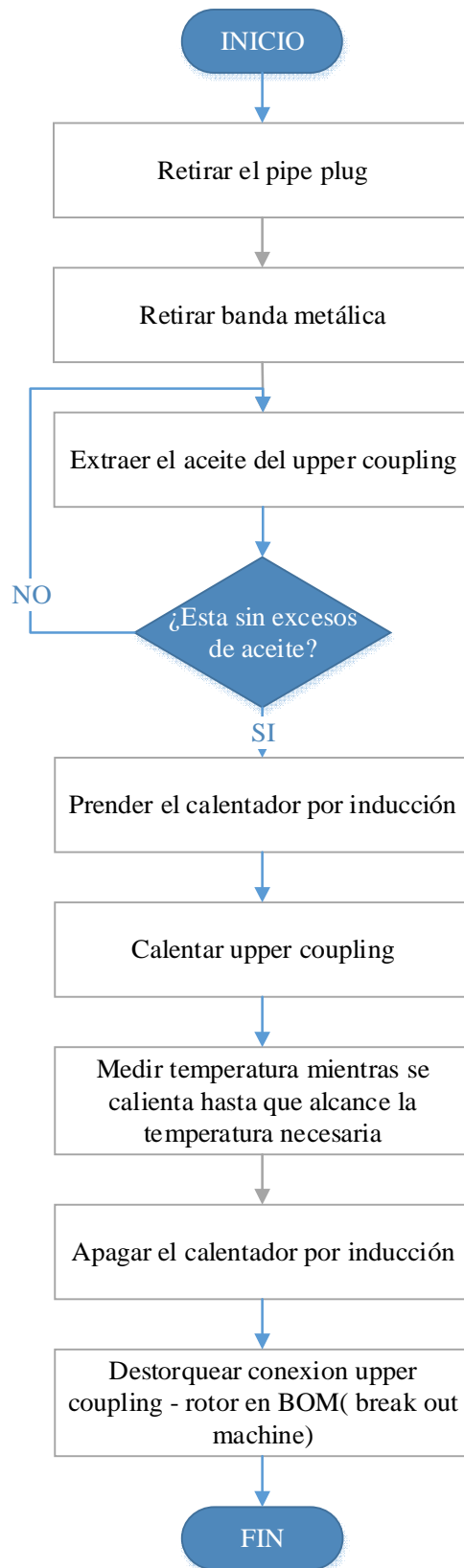


Figura 12 Diagrama de Flujo Método Propuesto
Elaborado por: Santiago Rodríguez

Tabla 8 Calculo del Tiempo Estándar Método Propuesto

HOJA DE TRABAJO DE ESTUDIO DE TIEMPOS																					
Método	Actual	X	Equipo Utilizado	Cronómetro Digital																	
	Propuesto																				
Fecha de Inicio:		11/02/2019		Fecha de Finalización:		22/02/2019															
PROCESO	Desensamble del motor de fondo																				
Actividades	Lecturas (x)										Tiempo Observado Promedio	Ritmo de Trabajo	Valoración	Tiempo Normal	Tiempos Suplementarios (Ts)			ΣTs	%Ts	Tiempo Estándar	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					NP	Fatiga	Especial				
Retirar el pipe plug	8,1	8	8,13	8,04	8,09	8,05	8,8	8	8,14	8,1	8,145	100	1	8,145	5	4	2	11	1,11	9,041	
Retirar banda metálica	3,3	3	3,15	3,26	3,1	3	3,5	3,3	3,36	3	3,197	100	1	3,197	5	4	2	11	1,11	3,549	
Extraer el aceite del upper coupling	6,8	6,4	6,45	6,6	6,29	6,17	6,58	6,3	6,6	6,25	6,444	100	1	6,444	5	4	3	12	1,12	7,217	
Limpiar exceso de aceite	2,5	2,8	2,4	2,5	2,5	2,75	2,4	2,5	2,8	2,8	2,595	75	0,75	1,946	5	4	2	11	1,11	2,160	
Prender el calentador por inducción	2,2	2,9	2,5	2,3	2,5	2,3	2	2,6	2,3	2	2,360	100	1	2,360	5	4	3	12	1,12	2,643	
Calentar upper coupling	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,000	125	1,25	3,750	5	4	2	11	1,11	4,163	
Medir temperatura mientras se calienta hasta que alcance la temperatura necesaria	3,4	3,7	3,5	3,5	3,7	3,5	3,5	3,4	3,7	3,5	3,540	100	1	3,540	5	4	4	13	1,13	4,000	
Apagar el calentador por inducción	2,6	2,9	2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	2,8	2,6	2,370	125	1,25	2,963	5	4	2	11	1,11	3,288	
Destorquear conexion upper coupling - rotor en BOM (break out machine)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10,000	130	1,3	13,000	5	4	2	11	1,11	14,430	
TOTAL																		50,756			

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Fuente: (Meyers, 2000)

5. Comparación del método actual con el método propuesto

Para realizar la comparación del método actual con el método propuesto se procede a tomar en cuenta los diagramas realizados con ambos métodos los cuales son:

- Diagrama de bloques
- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de ensamble

Conjuntamente se compara el tiempo estándar del método actual y el nuevo método propuesto, con estos datos se va a observar la mejora y optimización del proceso de desensamble del motor.

Tabla 9 Comparación Método Actual Vs. Método Propuesto

MÉTODO ACTUAL		MÉTODO PROPUESTO	
Diagrama de Bloques	18 actividades 99 minutos	Diagrama de Bloques	9 actividades 39 minutos
Diagrama de Flujo de Proceso	9 operaciones 1 transporte 6 demoras 2 inspecciones	Diagrama de Flujo de Proceso	7 operaciones 0 transportes 1 demora 1 inspecciones
Diagrama de Flujo	19 actividades 4 decisiones	Diagrama de Flujo	8 actividades 1 decisión
Tiempo Estándar	123,054 min	Tiempo Estándar	50,756 min

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Análisis de costos

En las tablas siguientes se muestran los costos para la elaboración del nuevo método del proceso de desensamble del motor de fondo. Los costos para tomar en cuenta son mecánicos, eléctricos, electrónicos y mano de obra. Para el método actual se va a utilizar el consumo del oxicorte y mano de obra, Los costos se analizarán en un periodo de 12 meses para observar la optimización al proceso propuesta.

COSTOS MÉTODO PROPUESTO

Los costos mecánicos, eléctricos y electrónicos del método propuesto se detallan a continuación:

Mecánica:

Tabla 10 Costo de Materiales Mecánicos

COSTO DE MATERIALES MECÁNICOS			
MATERIALES	COSTO	UNIDADES	TOTAL
Plancha de tol Galvanizado de 1mm de 1m * 1m	\$ 100.50	1	\$ 100.50
Pernos M5	\$ 1.25	6	\$ 7.50
Manija	\$ 12.20	1	\$ 12.20
Manija lateral	\$ 20.50	1	\$ 20.50
Terminales de cobre	\$ 8.13	2	\$ 16.26
Vástago	\$ 7.10	6	\$ 42.60
Pasador	\$ 5.20	1	\$ 5.20
Total general			\$ 204,76

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Eléctrica

Tabla 11 Costo de Materiales Eléctricos

COSTO DE MATERIALES ELÉCTRICOS			
MATERIALES	COSTO	UNIDADES	TOTAL
Bobina de inducción superior	\$ 30.50	1	\$ 30.50
Bobina de inducción inferior	\$ 40.15	1	\$ 40.15
Circuito DC-20mhZ	\$ 50.00	1	\$ 50.00
Memoria de programación	\$ 60.20	1	\$ 60.20
Memoria de datos EEPROM	\$ 100.00	1	\$ 100.00
Fuentes de interrupción	\$ 30.20	1	\$ 30.20
Timers	\$ 25.20	2	\$ 50.40
Grata	\$ 4.25	10	\$ 42.50
Módulo de comparación y captura PWN	\$ 30.50	2	\$ 61.00
Modulo análogo digital 15 buts de 5 canales	\$ 25.30	1	\$ 25.30
Retardos y reset PWRT, OST	\$ 21.20	2	\$ 42.40
Reset programable	\$ 22.30	2	\$ 44.60
Set de 35 instrucciones	\$ 35.50	2	\$ 71.00
Puertos I/O A,B,C	\$ 15.30	5	\$ 76.50
Circuito DC-20mhZ	\$ 50.00	1	\$ 50.00
Total general			\$ 724,75

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Electrónica

Tabla 12 Costo de Materiales Electrónicos

COSTO DE MATERIALES ELECTRÓNICOS			
MATERIALES	COSTO	UNIDADES	TOTAL
PANHTS 0.19-16-slot-AB-1.375-N	\$ 0.85	35	\$ 29.75
MSHXNUT 0.3125-24-S-N	\$ 0.95	2	\$ 1.90
HHJNUT 0.5000-13-B-N	\$ 4.30	4	\$ 17.20
ANHTS 0.19-16-slot-AB- 1.375-N	\$ 1.30	1	\$ 1.30
B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 8 --8WN	\$ 1.25	6	\$ 7.50
B27.1 - NA3-S12	\$ 20.30	2	\$ 40.60
ZB2.1 – XU1-S12	\$ 3.20	2	\$ 6.40
HX-SHCS 0.3125-18x0.3125x0.3125-N	\$ 1.25	4	\$ 5.00
HX-SHCS 0.125- 44x0.4375x0.4375-N	\$ 20.10	1	\$ 20.10
Total general			\$ 413.56

Elaborado por: Santiago Rodríguez

La tabla 13 muestra los costos totales para elaborar el calentador de inducción

Tabla 13 Costo total para la fabricación del calentador de inducción

COSTO TOTAL PARA LA FABRICACIÓN DEL CALENTADOR DE INDUCCIÓN	
PARTE	COSTO
Mecánica	\$ 204,76
Eléctrica	\$ 724,75
Electrónica	\$ 413.56
Mano de Obra	\$ 103,13
TOTAL	\$ 1446,20

Elaborado por: Santiago Rodríguez

COSTOS MÉTODO ACTUAL

Costos de operación mediante oxicorte.

Los costos de oxígeno y acetileno de operación diario por consumo de oxígeno y acetileno se muestran en la siguiente tabla 14.

Tabla 14 Costos de Operación

COSTOS DE OPERACIÓN					
Ítem #	Descripción	Cantidad	Uni	Costo	Uni
1	Oxígeno gas industrial	7000	Kg	127.47	USD
2	Acetileno	10	M3	60.2	USD

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Fuente: Halliburton

Tabla 15 Costos de Operación Mensuales

COSTOS DE OPERACIÓN			
Cant.	Descripción	Costo	Total
1,5	Oxígeno gas industrial	\$127.47	\$191,20
1,5	Acetileno	\$ 60.2	\$90,30
	TOTAL		\$281,50

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Fuente: Halliburton

Al analizar el costo mensual por el proceso de desensamble del motor de fondo se puede observar que hay un costo elevado en el consumo de oxígeno y acetileno, aparte del tiempo que demora en calentarse el equipo para ser usado.

Tabla 16 Comparación Costos Método Propuesto Vs. Método Actual

<i>COSTOS MÉTODO PROPUESTO</i>		<i>COSTOS MÉTODO ACTUAL</i>	
	<i>COSTO</i>		<i>COSTO</i>
PROCESO	\$ 150	PROCESO	\$ 281,50
MANO DE OBRA	\$ 1100	MANO DE OBRA	\$1100
MAQUINA /12 meses	\$ 120,56		
TOTAL MENSUAL	\$1370,56	TOTAL MENSUAL	\$ 1381,50
TOTAL ANUAL	\$ 16446,72	TOTAL ANUAL	\$ 16578

Elaborado por: Santiago Rodríguez

Hay un ahorro de \$131,28 en el primer año para Halliburton con la optimización del proceso de desensamble del motor por medio de la implementación del calentador por inducción.

RESULTADOS ESPERADOS

El Supervisor de Motores muestra una parte de la realidad de la organización indicando los problemas, desperdicios y actividades innecesarias dentro del proceso de desensamble del motor de fondo. La situación actual de la empresa se observa claramente en el diagrama de bloques que posee 18 actividades que toman 99 minutos en ser realizadas. El diagrama de flujo de proceso está compuesto por 9 operaciones, 1 transporte, 6 demoras, 2 inspecciones, las actividades a las cuales se debe enfocar el estudio es a las demoras puesto que son el 33% del proceso de desensamble del motor de fondo. Finalmente, el diagrama de flujo está compuesto por 19 actividades y 4 decisiones, estas decisiones influyen directamente en el desempeño del proceso, por eso es importante tratar de reducirlas para que el desensamble del motor sea más eficiente.

Para determinar el tiempo estándar del proceso fue necesario tomar 10 muestras de tiempos mediante el uso de un cronómetro digital, en la valoración del ritmo de trabajo fue 100 el desempeño normal de la actividad, 125 si la actividad se realiza más rápido y 75 si la actividad se está ejecutando más lenta. Para el cálculo de los suplementos de la actividad se tomó en cuenta las necesidades personales, la fatiga, y especiales, así se obtuvo un tiempo de 123,054 minutos. Al analizar el tiempo estándar con el método propuesto se redujeron actividades y su duración por lo que el tiempo estándar del proceso de desensamble del motor de fondo con el método propuesto es de 50,756 minutos.

Al proponer un nuevo método mediante la eliminación de actividades se plantea la realización de un calentador por inducción, para lo cual se va a analizar la parte mecánica, eléctrica y electrónica. Dentro de la parte mecánica interfieren 7 partes, con un costo de \$204,76. En la parte eléctrica está conformada por 15 partes entre las más importantes se encuentran las bobinas de inducción y los circuitos, esta parte tiene un costo de \$724,75. La parte electrónica está compuesta por 9 partes las cuales tienen un costo de \$ 413.56. El costo total de la fabricación del calentador por inducción es de \$ 1446,72.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES									
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES		Tiempo/Mes							
		2018			2019				
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1	Requerimiento de la Halliburton, entrevista al Supervisor del área de motores.	X							
2	Análisis del diagnóstico de la situación actual.		X						
3	Determinación de puntos críticos		X	X					
4	Propuesta de optimización de desensamble				X	X			
5	Comparación del método actual con el método propuesto.				X				
6	Comparación de costos del método actual con el método propuesto					X	X		
7	Resultados esperados						X		
8	Conclusiones y recomendaciones							X	X

Elaborado por: Santiago Rodríguez

ANÁLISIS DE COSTOS

La presente propuesta estará dirigida por el Supervisor de Motores de Halliburton y el personal que realiza el proceso de desensamble del motor de fondo. Para la implementación y puesta en funcionamiento de la propuesta es importante cumplir a detalle con la propuesta realizada.

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN			
Descripción	Unidad	Cantidad	Total
Maquinaria	\$ 1446,20	1	\$1446,20
Capacitación	\$50	3	\$150
Planos de la maquinaria	\$3	2	\$6
Mantenimiento	\$35	1	\$35
TOTAL			\$1637,20

Elaborado por: Santiago Rodríguez

El costo de implementación es de \$1637,72, es necesario que haya un compromiso para la ejecución en base a los parámetros establecidos en la presente propuesta para optimizar el proceso de desensamble del motor de fondo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Al realizar el diagnóstico de la situación actual de Halliburton en el proceso de desensamble del motor de fondo se pudo determinar que se efectúan 18 actividades en las cuales el 33% de las actividades son demoras que representan un tiempo de 18 minutos dentro del proceso, el 11% de las actividades son inspecciones con un tiempo de 18 minutos y el 5% del proceso es una actividad de transporte, estos resultados son el 49% proceso analizado y el 51% son operaciones que agregan valor al proceso.

- En la determinación del tiempo estándar del proceso de desensamble del motor de fondo se tomó una muestra de 10 tiempos y con ello se procedió a calcular con la valoración del ritmo de trabajo y los suplementos de cada actividad y se obtuvo un tiempo de 123,054 minutos. En el análisis de los puntos críticos del proceso de desensamble del motor de fondo mediante un Diagrama de Pareto se obtuvo que los principales problemas son la realización del Safety Job Analysis con 33,18%, el segundo es las válvulas en mal estado con 28,44%, y el último es problemas con las mangueras de oxígeno con 17,06%.

- Dentro del diseño del nuevo método de desensamble del motor de fondo se propuso efectuar un dispositivo de calentamiento por inducción por lo cual se propone un nuevo método de trabajo con 9 actividades en el cual se

suprimen las demoras al 11%, las inspecciones se mantuvieron en el 11% y el transporte se elimina, la cantidad de actividades se redujeron en todo el proceso. Al proponer el calentador por inducción se propone que este conformado por un sistema mecánico, eléctrico y electrónico. La parte mecánica consta de 7 partes con un costo de \$204,76. La parte eléctrica esta conformada por 15 partes y tiene un costo de \$724,75. Por último la parte electrónica compuesta por 9 partes tiene un costo de \$413,56. El costo de la construcción del calentador por inducción tendría una inversión total de \$1446,20.

- Al realizar una comparación entre los costos actuales al utilizar el oxicorte se pudo concluir que al cabo de un año se recuperaría la inversión, puesto que el costo anual del método actual es de \$16578,00 y el costo de la maquina al año es de \$166446,72. Dentro del primer año se tendría un ahorro de \$131,28.

RECOMENDACIONES

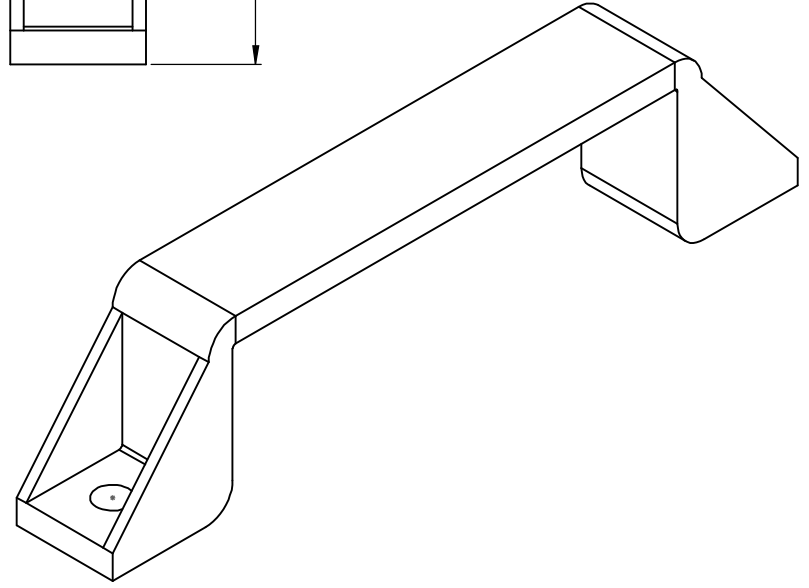
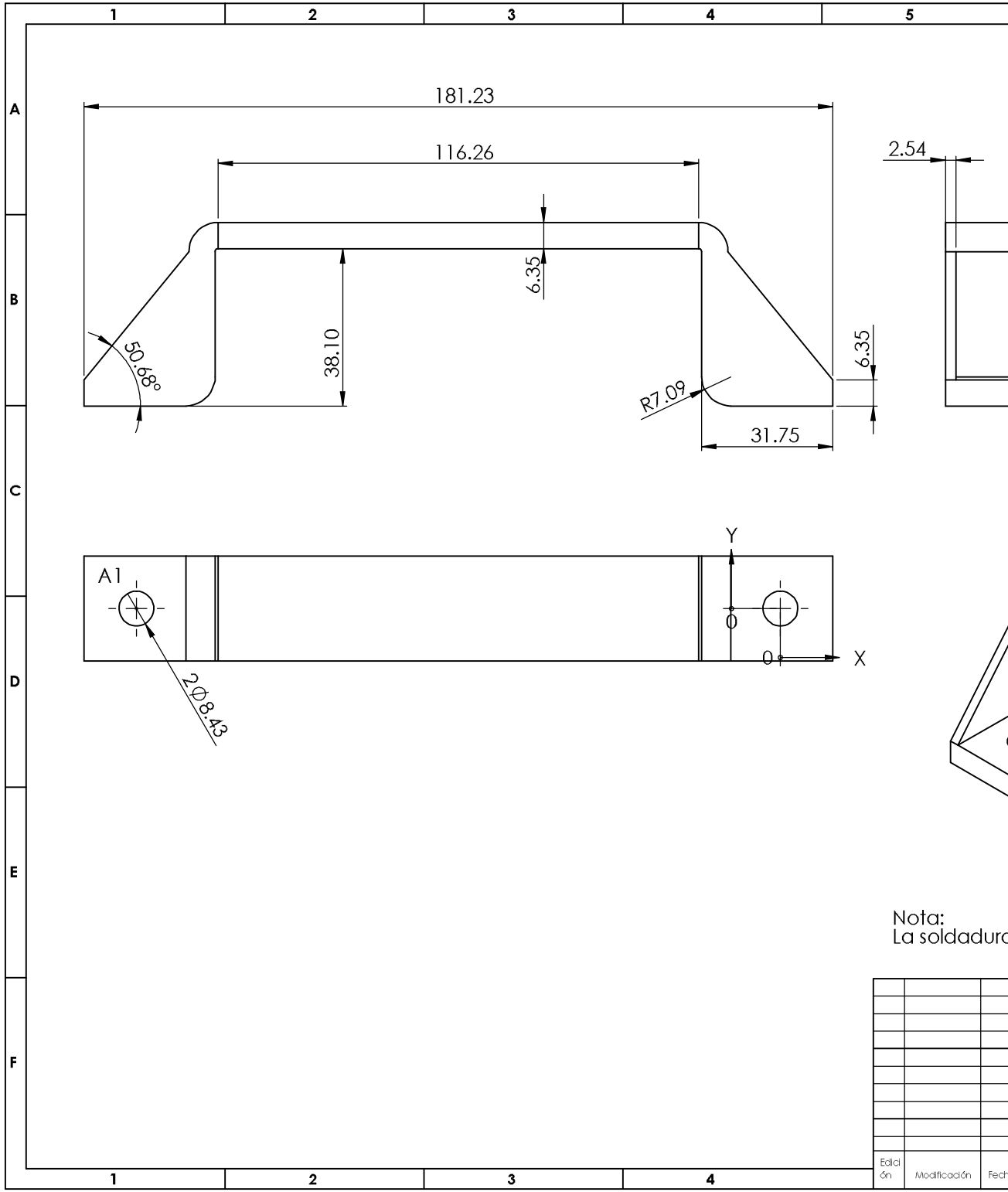
- Se recomienda realizar las mejoras al método actual para que el proceso tome menos tiempo y capacitar a los trabajadores sobre el nuevo método a implantarse.
- Se sugiere implementar el presente proyecto sobre el calentador por inducción bajo las especificaciones indicadas en el proyecto para que se obtenga los resultados esperados.
- Dentro de la construcción del calentador por inducción se recomienda utilizar los planos y materiales indicados porque los cuales han sido seleccionados bajo ciertas especificaciones y de igual forma tener mano de obra calificada para que la maquina no tenga errores al ser elaborada.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Enrique. 2015.** Organiza Pymes . [En línea] 09 de Septiembre de 2015. [Citado el: 28 de Marzo de 2018.] <https://organizapymes.com/como-mejorar-un-metodo-de-trabajo/>.
- Bermeo Álvarez, Pablo. 2014.** Repositorio Universidad Central del Ecuador. [En línea] Febrero de 2014. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2260>.
- Cruelles, José Agustín. 2013.** *Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México : Alfaomega, 2013. 978 607 707 651 3.
- El Telegrafo . 2016.** En 2016 se han logrado picos históricos de producción petrolera. *El Telegrafo* . Fin de semana, 2016.
- Implicito. 2003.** Implicito. [En línea] 2003. [Citado el: 15 de Mayo de 2019.] <https://www.implicito.com/es/petroleo-gas-optimizacion-de-procesos-servicios>.
- Jiménez Carrión, Cintya. 2009.** Repositorio EPN. [En línea] Septiembre de 2009. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1855/1/CD-2422.pdf>.
- Llorenty Macías, Gabriela Belén. 2014.** Repositorio Unverisdad Politécnica del Litoral. [En línea] 2014. <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89177/D-70089.pdf>.
- Meyers, Fred E. 2000.** *Estudio de Tiempos y Movimientos para la manufactra ágil*. México : Pearson Educación, 2000. 968 444 468 0.
- Palacios, Luis Carlos. 2016.** *Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos* . s.l. : ECOE, 2016. 9789587713428.
- Spiegel, Murray R. y Stephens, Larry J. 2009.** *ESTADÍSTICA*. Mexico : Mc Graw Hill, 2009. ISBN: 978-0-07-148584-5.

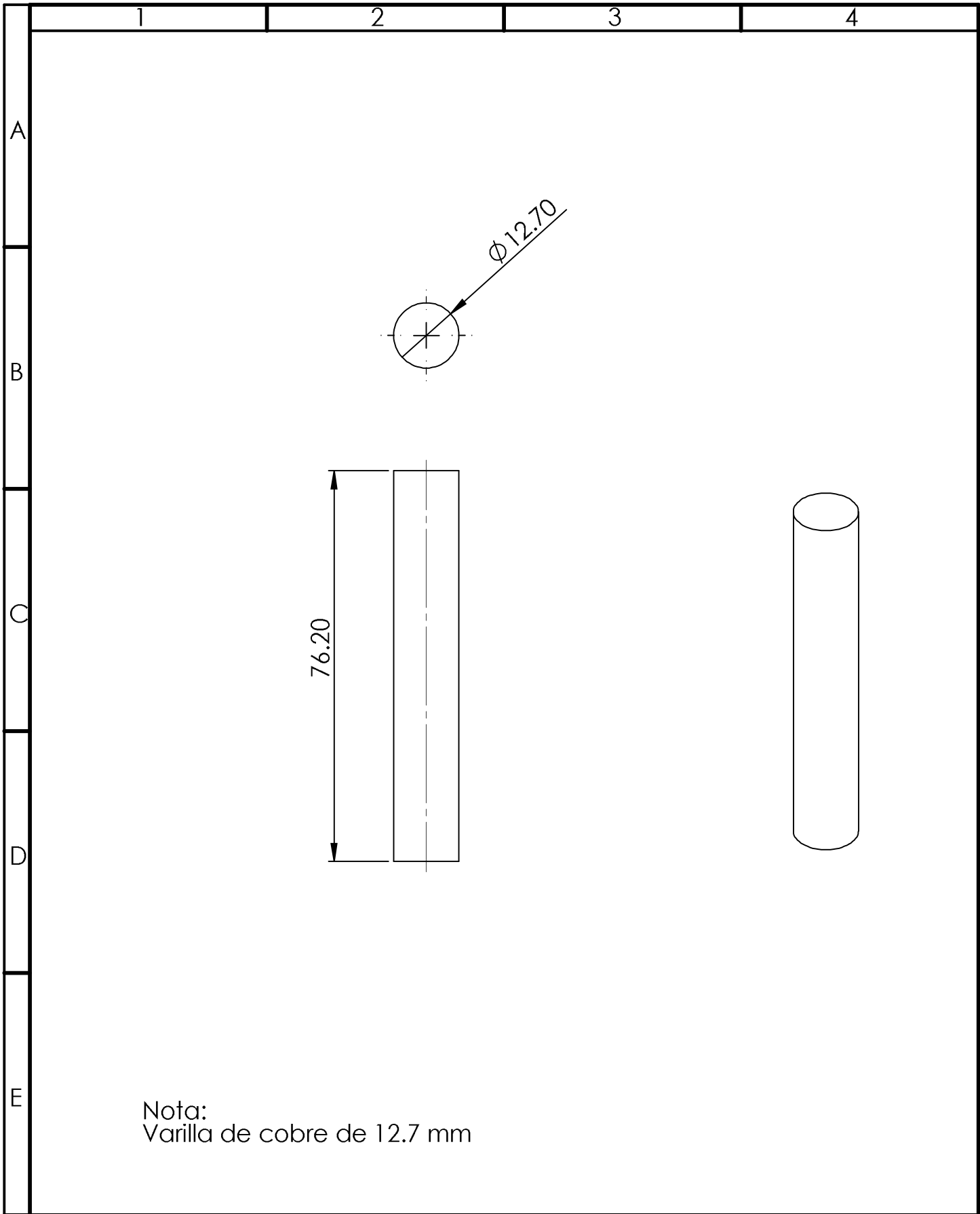
ANEXOS

6		7		8	
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO		
A1	-155.83	0	Ø 8.43 POR TODO		



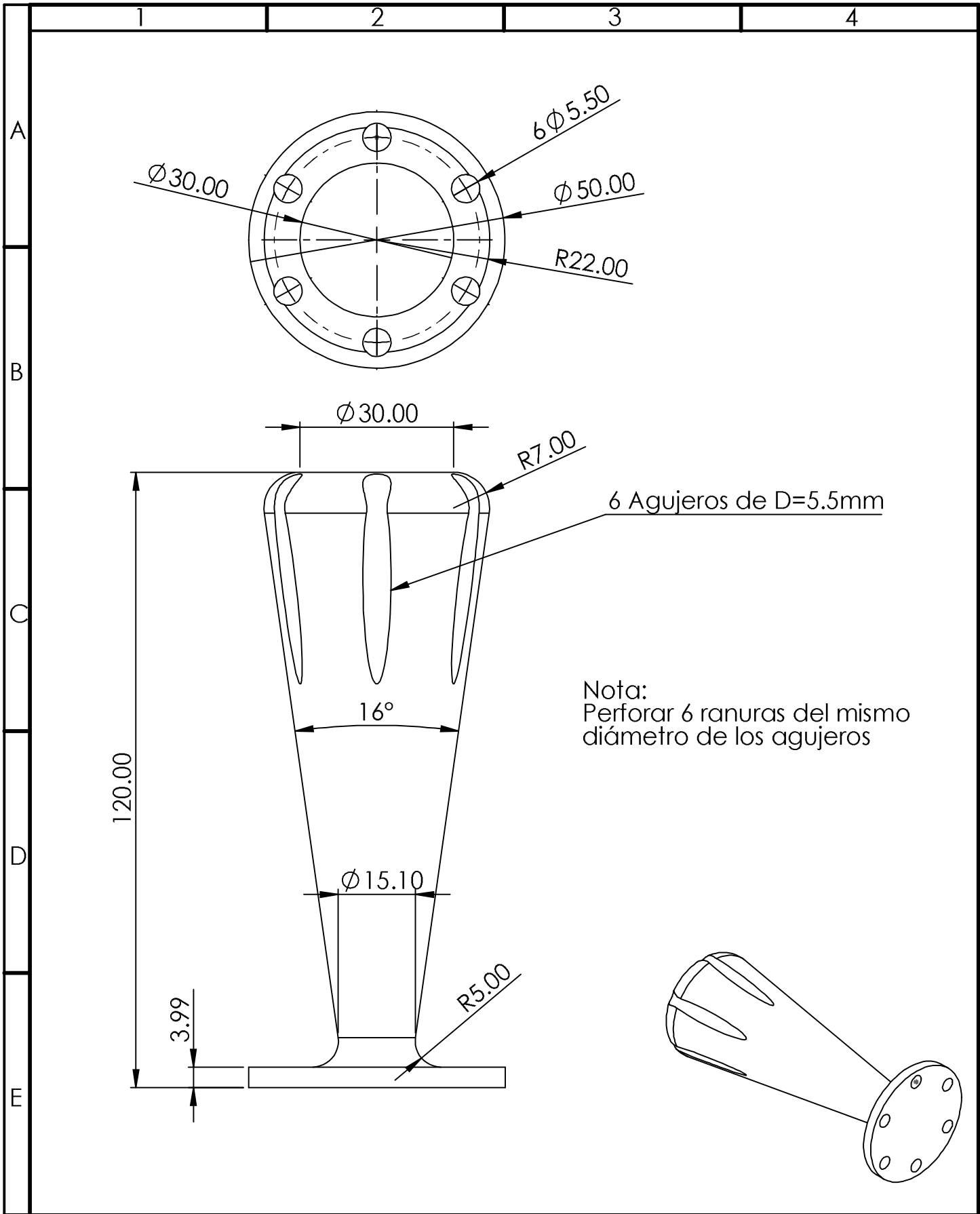
Nota:
La soldadura en extremos es SMAW 6011

				Tolerancia	Peso (gr)	Material	
				+/-0.01	49.11	ACERO ASTM A36 RECUBIERTO DE AISLANTE	
				Fecha	Nombre		
				Dib 9/1/2019	Rodríguez.S		
				Rev 9/1/2019	Sánchez.L		
				Apro 9/1/2019	Ruales.M		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA			
						Escala 1:1	
						4 DE 10	
						(SUSTITUCIÓN)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



Nota:
Varilla de cobre de 12.7 mm

				Tolerancia + 0.01 - 0.01	Peso(gr) 145.11	Material: Cobre		
						PLUG DE SALIDA	Escala: 1:1	
				Dib.	9/1/2019		Rodríguez.S	
				Rev.	9/1/2019		Ing.Sánchez.L	
				Apro.	9/1/2019	Ing Ruales.M		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		9 DE 10		
Edi- ción	Modificación	Fecha	Nombre			(Sistitución)		



				Tolerancia + 0.01 - 0.01	Peso(gr) 145.14	Material: PLÁSTICO ABS	
				Fecha	Nombre	MANIJA	
				Dib. 9/1/2019	Rodríguez.S		Escala: 1:2
				Rev. 9/1/2019	Ing.Sánchez.L		
				Apro. 9/1/2019	Ing.Ruales.M		
				UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA		10 DE 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

