

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE  
FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA  
EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.”**

---

Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Luis Alberto Andachi Morocho

**TUTOR:**

Ing. Mg. Leonardo Cuenca N

**AMBATO – ECUADOR**

**2016**

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

Yo, Luis Alberto Andachi Morocho, declaro ser autor del trabajo de titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica, titulado “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.**”, 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 22 días del mes de septiembre de 2016, firmo conforme:

**Autor:** Luis Alberto Andachi Morocho

**Firma:**

**Número de Cédula:** 1803471836

**Dirección:** Lérida 01-50 y Antonio Clavijo

**Correo Electrónico:** luisalber81@gmail.com

**Teléfono:** 032417693 - 0999249097

## **CERTIFICACIÓN**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica: **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.”**, presentado por el ciudadano Luis Alberto Andachi Morocho, CERTIFICO, que dicho trabajo 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, septiembre del 2016.

---

**Ing. Mg. Leonardo Cuenca N.**  
**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El presente trabajo de investigación: “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.**”, 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, septiembre del 2016

---

*Luis Alberto Andachi Morocho*

C.I. 1803471836

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

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, septiembre del 2016

---

Ing. Mg. Marisol Naranjo M.  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Mg. Marcelo Tierra A.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Leonardo Sánchez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación quiero dedicar primeramente a Dios y a la Virgencita, quienes con sus bendiciones me ayudaron a culminar uno de mis objetivos y además su infinita bondad y amor.

A mi esposa Lorena y mi hijo Alan quien con su paciencia constante, la fortaleza son un pilar y el tesoro más valioso en mi vida.

A mis Padres, hermanos(as), sobrinos(as) por su incondicional apoyo que siempre me han dado, consejos y valores por la motivación entera que me han ayudado a ser una persona de bien.

*Luis Alberto*

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de titulación primeramente quiero agradecer a Dios y a mi Virgencita por la salud y vida que me dan y por ende con sus santas bendiciones me ayudaron a culminar con mis estudios.

A la empresa Missionpetroleum S.A., en especial a la Gerencia que me permitieron realizar el proyecto de investigación.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Indomamérica quienes han compartido sus conocimientos, para formarme como estudiante y persona a mi tutor Ing. Leonardo Cuenca por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

*Gracias*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Portada.....                          | i    |
| Autorización Repositorio Digital..... | ii   |
| Certificación.....                    | iii  |
| Declaración de Autoría.....           | iv   |
| Aprobación del Tribunal de Grado..... | v    |
| Dedicatoria.....                      | vi   |
| Agradecimiento.....                   | vii  |
| Índice general de contenidos.....     | viii |
| Índice de tablas.....                 | x    |
| Índice de figuras.....                | xi   |
| Índice de anexos.....                 | xii  |
| Resumen ejecutivo.....                | xiii |
| Summary.....                          | xiv  |

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Tema.....                  | 1 |
| Introducción.....          | 1 |
| Antecedentes.....          | 3 |
| Justificación.....         | 4 |
| Objetivos.....             | 5 |
| Objetivo general.....      | 5 |
| Objetivos específicos..... | 5 |

### CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

|   |    |
|---|----|
| Diagnóstico de la situación actual de la empresa..... | 6  |
| Área de estudio.....                                  | 29 |
| Modelo operativo.....                                 | 29 |
| Desarrollo del modelo operativo.....                  | 29 |



**CAPÍTULO III**  
**PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

|   |    |
|---|----|
| Presentación de la propuesta.....           | 31 |
| Resultados esperados.....                   | 49 |
| Cronograma de actividades.....              | 54 |
| Costo y administración de la propuesta..... | 55 |

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                      |    |
|----------------------|----|
| Conclusiones.....    | 57 |
| Recomendaciones..... | 58 |
| Bibliografía         |    |
| Anexos               |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Tiempo promedio elaboración de cabezal Multibowl.....            | 16 |
| Tabla 2: Factor de desempeño del operario.....                            | 17 |
| Tabla 3: Calificación de desempeño de los operarios.....                  | 18 |
| Tabla 4: Cálculo del tiempo normal.....                                   | 19 |
| Tabla 5: Sistema de suplementos.....                                      | 21 |
| Tabla 6: Elección de suplementos.....                                     | 22 |
| Tabla 7: Tiempo estándar.....   | 23 |
| Tabla 8: Costos de producción materia prima.....                          | 25 |
| Tabla 9: Costos de producción mano de obra.....                           | 25 |
| Tabla 10: Costos de producción energía eléctrica.....                     | 26 |
| Tabla 11: Costos de producción insumos.....                               | 27 |
| Tabla 12: Tiempo promedio elaboración de cabezal Multibowl propuesta..... | 41 |
| Tabla 13: Factor de desempeño del operario.....                           | 42 |
| Tabla 14: Calificación de desempeño de los operarios.....                 | 43 |
| Tabla 15: Cálculo del tiempo normal propuesta.....                        | 44 |
| Tabla 16: Sistema de suplementos.....                                     | 46 |
| Tabla 17: Elección de suplementos.....                                    | 47 |
| Tabla 18: Tiempo estándar propuesta.....                                  | 48 |
| Tabla 19: Costos de producción materia prima propuesta.....               | 50 |
| Tabla 20: Costos de producción mano de obra propuesta.....                | 50 |
| Tabla 21: Costos de producción energía eléctrica propuesta.....           | 51 |
| Tabla 22: Costos de producción insumos propuesta.....                     | 52 |
| Tabla 23: Cronograma de actividades.....                                  | 54 |
| Tabla 24: Costo de la propuesta.....                                      | 55 |
| Tabla 25: Plan de socialización.....                                      | 56 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Modelo operativo.....                      | 29 |
| Figura 2: Movilización de materia prima.....         | 31 |
| Figura 3: Trazabilidad de materia prima.....         | 32 |
| Figura 4: Puesta a punto lugar de trabajo.....       | 33 |
| Figura 5: Liberación del producto.....               | 34 |
| Figura 6: Marcación cabezal.....                     | 35 |
| Figura 7: Ensamble.....                              | 36 |
| Figura 8: Diagrama de flujo fabricación cabezal..... | 38 |
| Figura 9: Diagrama de proceso.....                   | 39 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 1:</b> Solicitud Interna de Trabajo.....             | 82 |
| <b>Anexo 2:</b> Hoja de Ruta de Producción.....               | 83 |
| <b>Anexo 3:</b> Formulario de Solicitud de Diseño.....        | 84 |
| <b>Anexo 4:</b> Formulario de la Ficha Técnica de Diseño..... | 85 |

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.”**

**AUTOR:** Luis Alberto Andachi Morocho

**TUTOR:** Ing. Mg. Leonardo Cuenca N.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de titulación bajo la modalidad de Propuesta Metodológica trata de la optimización del proceso de fabricación de un cabezal multibowl, y de esta manera incrementar la productividad de la empresa de servicios petroleros Missionpetroleum. Las actividades del proceso productivo parten desde la recepción de la información de lo que el cliente requiere, y seguidamente elaborar la orden de producción, planificando el trabajo y los equipos y herramientas a utilizarse; así como el tiempo promedio de producción. Para cumplir con las características técnicas de un cabezal multibowl como son Presión de Trabajo: 3000/5000 PSI, Sistema de Sujeción Inferior Tipo Slip Lock evitando conexiones roscadas y soldables, que el diseño de Pack-Off se adapte al sistema normal de instalación y de emergencia, la intercambiabilidad entre cualquier tipo de completación de Pozo (Bombeo Eléctro- Sumergible, Bombeo Mecánico, Bombeo Hidráulico, Completación Dual Paralela o Concéntrica, etc.). También se debe tener en cuenta el ahorro de tiempo en taladro de perforación, que sea compatible con cualquier tipo y/o marca de conector eléctrico y que requiera una mínima cantidad de herramientas para su instalación; se hace necesario la optimización y estandarización del proceso de fabricación ya que actualmente se presentan bajos niveles de productividad en relación a los recursos invertidos y la cantidad de cabezales fabricados.

**Descriptor:** Cabezal, documentación, estandarización, metodología, Normativa, proceso, producción, productividad, procedimientos, requerimiento.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A.”**

**AUTHOR:** Luis Alberto Andachi Morocho

**ADVISOR:** Ing. Mg. Leonardo Cuenca N.

**EXECUTIVE SUMMARY**

This degree work in the form of methodological proposal is the optimization of the manufacturing process of a multibowl head, and thus increase the productivity of the oil services company Missionpetroleum. The activities of the production process start from the receipt of the information of what the client requires and then develop the production order, planning work and the tools and equipment used; and the average production time. To meet the technical characteristics of a head multibowl such as Working Pressure: 3000/5000 PSI Restraint System Lower Slip Lock Type avoiding threaded and solder connections, which design suits Pack-Off normal installation system and emergency interchangeability between any completion of Pozo (Submersible Pumping electro, Mechanical Pump, Hydraulic Pump, Parallel or Dual Concentric completions, etc.). It should also consider saving time in drilling rig, which is compatible with any type and / or brand electrical connector and requires a minimum amount of tools for installation; optimization and standardization of the manufacturing process as currently low levels of productivity are presented in relation to the resources invested and the amount of manufactured heads is necessary.

**Descriptors:** Head, documentation, standardization, methodology, legislation, process, production, productivity, procedures, requirements.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

**Tema:**

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S.A.”

**Introducción**

Muchas empresas a nivel mundial están comprometidas con el desarrollo de la industria petrolera, por medio de la fabricación y suministro de productos y servicios confiables entre ellos se tiene a los cabezales de pozo.

Los servicios petroleros en países industrializados se han convertido en un soporte bastante fuerte, debido a la demanda existente en cuanto a la fabricación y reparación de equipos para la extracción de crudo, entre ellos los cabezales; los mismos que deben ser fabricados con un proceso muy técnico y acorde a los requerimientos de los clientes que demandan ciertas características acorde al tipo de suelo, presión, resistencia; etc. Por ello la importancia radica en que las actividades del proceso sean precisas y se controlen todos los detalles para cumplir con su trabajo en el campo de extracción de crudo.

Las Industrias manufactureras prestadoras de servicios petroleros en el Ecuador son un gran soporte de apoyo para las operaciones en la extracción del petróleo; en la actualidad son pocas las empresas nacionales que se han desarrollado

paulatinamente con sus servicios, obligando a que cada una de ellas se vayan calificando y cumpliendo con normas internacionales, las mismas que han ayudado a mejorar sus procesos.

Mediante la adquisición de maquinarias con alta tecnología de producción y paralelamente con personal capacitado han ayudado a ir abriendo y captando nuevos y mayores mercados o que ha permitido en la actualidad ser un pilar importante para sostener los recursos humanos soportar esta crisis que está pasando el sector petrolero, en especial mediante el desarrollo ha permitido que en el país innoven nuevas herramientas como es el caso del Cabezal Multibowl; que es un apoyo fundamental en la extracción del crudo del petróleo en los campos.

La empresa Missionpetroleum S.A., es una compañía ecuatoriana que se formó a partir de inicios de abril del año 2001 bajo la autorización de la Superintendencia de Compañías, para el suministro de servicios de reparación en elementos o parte de equipos para la industria, comprometiéndose y alineándose bajo los parámetros y/o requisitos de las estatales ecuatorianas, que en base a trabajo en equipo la empresa crece permitiéndole aumentar sus líneas de productos y servicios dedicándose a la fabricación, reparación y mantenimiento de partes y equipos para el sector petróleo e industrial.

Missionpetroleum S.A. hoy en día cuenta con maquinaria de alta tecnología, requisitos de calidad por las normativas técnicas y personal competente, los mismos que permiten optimizar recursos y mejorar tiempos de entrega; dentro de estos servicios se tienen al Cabezal Multibowl el cual nos ha permitido constantemente mejorar su calidad para ser apoyo fundamental en las operaciones y lo más importante porque la empresa está en medio del Sector Oriente y la asistencia técnica es eficaz al momento de existir emergencias de operaciones.



## **Antecedentes**

Missionpetroleum S.A. cuenta con personal técnico altamente calificado y de trayectoria, maquinaria con tecnología avanzada y capacidad de producción en serie de todos los tipos de cabezales de pozos, con certificados y normas internacionales.

Dentro de los procesos que actualmente forman parte del proceso de fabricación de cabezales en Missionpetroleum S. A., se pueden detallar los siguientes:

- Modificación y completación de partes de cabezales bajo las especificaciones de la norma API 6A.
- Fabricación y reparación de herramientas de pesca para el sector petrolero.
- Fabricación y reparación de partes de bombas de lodo triples y quintuples.
- Aplicación de soldaduras especiales con técnicos calificados y procedimientos normados.
- Fabricación de partes y equipos para el sector industrial.
- Fabricación y reparación de elementos para torres de perforación.
- Fabricación y reparación de elementos para torres de workover.
- Servicio de moto suelda y equipo de oxicorte en campo.
- Fabricaciones de partes para mantenimiento de estaciones de bombeo.
- Fabricación de conexiones rotarias bajo normas y procedimientos.
- Fabricación y mantenimiento de herramientas para equipamiento pesado.

Es importante además el implementar y mantener un esquema de producción que permita la mayor eficiencia de los equipos y evite contratiempos que conlleven a paros en la producción, cosa inadmisibles en la industria hidrocarburífera. Para obtener los resultados deseados en producción es necesario tener claros los estándares operativos que guíen al profesional en el diseño, operación y mantenimiento de su sistema de recolección para reducir tiempos de adquisición de información y ejecución de actividades logrando de esta manera la eficacia en todos los procesos involucrados.

La presente propuesta metodológica permitirá contemplar de una manera clara y concisa los procedimientos acordes con el diseño, fabricación y mantenimiento de cabezales multibowl basados en Normas Técnicas Internacionales, que le dan la valía y la utilidad para su aplicación en los diferentes campos petroleros en el Ecuador y en especial a aquellas empresas operadoras que aún no posean algún estándar definido en esta área.

### **Justificación**

El área de Producción, en cualquier organización requiere de un estudio profundo en la administración de recursos utilizados dentro del proceso productivo, de ahí la **importancia** de que este proyecto, beneficie económicamente su rentabilidad e incremente su productividad en ésta línea de producción de Missionpetroleum S.A., su personal y al mejor desarrollo del proceso como tal.

Missionpetroleum S.A., es una empresa ecuatoriana, que vela por estar a la vanguardia de nuevas tecnologías, optimizando sus recursos de manera eficaz y eficiente, procurando **impactar** positivamente en un mercado cambiante y exigente.

Dada la necesidad de Missionpetroleum S.A., por optimizar sus recursos en una de sus líneas productivas y lograr ser más eficientes en temas de optimización de recursos, es necesario realizar un estudio que permita detectar sus debilidades o desviaciones organizacionales y productivas.

El principal **beneficiario** de esta propuesta metodológica será la empresa Missionpetroleum S.A., en particular al área producción quienes son los que constantemente realizan el estudio de optimización de recursos.

La presente propuesta es **factible** de ser realizada, porque existe el conocimiento en cuanto al desarrollo de la propuesta presentando una solución a la empresa Missionpetroleum S.A., además que existe la tendencia de mejorar el proceso de producción en la línea de cabezales Multibowl, y la predisposición de la Gerencia en apoyar la presente propuesta.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Optimizar la producción en el proceso productivo de fabricación de un cabezal Multibowl para incrementar la productividad de la empresa Missionpetroleum S.A.

### **Objetivos Específicos:**

- Definir el flujo y los tiempos del proceso productivo de fabricación de un cabezal Multibowl de la empresa Missionpetroleum S.A.
- Elaborar la documentación y registros de control del proceso productivo de fabricación de un cabezal Multibowl de la empresa Missionpetroleum S.A.
- Realizar un análisis de la productividad en el proceso de fabricación del cabezal multibowl para una correcta toma de decisiones.

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

Para el desarrollo del diagnóstico de la situación actual de la empresa Missionpetroleum S.A., se ejecutara el análisis del proceso productivo para la elaboración de un cabezal Multibowl (central de la empresa) así como la realización de los diagramas necesarios para analizar el proceso en sus diferentes etapas y establecer las actividades que se requieren desarrollan hasta la obtención del producto.

#### **Análisis de las actividades en la fabricación Cabezal Multibowl en la empresa Missionpetroleum S.A.**

##### **1. Recepción de la información**

El departamento de producción, debe asegurar la disponibilidad de la información necesaria que describa las características del producto requerido por el cliente, LOS NORMATIVOS, LOS LEGALES, Y AQUELLOS NO DECLARADOS POR EL CLIENTE PERO NECESARIOS PARA LA CONSECUSSION DE LO SOLICITADO, plasmados a través de un contrato u a través de la “Solicitud Interna de Trabajo F2-INT/001” realizada por el Departamento de Ventas.

## **2. Creación de la ficha de recepción de trabajo**

Los Supervisores de Producción generarán la Ficha de Recepción de Trabajo (FRT) según el “Procedimiento Para la Generación de la Ficha de Recepción de Trabajo P16-Q1/001”, a partir de la “Solicitud Interna de Trabajo F2-INT/001” entregada por el Departamento que requiere. El FRT, puede también solicitarse a través de un Correo electrónico, en el que se especifique todos los requerimientos necesarios para abrir un FRT.

## **3. Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD**

Posteriormente, los Supervisores de Producción solicitarán los Planos de fabricación en base a los requerimientos acordados contractualmente, por cada una de las partes a manufacturar al departamento de IDD.

## **4. Planificación, herramientas**

La Planificación de la producción es parte de un proceso macro que implica la planificación a varios intervalos de tiempo. El proceso empieza con el análisis del largo plazo del mercado. El proceso de planificación de largo plazo se plasma en planes anuales llamada planificación agregada, una apreciación de las capacidades de producción y las demandas esperadas mes a mes. Los planes agregados se convierten al final en programas minuciosos de producción, lo que son conocidos como programas maestros de producción.

## **5. Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionados**

Si por necesidad del cliente, existe cambios de diseño documentado y aceptado, durante el proceso de fabricación, se plasma en la hoja de ruta los avances del producto fabricado, se verifica si los cambios requeridos afecta al desarrollo de la producción o cambia alguna especificación del producto en proceso, si este no afecta, el departamento de producción junto con el departamento solicitante y el de

ingeniería, realizarán los cambios requeridos por el cliente y se asegurará que éstos están acorde con los requerimientos solicitados, si éste afecta, se iniciará el proceso mencionado en el punto.

## **6. Cálculo de las necesidades de materia prima**

Establecer la cantidad de materia que se necesitara para la fabricación del cabezal y si se encuentra disponible en bodega.

## **7. Generar lista de materiales**

Los Supervisores de Producción elaborarán la lista de materiales y/o materia prima, conforme lo indicado por el departamento de Ventas y en base a la Ficha de Recepción de Trabajo (FRT) se solicita a Bodega para su despacho.

La lista de materiales está basada según las especificaciones dimensionales determinadas en el plano de fabricación entregados por IDD. La lista de materiales es una descripción clara y precisa de las partes, elementos y/o materiales constitutivos necesarios que conforman el producto solicitado. (F16-INT/005).

## **8. Movilización de Materia prima**

Se receipta la materia prima detallada en la lista de materiales despachada por bodega; se procede a generar la hoja de ruta de producción según el “Instructivo para la Generación de Hoja de Ruta I16-INT/005.”, y se entrega al supervisor de mecanizados.

## **9. Delegar las actividades de manufactura**

Se coordina con el Supervisor de Mecanizados las actividades a realizar de acuerdo a la planificación de producción realizada, se designa un técnico de máquinas y herramientas, se entrega la materia prima al técnico de máquinas herramientas,

debidamente identificada adjuntando plano de fabricación y hoja de ruta de producción.

#### **10. Puesta a punto del lugar de trabajo**

Al iniciar la manufactura de partes, el técnico en máquinas y herramientas asignado verifica y prepara:

- Equipos de medición.
- Máquina herramienta designada.
- Herramientas.
- Plano de fabricación.
- Hoja de ruta de producción.

Se debe asegurar que los equipos a utilizarse aseguren la eficacia del trabajo

#### **11. Manufactura de partes de cabezales de producción de petróleo, roscado y/o re-manufactura de partes y/o elementos**

Una vez entregado los elementos necesarios, el técnico asignado dispondrá del tiempo necesario planificado para la consecución del trabajo establecido.

#### **12. Documentos de control de proceso**

Una vez iniciado el proceso de fabricación, todo elemento a manufacturarse debe contar con la Hoja De Ruta de Fabricación, misma que describe las diferentes etapas de transformación y puntos de atestiguamiento que seguirá hasta conseguir el acabado final, en cantidad y calidad, conforme las especificaciones técnicas solicitadas. Esta indica el avance en la producción así como el estado en el que se encuentra.

### **13. Verificación del proceso de producción**

Verificar el estado actual del proceso.

### **14. Liberación del producto de zona de manufactura**

Para garantizar que el producto se ha fabricado y comprobado de conformidad con las exigencias técnicas y dimensionales según ficha técnica y planos de fabricación respectivamente, el personal de QA/QC Missionpetroleum S.A. es responsable de llenar el Formulario Control Dimensional F10-INT/010-00, por cada elemento, para verificar que el mismo cumple con los requerimientos, si estos cumplen con las especificaciones, continuarán para el área de ensamble en conjunto con la documentación habilitante (hoja de ruta, control dimensional).

#### **Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo**

Una vez terminado las actividades de manufactura de partes de cabezales de producción de petróleo y liberado por el departamento de calidad se procede a realizar:

##### **1. Marcación (Identificación y trazabilidad)**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble procede con el marcado directo de partes de cabezales según el Instructivo para Marcación de Elementos fabricados IN10-INT/002”, el cual proporciona información para uso interno, facilitando la:

- Identificación de la parte mediante S/N y P/N.
- La trazabilidad de la parte manufacturada.
- La gestión de inventario y control.



## **2. Ensamble**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble realiza el ensamble de partes verificando:

- La disposición de partes para cabezales de producción de petróleo en zona de ensamble.
- El esquemático correspondiente al cabezal de producción de petróleo a partir de la solicitud del cliente.
- Se utilizará los instructivos emitidos por IDD, conforme la especificación y la configuración del elemento así se lo requiera.

## **3. Pruebas de Hidrostática**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble realiza la prueba de presión hidrostática como se indica en el “Procedimiento Para Realización De Pruebas Hidrostáticas Y De Gas P10-INT/012”, identificando:

- Pruebas de presión de cuerpo.
- Pruebas de presión de sellos.

Una vez realizada las pruebas, se procederá a registrar en documento registro de pruebas de presión, ratificada por Carta BARTON.

## **4. Aplicación del monograma API 6 A**

El departamento de Calidad a través de los Inspectores de Calidad procede a marcar el Monograma API 6A según lo indica el Procedimiento Para Control De La Aplicación Y Retiro Del Monograma API P3-Q1/003” solo si cumple con los parámetros establecidos en las pruebas de presión hidrostática.

## **5. Proceso de pintura triple capa sigma**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble interviene según el “Procedimiento Para La Aplicación De Pintura En Sistema Triple Capa – Sigma P10-INT/013”. Luego de la aplicación de cada capa se realizará pruebas de espesor por personal de QA/QC; al finalizar se realizará prueba de PULL OFF.

## **6. Pruebas PULL OFF**

El departamento de Calidad a través de los Inspectores de Calidad interviene según el “Procedimiento Para La Aplicación De Pintura En Sistema Triple Capa – Sigma P10-INT/013”, el cual se verifica la adherencia de la pintura al elemento pintado.

## **7. Liberación ensamble**

El departamento de Calidad a través de los inspectores de calidad procederá a validar las pruebas de PULL OFF mediante el registro “Preparación de Superficie, Pintura y Adherencia F10-INT/019”. Se interviene según el “Procedimiento Para La Aplicación De Pintura En Sistema Triple Capa – Sigma P10-INT/013”.

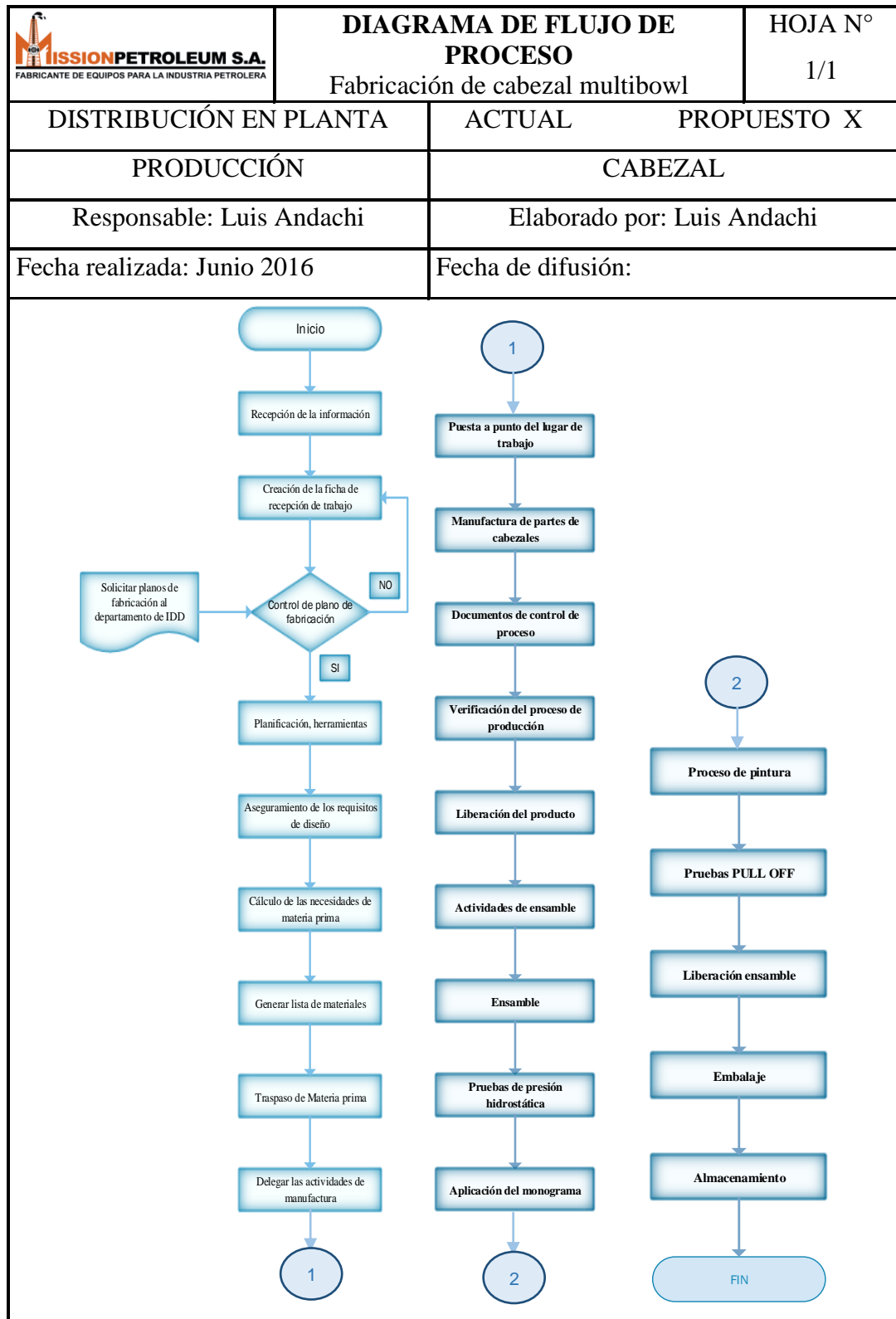
## **8. Embalaje**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble procede a embalar en cajas, pallets y a proteger las roscas de los elementos como se indica en el “Instructivo De Embalaje y Almacenamiento IN10-INT/005”.

## **9. Almacenamiento**

Se procede a entregar partes o cabezal completo debidamente embalado y protegido a Bodega para su posterior despacho según el cliente que lo solicite como se indica en el “Instructivo De Embalaje y Almacenamiento IN10-INT/005”

**Diagrama de flujo del proceso de fabricación del cabezal multibowl en la empresa Missionpetroleum S.A.**



**Figura N° 8:** Diagrama de Flujo fabricación cabezal  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

## Diagrama de Proceso

| <b>DIAGRAMA DE PROCESO</b> |   |                 |                             |                     |  |  | DISTANCIA (m) | TIEMPO (min) |            |   |    |
|----------------------------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------|--|--|---------------|--------------|------------|---|----|
| <b>Departamento</b>        | <b>PRODUCCION</b>   |                 | <b>Diseñado por:</b>        | <b>Luis Andachi</b> |  |  |               |              |            |   |    |
| <b>Nombre:</b>             | <b>WELLHEAD MULTIBOWL SYSTEM</b>                                    |                 |                             |                     |  |  | OPERACIÓN     | 33           | 7412       |   |    |
| <b>Medida:</b>             | <b>CONFIGURATION; 20" x 13-3/8" x 9-5/8" x 3-1/2"</b>               |                 |                             |                     |  |  | TRANSPORTE    | 29           | 40         |   |    |
| <b>Actividad</b>           | <b>Fabricantes de partes de Cabezales de Producción de Petróleo</b> |                 |                             |                     |  |  | INSPECCION    | 15           | 10         |   |    |
| <b>Método</b>              | <b>Actual</b>   | <b>Diagrama</b> | <b># 1</b>                  |                     |  | DEMORA   | 2             | 105          |            |   |    |
| <b>Operarios</b>           | <b>32</b>   | <b>Lugar</b>    | <b>Planta de Producción</b> |                     |  |  |               |              | ALMACENAM. | 7 | 30 |

| ITEM         | DESCRIPCION DE ACTIVIDADES   | OPERACIONES |            |            |        |            | DISTANCIA (M) | TIEMPO (min) |
|--------------|--|-------------|------------|------------|--------|------------|---------------|--------------|
|              |  | ○           | ⇒          | □          | ▷      | ▽          |               |              |
|              |  | OPERACIÓN   | TRANSPORTE | INSPECCION | DEMORA | ALMACENAM. |               |              |
| 1            | Recepción de la información  | X           |            |            |        |            | 2             | 5            |
| 2            | Creación de la Orden de Producción                                       | X           |            |            |        |            | 6             | 2            |
| 3            | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD                   |             |            | X          |        |            | 15            | 10           |
| 4            | Planificación, herramientas  |             |            |            | X      |            | 2             | 30           |
| 5            | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionados     | X           |            |            |        |            | 0             | 30           |
| 6            | Cálculo de las necesidades de materia prima                              |             |            |            | X      |            | 0             | 60           |
| 7            | Generar lista de materiales  | X           |            |            |        |            | 0             | 15           |
| 8            | Movilización de Materia prima  |             | X          |            |        |            | 20            | 10           |
| 9            | Delegar las actividades de Manufactura                                   | X           |            |            |        |            | 0             | 15           |
| 10           | Puesta a punto del lugar de trabajo                                      |             | X          |            |        |            | 4             | 10           |
| 11           | Manufactura de partes de Cabezales de Producción                         | X           |            |            |        |            | 0             | 2640         |
| 12           | Documentos de control de proceso   |             |            |            | X      |            | 0             | 5            |
| 13           | Verificación del Proceso de proceso de Producción                        | X           |            |            |        |            | 6             | 10           |
| 14           | Liberación del producto de zona de manufacturación                       |             | X          |            |        |            | 5             | 20           |
| 15           | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo | X           |            |            |        |            | 0             | 480          |
| 16           | Ensamble   | X           |            |            |        |            | 4             | 180          |
| 17           | Pruebas hidrostática   | X           |            |            |        |            | 0             | 660          |
| 18           | Aplicación del monograma API 6A  |             |            |            | X      |            | 0             | 10           |
| 19           | Proceso de Pintura Triple Capa   | X           |            |            |        |            | 7             | 2880         |
| 20           | Pruebas PULL OFF   | X           |            |            |        |            | 0             | 15           |
| 21           | Liberación de Ensamble   | X           |            |            |        |            | 8             | 120          |
| 22           | Embalaje   | X           |            |            |        |            | 0             | 360          |
| 23           | Almacenamiento   |             |            |            |        | X          | 7             | 30           |
| <b>TOTAL</b> |  |             |            |            |        |            | <b>86</b>     | <b>7597</b>  |

**Figura N° 9:** Diagrama de Proceso  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

En el diagrama de operación del proceso (Figura 9), se puede observar que existen 23 actividades en la fabricación del cabezal multibowl con un tiempo de 7597

minutos; es decir 127 horas aproximadamente y una distancia recorrida de 86 metros.

**Productividad.-** Para calcular la productividad actual de la empresa MISSIONPETROLEUM S.A., es necesario conocer el tiempo del ciclo del proceso productivo; para lo cual es necesario realizar el cálculo del tiempo estándar del proceso.

**Tiempo promedio de cada actividad.-** Para el cálculo del tiempo promedio de las actividades del proceso productivo se empleará la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{\Sigma TA}{N} \quad Ec. 1$$

**Donde:**

TP: Tiempo promedio

TA: Tiempo de cada actividad

N: Número de mediciones

En la tabla 1 se pueden observar las actividades del proceso de fabricación del cabezal multibowl identificadas también en la figura 9; luego de lo cual se procedió a tomar el tiempo para cada actividad en 10 oportunidades para de esta manera sacar el tiempo promedio del proceso que fue de 7644, 1 minutos; aproximadamente 127 horas lo que corrobora a lo calculado en el diagrama de operaciones del proceso.

**Tabla N° 1:** tiempo promedio elaboración de cabezal multibowl

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |          |
|--|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------|
| N°                                       | ACTIVIDADES  | TIEMPOS DE CADA ACTIVIDAD (MIN) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIEMPO TOTAL  | PROMEDIO |
|  |  | 1                               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |               |          |
| 1  | Recepción de la información  | 5                               | 5    | 6    | 6    | 5    | 5    | 7    | 5    | 5,5  | 5    | 54,5          | 5,45     |
| 2  | Creación de la Orden de Producción                                       | 2                               | 2    | 2,5  | 2    | 2    | 2,5  | 2    | 3    | 2    | 2    | 22            | 2,2      |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD                   | 10                              | 11   | 10   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 11   | 10   | 105           | 10,5     |
| 4  | Planificación, herramientas  | 30                              | 30   | 31   | 30   | 32   | 30   | 30   | 31   | 30   | 30,5 | 304,5         | 30,45    |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionado      | 30                              | 31   | 31   | 30   | 30   | 32   | 30   | 32   | 30   | 30   | 306           | 30,6     |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima                              | 60                              | 58   | 60   | 60   | 60   | 59   | 60   | 62   | 60   | 61   | 600           | 60       |
| 7  | Generar lista de materiales  | 15                              | 17   | 15   | 15   | 18   | 15   | 16   | 15   | 17   | 15   | 158           | 15,8     |
| 8  | Movilización de Materia prima  | 10                              | 13   | 10   | 10   | 14   | 10   | 11   | 10   | 12   | 10   | 110           | 11       |
| 9  | Delegar las actividades de Manufactura                                   | 15                              | 16   | 15   | 17   | 15   | 16   | 15   | 18   | 15   | 15   | 157           | 15,7     |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                                      | 10                              | 12   | 10   | 10   | 11   | 10   | 10   | 10,5 | 10   | 11   | 104,5         | 10,45    |
| 11                                       | Manufactura de partes de Cabezales de Producción                         | 2640                            | 2655 | 2678 | 2635 | 2630 | 2670 | 2632 | 2620 | 2679 | 2650 | 26489         | 2648,9   |
| 12                                       | Documentos de control de proceso   | 5                               | 7    | 5    | 6    | 5    | 6    | 5    | 7    | 5    | 7    | 58            | 5,8      |
| 13                                       | Verificación del Proceso de proceso de Producción                        | 10                              | 12   | 10   | 10,8 | 11   | 11   | 10   | 12   | 10   | 11   | 107,8         | 10,78    |
| 14                                       | Liberación del producto de zona de manufacturación                       | 20                              | 25   | 27   | 22   | 30   | 21   | 20   | 21   | 24   | 25   | 235           | 23,5     |
| 15                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo | 480                             | 488  | 485  | 480  | 482  | 485  | 487  | 490  | 488  | 497  | 4862          | 486,2    |
| 16                                       | Ensamble   | 180                             | 185  | 188  | 192  | 178  | 178  | 185  | 192  | 190  | 183  | 1851          | 185,1    |
| 17                                       | Pruebas hidrostática   | 660                             | 665  | 667  | 660  | 662  | 663  | 661  | 655  | 674  | 665  | 6632          | 663,2    |
| 18                                       | Aplicación del monograma API 6A  | 10                              | 11   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 12   | 10   | 11   | 107           | 10,7     |
| 19                                       | Proceso de Pintura Triple Capa   | 2880                            | 2890 | 2895 | 2890 | 2896 | 2885 | 2879 | 2888 | 2892 | 2881 | 28876         | 2887,6   |
| 20                                       | Pruebas PULL OFF   | 15                              | 15   | 15,5 | 16   | 16   | 15   | 15   | 15,5 | 15   | 15   | 153           | 15,3     |
| 21                                       | Liberación de Ensamble   | 120                             | 122  | 122  | 120  | 120  | 121  | 121  | 120  | 122  | 120  | 1208          | 120,8    |
| 22                                       | Embalaje   | 360                             | 365  | 365  | 355  | 358  | 366  | 363  | 361  | 370  | 360  | 3623          | 362,3    |
| 23                                       | Almacenamiento   | 30                              | 33   | 30   | 33   | 30   | 35   | 30   | 35   | 30   | 32   | 318           | 31,8     |
| <b>TOTAL</b>                             |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>7644,1</b> |          |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

**Tiempo normal de proceso.-** Para realizar el cálculo del tiempo normal de cada actividad que involucra el proceso, se fijará, con todo cuidado, la actuación del operario durante las operaciones normales de su proceso. De aquí se concluye que se debe realizar un ajuste al tiempo medio observado, con la finalidad de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo con características físicas normales ejecute el trabajo a un ritmo normal. La fórmula para el cálculo es:

$$TN = Tm * AO \text{ Ec. 2}$$

**Donde:**

**TN:** Tiempo Normal

**Tm:** Tiempo medio (promedio)

**AO:** Factor de desempeño del operario

**Tabla N° 2:** Factor de desempeño del operario

| ESCALA DE VALORACIÓN       |                     |  |                          |
|----------------------------|---------------------|--|--------------------------|
| Descripción del desempeño  |                     |  | Velocidad de marcha Km/h |
| <b>0</b>                   | 0                   | Actividad Nula   | 0                        |
| <b>67</b>                  |                     | Muy Lento: movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido sin interés en el trabajo   | 3,2(2)                   |
| <b>100</b><br>(ritmo-tipo) |                     | Constante, resuelto, sin prisa como de obrero no pagado o destajado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.                     | 4,8(3)                   |
| <b>133</b>                 | 100<br>(ritmo-tipo) | Activo, capaz, como obrero medio calificado medio pagado o destajo; logra con tranquilidad a nivel de calidad y presión fijado.  | 6,4(4)                   |
| <b>167</b>                 | 125                 | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.   | 8(5)                     |
| <b>200</b>                 | 150                 | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso" "solo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes. | 9,6(6)                   |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** (Caso, 2006)

## Calificación de desempeño de los operarios por actividades

**Tabla N° 3:** Calificación de desempeño de los operarios

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                          |                        |
|--|--|--------------------------|------------------------|
| No.                                      | ACTIVIDADES  | DESCRIPCION DE DESEMPEÑO | Factor de Calificación |
| 1  | Recepción de la información                            | Activo                   | 1                      |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo           | Activo                   | 1                      |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD | Activo                   | 1                      |
| 4  | Planificación, herramientas                            | Activo                   | 1                      |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño              | Activo                   | 1                      |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima            | Activo                   | 1                      |
| 7  | Generar lista de materiales                            | Activo                   | 1                      |
| 8  | Traspaso de Materia prima                              | Activo                   | 1                      |
| 9  | Delegar las actividades de manufactura                 | Activo                   | 1                      |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                    | Activo                   | 1                      |
| 11                                       | Manufactura de partes de cabezales de producción       | Activo                   | 1                      |
| 12                                       | Documentos de control de proceso                       | Activo                   | 1                      |
| 13                                       | Verificación del proceso de producción                 | Activo                   | 1                      |
| 14                                       | Liberación del producto de zona de manufactura         | Activo                   | 1                      |
| 15                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales         | Activo                   | 1                      |
| 16                                       | Ensamble   | Activo                   | 1                      |
| 17                                       | Pruebas de presión hidrostática                        | Activo                   | 1                      |
| 18                                       | Aplicación del monograma API                           | Activo                   | 1                      |
| 19                                       | Proceso de pintura triple capa sigma                   | Activo                   | 1                      |
| 20                                       | Pruebas PULL OFF                                       | Activo                   | 1                      |
| 21                                       | Liberación ensamble                                    | Activo                   | 1                      |
| 22                                       | Embalaje   | Activo                   | 1                      |
| 23                                       | Almacenamiento   | Activo                   | 1                      |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

El factor de calificación es ponderado acorde al tipo de actividad que desarrolla cada obrero dentro de una determinada actividad, calificándolo de acuerdo al desempeño del mismo. Para este proceso la mayoría de actividades que se deben realizar requiere de un obrero medio calificado por lo cual se le da una ponderación de 1. (Tabla 3)



## Cálculos del tiempo normal en las actividades del proceso de producción

Tabla N° 4: Cálculo del Tiempo Normal

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                      |               |               |
|--|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------|---------------|---------------|
| N°                                       | ACTIVIDADES  | TIEMPOS DE CADA ACTIVIDAD (MIN) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIEMPO TOTAL  | PROMEDIO             | DE DESEMPEÑO  | TIEMPO NORMAL |
|  |  | 1                               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |               |                      |               |               |
| 1  | Recepción de la información  | 5                               | 5    | 6    | 6    | 5    | 5    | 7    | 5    | 5,5  | 5    | 54,5          | 5,45                 | 1             | 5,45          |
| 2  | Creación de la Orden de Producción                                       | 2                               | 2    | 2,5  | 2    | 2    | 2,5  | 2    | 3    | 2    | 2    | 22            | 2,2                  | 1             | 2,2           |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD                   | 10                              | 11   | 10   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 11   | 10   | 105           | 10,5                 | 1             | 10,5          |
| 4  | Planificación, herramientas  | 30                              | 30   | 31   | 30   | 32   | 30   | 30   | 31   | 30   | 30,5 | 304,5         | 30,45                | 1             | 30,45         |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionado      | 30                              | 31   | 31   | 30   | 30   | 32   | 30   | 32   | 30   | 30   | 306           | 30,6                 | 1             | 30,6          |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima                              | 60                              | 58   | 60   | 60   | 60   | 59   | 60   | 62   | 60   | 61   | 600           | 60                   | 1             | 60            |
| 7  | Generar lista de materiales  | 15                              | 17   | 15   | 15   | 18   | 15   | 16   | 15   | 17   | 15   | 158           | 15,8                 | 1             | 15,8          |
| 8  | Movilización de Materia prima  | 10                              | 13   | 10   | 10   | 14   | 10   | 11   | 10   | 12   | 10   | 110           | 11                   | 1             | 11            |
| 9  | Delegar las actividades de Manufactura                                   | 15                              | 16   | 15   | 17   | 15   | 16   | 15   | 18   | 15   | 15   | 157           | 15,7                 | 1             | 15,7          |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                                      | 10                              | 12   | 10   | 10   | 11   | 10   | 10   | 10,5 | 10   | 11   | 104,5         | 10,45                | 1             | 10,45         |
| 11                                       | Manufactura de partes de Cabezales de Producción                         | 2640                            | 2655 | 2678 | 2635 | 2630 | 2670 | 2632 | 2620 | 2679 | 2650 | 26489         | 2648,9               | 1             | 2648,9        |
| 12                                       | Documentos de control de proceso   | 5                               | 7    | 5    | 6    | 5    | 6    | 5    | 7    | 5    | 7    | 58            | 5,8                  | 1             | 5,8           |
| 13                                       | Verificación del Proceso de proceso de Producción                        | 10                              | 12   | 10   | 10,8 | 11   | 11   | 10   | 12   | 10   | 11   | 107,8         | 10,78                | 1             | 10,78         |
| 14                                       | Liberación del producto de zona de manufacturación                       | 20                              | 25   | 27   | 22   | 30   | 21   | 20   | 21   | 24   | 25   | 235           | 23,5                 | 1             | 23,5          |
| 15                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo | 480                             | 488  | 485  | 480  | 482  | 485  | 487  | 490  | 488  | 497  | 4862          | 486,2                | 1             | 486,2         |
| 16                                       | Ensamble   | 180                             | 185  | 188  | 192  | 178  | 178  | 185  | 192  | 190  | 183  | 1851          | 185,1                | 1             | 185,1         |
| 17                                       | Pruebas hidrostática   | 660                             | 665  | 667  | 660  | 662  | 663  | 661  | 655  | 674  | 665  | 6632          | 663,2                | 1             | 663,2         |
| 18                                       | Aplicación del monograma API 6A  | 10                              | 11   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 12   | 10   | 11   | 107           | 10,7                 | 1             | 10,7          |
| 19                                       | Proceso de Pintura Triple Capa   | 2880                            | 2890 | 2895 | 2890 | 2896 | 2885 | 2879 | 2888 | 2892 | 2881 | 28876         | 2887,6               | 1             | 2887,6        |
| 20                                       | Pruebas PULL OFF   | 15                              | 15   | 15,5 | 16   | 16   | 15   | 15   | 15,5 | 15   | 15   | 153           | 15,3                 | 1             | 15,3          |
| 21                                       | Liberación de Ensamble   | 120                             | 122  | 122  | 120  | 120  | 121  | 121  | 120  | 122  | 120  | 1208          | 120,8                | 1             | 120,8         |
| 22                                       | Embalaje   | 360                             | 365  | 365  | 355  | 358  | 366  | 363  | 361  | 370  | 360  | 3623          | 362,3                | 1             | 362,3         |
| 23                                       | Almacenamiento   | 30                              | 33   | 30   | 33   | 30   | 35   | 30   | 35   | 30   | 32   | 318           | 31,8                 | 1             | 31,8          |
| <b>TOTAL</b>                             |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>7644,1</b> | <b>TIEMPO NORMAL</b> | <b>7644,1</b> |               |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Investigación Directa

En la tabla 4, se puede observar el cálculo del tiempo normal de las actividades requeridas para cumplir con el proceso, finalmente se observa el tiempo normal de cada actividad.

### **Tiempo estándar del proceso**

Es el modelo que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando métodos y equipos estándar por un trabajador que tiene la habilidad requerida, imprimiendo una velocidad normal que la pueda mantener día tras día, incluyendo los síntomas de fatiga. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$TE = TN * (1 + SUPLEMENTOS) \text{ Ec. 3}$$

Donde:

**TE:** Tiempo Estándar

**TN:** Tiempo Normal

**SUPLEMENTOS:** Suplementario o demoras inevitables

### **Método de valoración objetiva con estándares de fatiga**

Según la Organización Internacional de Trabajo: “Este método divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes están agrupando las necesidades personales con un porcentaje de 5% para hombres y 7% para mujeres; al mismo tiempo las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual refiere a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, dicho porcentaje se valora usualmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres”. La cantidad variable se aplica solamente cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y estas no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- a)** Trabajo de pie, **b)** Postura anormal, **c)** Levantamiento de peso o uso de fuerza,
- d)** Intensidad de la luz, **e)** Calidad del aire, **f)** Tensión visual, **g)** Tensión auditiva,

h) Tensión mental. i) Monotonía mental. j) Monotonía física. Lo que se puede visualizar en la tabla 5 adjunta.

**Tabla N° 5: Sistema de Suplementos**

| TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO                                       |          |          |  |     |   |
|---|----------|----------|--|-----|---|
| Suplementos Constantes  | H        | M        | Suplementos Variables  | H   | M |
| Necesidades personales  | 5        | 4        | e) Condiciones atmosféricas<br>Índice de enfriamiento,<br>termómetro de kata |     |   |
| Básico por fatiga   | 4        | 4        | 16   | 0   |   |
| <b>Suplementos Variables</b>  | <b>H</b> | <b>M</b> | 14   | 0   |   |
| <b>a) Trabajo de Pie</b>  |          |          | 12   | 0   |   |
| Trabajo de Pie  | 2        | 4        | 10   | 3   |   |
| <b>b) Postura anormal</b>   |          |          | 8  | 10  |   |
| Ligeramente incómoda  | 0        | 1        | 6  | 21  |   |
| Incómoda ( inclinado)   | 2        | 3        | 5  | 31  |   |
| Muy Incómoda (echado, estirado)   | 7        | 7        | 4  | 45  |   |
| <b>c) Uso de fuerza o energía muscular ( levantar , tirar o empujar</b> |          |          | 3  | 64  |   |
|   |          |          | 2  | 100 |   |
| Peso levantado por kilogramo  |          |          | <b>f) Tensión Visual</b>   |     |   |
| 2,5   | 0        | 1        | Trabajos de cierta posición  | 0   | 0 |
| 5   | 1        | 2        | Trabajos de precisión o fatigosos  | 2   | 2 |
| 7,5   | 2        | 3        | Trabajos de gran precisión   | 5   | 5 |
| 10  | 3        | 4        | <b>g) Tensión Visual</b>   |     |   |
| 12,5  | 4        | 6        | Continuo   | 0   | 0 |
| 15  | 5        | 8        | Intermitente y fuerte  | 2   | 2 |
| 17,5  | 6        | 10       | Intermitente muy fuerte  | 5   | 5 |
| 20  | 9        | 13       | Estridente y fuerte  | 7   | 7 |
| 22,5  | 11       | 16       | <b>h) Tensión Mental</b>   |     |   |
| 25  | 13       | 20(máx.) | Proceso algo complejo  | 1   | 1 |
| 30  | 17       |          | Proceso complejo o tensión dividida  | 4   | 4 |
| 33,5  | 22       |          | Proceso muy complejo   | 8   | 8 |
| <b>d) Iluminación</b>   |          |          | <b>i) Monotonía Mental</b>   |     |   |
| Ligeramente debajo de la potencia calculada                             | 0        | 0        | Trabajo algo monótono  | 0   | 0 |
| Bastante debajo   | 2        | 2        | Trabajo bastante monótono  | 1   | 1 |
| Absolutamente insuficiente  | 5        | 5        | trabajo muy monótono   | 4   | 4 |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Organización Internacional del Trabajo

Elección de suplementos para cada actividad de la elaboración cabezal Multibowl.

**Tabla N° 6:** Elección de Suplementos

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                        |        |
|--|--|------------------------|--------|
| TIEMPOS DE ACTIVIDAD                     |  |                        |        |
| ACTIVIDADES                              | ELECCION DE FACTORES   | PORCENTAJE %           | FACTOR |
| 1  | Recepción de la información  | FATIGA                 | 9      |
|  |  | NECESIDADES PERSONALES |        |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo<br>Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD<br>Planificación, herramientas  | FATIGA                 | 11     |
|  |  | NECESIDADES PERSONALES |        |
|  |  | TRABAJO DE PIE         |        |
| 3  | Aseguramiento de los requisitos de diseño<br>Cálculo de las necesidades de materia prima<br>Generar lista de materiales  | NECESIDADES PERSONALES | 11     |
|  |  | TRABAJO DE PIE         |        |
|  |  | FATIGA                 |        |
| 4  | Traspaso de Materia prima<br>Delegar las actividades de manufactura<br>Puesta a punto del lugar de trabajo<br>Manufactura de partes de cabezales de producción<br>Documentos de control de proceso<br>Verificación del proceso de producción | TRABAJO DE PIE         | 11     |
|  |  | FATIGA                 |        |
|  |  | NECESIDADES PERSONALES |        |
| 5  | Liberación del producto de zona de manufactura<br>Actividades de ensamble de partes de cabezales<br>Ensamble<br>Pruebas de presión hidrostática  | FATIGA                 | 11     |
|  |  | NECESIDADES PERSONALES |        |
|  |  | TRABAJO DE PIE         |        |
| 13                                       | Aplicación del monograma API<br>Proceso de pintura triple capa sigma<br>Pruebas PULL OFF   | NECESIDADES PERSONALES | 11     |
|  |  | FATIGA                 |        |
|  |  | POSTURA INCOMODA       |        |
| 14                                       | Liberación ensamble<br>Embalaje<br>Almacenamiento  | TRABAJO ALGO MONOTONO  | 14     |
|  |  | NECESIDADES PERSONALES |        |
|  |  | FATIGA                 |        |
|  |  | POSTURA INCOMODA       |        |
|  |  | TRABAJO DE PIE         |        |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

La ponderación de los suplementos para cada actividad se la realiza considerando las necesidades personales, la fatiga, trabajos de pie, trabajos sobre presión; que son los suplementos que se han tomado en consideración para este proceso, con los cuales se pondera y se da la calificación dependiendo si se trata de un hombre o una mujer. En el caso del personal de producción de Missionpetroleum en su totalidad son hombres, luego de obtener el valor final de calificación se divide para el 100% de eficiencia del trabajador.

## Cálculos de tiempos estándar de las actividades del proceso de fabricación del cabezal Multibowl

**Tabla N° 7: Tiempo Estándar**

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                       |                     |                     |            |                  |
|--|--|-----------------------|---------------------|---------------------|------------|------------------|
| No.                                      | ACTIVIDADES  | Tiempo Promedio (min) | Factor de Desempeño | Tiempo Normal (min) | SUPLEMENTO | TIEMPO ESTANDAR  |
| 1  | Recepción de la información                            | 5,4                   | 1                   | 5,4                 | 9          | 5,886            |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo           | 2,25                  | 1                   | 2,25                | 11         | 2,4975           |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD | 15,2                  | 1                   | 15,2                | 11         | 16,872           |
| 4  | Planificación, herramientas                            | 30,4                  | 1                   | 30,4                | 11         | 33,744           |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño              | 121                   | 1                   | 121                 | 11         | 134,31           |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima            | 60,3                  | 1                   | 60,3                | 11         | 66,933           |
| 7  | Generar lista de materiales                            | 15,3                  | 1                   | 15,3                | 11         | 16,983           |
| 8  | Traspaso de Materia prima                              | 10,3                  | 1                   | 10,3                | 11         | 11,433           |
| 9  | Delegar las actividades de manufactura                 | 15,4                  | 1                   | 15,4                | 11         | 17,094           |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                    | 10,3                  | 1                   | 10,3                | 11         | 11,433           |
| 11                                       | Manufactura de partes de cabezales de producción       | 1081,2                | 1                   | 1081,2              | 11         | 1200,132         |
| 12                                       | Documentos de control de proceso                       | 5,3                   | 1                   | 5,3                 | 11         | 5,883            |
| 13                                       | Verificación del proceso de producción                 | 10,4                  | 1                   | 10,4                | 11         | 11,544           |
| 14                                       | Liberación del producto de zona de manufactura         | 20,4                  | 1                   | 20,4                | 11         | 22,644           |
| 15                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales         | 480,8                 | 1                   | 480,8               | 11         | 533,688          |
| 16                                       | Ensamble   | 180,7                 | 1                   | 180,7               | 11         | 200,577          |
| 17                                       | Pruebas de presión hidrostática                        | 45,6                  | 1                   | 45,6                | 11         | 50,616           |
| 18                                       | Aplicación del monograma API                           | 10,4                  | 1                   | 10,4                | 11         | 11,544           |
| 19                                       | Proceso de pintura triple capa sigma                   | 2881,2                | 1                   | 2881,2              | 11         | 3198,132         |
| 20                                       | Pruebas PULL OFF                                       | 15,5                  | 1                   | 15,5                | 11         | 17,205           |
| 21                                       | Liberación ensamble                                    | 120,7                 | 1                   | 120,7               | 14         | 137,598          |
| 22                                       | Embalaje   | 360,7                 | 1                   | 360,7               | 14         | 411,198          |
| 23                                       | Almacenamiento   | 30,5                  | 1                   | 30,5                | 14         | 34,77            |
|  | <b>SUMATORIA TOTAL</b>                                 | <b>5529,25</b>        |                     | <b>5529,25</b>      |            | <b>6152,7165</b> |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

### **Calculo de tiempo de ciclo**

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{6152,71 \text{ min}}{1 \text{ unidad}} = 6152.71 \text{ min/unidad}$$

### **Cálculo de la productividad operativa actual**

El cálculo de la productividad operativa actual permitirá conocer la eficiencia del trabajador al momento de ejecutar el proceso identificando la producción durante su jornada de trabajo.

La empresa “Missionpetroleum S.A.” produce cada 6 días un cabezal multibowl, la empresa actualmente cuenta con 28 trabajadores, los que trabajan en dos jornadas de 6H00 a 18H00. Con un total de 11 horas de trabajo al día con una hora de receso.

$$\text{Productividad operativa} = \frac{\text{Producción 5 (unidades)}}{\text{Tiempo de ciclo} \left( \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \right) * \text{numero de operarios}}$$

$$\text{Productividad en horas hombre} = \frac{5 \text{ unidades}}{6152,71 \left( \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \right) * 28 \text{ Operarios}}$$

Productividad en horas hombre = 0,003 Unidades/ trabajador

### **Resultados esperados**

La empresa “Missionpetroleum S.A.”, mantiene una productividad sobre sus operarios de 0,03 unidades por cada uno de ellos; analizando el indicador se puede concluir que no se está empleando de manera adecuada el recurso humano con el que cuenta actualmente la empresa.

## Costos de Producción

En la empresa “Missionpetroleum S.A.”, la materia prima utilizada diaria, semanal y mensualmente para la elaboración del cabezal multibowl en cantidad y costo se detalla a continuación:

### Costos de producción Materia Prima

**Tabla N° 8: Costos de Producción Materia Prima**

| Materia Prima | Diaria (kg) | Mensual (kg) | Costo (kg) | Costo total mensual (L) |
|---------------|-------------|--------------|------------|-------------------------|
| Acero         | 100         | 3000         | \$3        | \$ 9000                 |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia “Missionpetroleum S.A.”

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (materia prima)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (materia prima)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{3000 \text{ Kg}}$$

$$P = 0.002 \text{ unidad/Kg.Mes}$$

### Costos de producción Mano de Obra

**Tabla N° 9: Costos de Producción Mano de obra**

| Costos de Producción Mano de Obra |           |           |                 |                            |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------------------------|
| Trabajadores                      | Horas día | Costo Día | Días de trabajo | Costo Mensual Mano de Obra |
| 28                                | 11        | 30        | 30              | 25200                      |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia “Missionpetroleum S.A.”

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (mano de obra)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (mano de obra)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{28 \text{ operarios}}$$

$$P = 0,21 \text{ unidades/operario.mes}$$

### Costos de producción Energía Eléctrica

**Tabla N° 10:** Costos de Producción Energía Eléctrica

| Costos de Producción Energía Eléctrica |                      |              |
|--|----------------------|--------------|
| Mes                                    | Consumo mensual KW/h | Costo        |
| Enero                                  | 2940                 | \$ 2.058,00  |
| Febrero                                | 2910                 | \$ 2.037,00  |
| Marzo                                  | 2980                 | \$ 2.086,00  |
| Abril                                  | 2975                 | \$ 2.082,50  |
| Mayo                                   | 2968                 | \$ 2.077,60  |
| Junio                                  | 2985                 | \$ 2.089,50  |
| Julio                                  | 2973                 | \$ 2.081,10  |
| Agosto                                 | 2984                 | \$ 2.088,80  |
| Septiembre                             | 2970                 | \$ 2.079,00  |
| Octubre                                | 2980                 | \$ 2.086,00  |
| Noviembre                              | 2985                 | \$ 2.089,50  |
| Promedio                               | 32650                | \$ 22.855,00 |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia "Missionpetroleum S.A."

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (energía eléctrica kw)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{32650 \text{ kw/h}}$$

$$P = 0.01 \text{ unidades/kw.hora.mes}$$



## Costos de Producción Insumos

**Tabla N° 11:** Costos de Producción Insumos

| ACCESORIOS   |          |                 |                  |                  |
|--|----------|-----------------|------------------|------------------|
| Insumo   | Costo    | Cantidad diaria | Cantidad Mensual | Costo Mensual    |
| Slip Segment 13-3/8"                                 | \$ 800   | 1               | 1                | \$ 800           |
| Slip Casing 13-5/8"                                  | \$ 2.200 | 1               | 1                | \$ 2.200         |
| Ball Valve 6000#                                     | \$ 1.800 | 1               | 1                | \$ 1.800         |
| Welding neck connector                               | \$ 800   | 1               | 1                | \$ 800           |
| Pressure Gauge<br>Manometer                          | \$ 200   | 1               | 1                | \$ 200           |
| KOPR KOTE GRASA                                      | \$ 150   | 1               | 1                | \$ 150           |
| GRASA EZY TURN # 12                                  | \$ 150   | 1               | 1                | \$ 150           |
| GRASA DESCO EP<br>LITHIUM                            | \$ 150   | 1               | 12               | \$ 1.800         |
| REMACHES PARA<br>PLACAS                              | \$ 0,50  | 1               | 9                | \$ 5             |
| TAPONES DE 1/2" NPT                                  | \$ 15    | 1               | 4                | \$ 60            |
| PERNOS ALLEN 3/8" x<br>4"                            | \$ 8     | 1               | 6                | \$ 48            |
| PLACAS METÁLICAS                                     | \$ 3     | 1               | 6                | \$ 18            |
| TAPÓN CABEZA<br>ALLEN 3/8" NPT                       | \$ 6     | 1               | 38               | \$ 228           |
| RODELA<br>TROPICALIZADA                              | \$ 100   | 1               | 16               | \$ 1.600         |
| REFUERZOS<br>METALICOS                               | \$ 2     | 1               | 1                | \$ 2             |
| PLASTICO STRETCH<br>FILM                             | \$ 30    | 1               | 1                | \$ 30            |
| Super long, polyexpanded                             | \$ 50    | 1               | 1                | \$ 50            |
| REMOVEDOR DE<br>PINTURA                              | \$ 160   | 1               | 5                | \$ 800           |
| TEFLON BARRA   | \$ 8     | 1               | 1                | \$ 8             |
| PAÑO ABSORBENTE<br>DE 150' X 30"<br>SPILLTECH WR150M | \$ 3     | 1               | 20               | \$ 60            |
| BOLA DE WIPE   | \$ 1     | 1               | 6                | \$ 6             |
| TAIRA PLASTICA DE 40<br>CM                           | \$ 15    | 1               | 40               | \$ 600           |
| <b>Costo Total</b>                                   |          |                 |                  | <b>\$ 11.415</b> |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Departamento de gerencia "Missionpetroleum S.A."

### **Costo por unidad del Cabezal Multibowl.**

Actualmente el valor por un Cabezal Multibowl se lo comercializa para diferentes partes del oriente ecuatoriano a un costo de \$ 115000 dólares.

### **Productividad Multifactorial**

La productividad multifactorial, requiere el uso de variables que midan sus efectos de manera que puedan incluirse de manera explícita o implícita en la estructura de costes sectorial o agregada.

Desde la perspectiva excedentes de produce los costes el examen de las fuente las de productividad se fundamenta en las diferencias sectoriales de los distintos componentes de los costes de producción. (Canseco, 2012)

Para el cálculo de la productividad multifactorial es necesario conocer cada una de las productividades mono factoriales para efecto de cálculo.

### **Fórmula:**

$$P. M. = \frac{\text{Valor de la producción (Precio x Cantidad)}}{\text{Coste de los factores producidos usados (c. mano de obra + c. materiales + c. varios)}}$$

$$P. M = \frac{\$ 115000}{(\$ 9000 + \$25200 + \$ 22850 + \$11415 )}$$

$$P. M. = \frac{\$115000}{\$68465}$$

$$P. M. = 1,67$$

## Área de estudio

## Delimitación del Objeto de estudio

**Dominio:** Tecnología y Sociedad.

**Línea:** Empresarial y productividad.

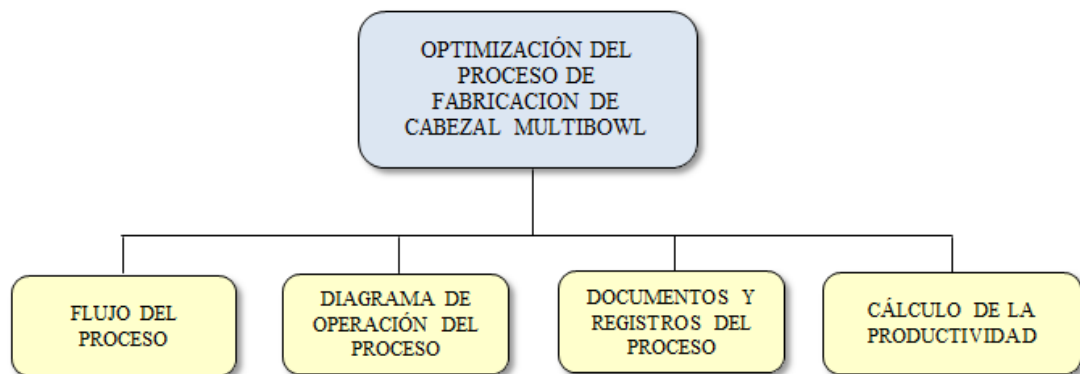
**Campo:** Ingeniería Industrial.

**Área:** Proceso Productivo.

**Aspecto:** Productividad.

**Periodo de análisis:** enero – Noviembre 2015.

## Modelo Operativo



**Figura N° 1:** Modelo Operativo

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

## Desarrollo del modelo operativo

En el diagrama de flujo se representa gráficamente el proceso de fabricación de un cabezal multibowl. Cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente, el cual contiene una descripción breve de la etapa del proceso.

## **Diagrama de operaciones del proceso de fabricación del Cabezal Multibowl en la empresa Missionpetroleum S.A.**

Representa en forma gráfica un cuadro general de cómo se debe realizar un proceso o etapa, considerando únicamente las principales operaciones e inspecciones. Esto quiere decir que única y exclusivamente se utilizaron los símbolos de operación, inspección y transporte.

### **Documentos y registros del proceso**

En base a las actividades del proceso de fabricación de un cabezal multibowl se identifican las que necesitan mayor control por ser prioritarias en incidir en la calidad del producto terminado, para ello se diseñan y proponer documentos y registros para el control de las actividades de dicho proceso.

### **Productividad**

La productividad es el indicador de gestión empresarial con mayor relevancia para obtener dividendos y crecimiento.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos obtenidos}}{\text{Insumos invertidos}}$$

Es importante realizar un estudio metódico tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar cuellos de botella, constituyendo así el análisis de la operación del proceso.

## CAPÍTULO III

### PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

#### **Optimización y control de las actividades del proceso de fabricación Cabezal Multibowl en la empresa Missionpetroleum S.A.**

##### **1. Movilización de Materia prima**

Se receipta la materia prima detallada en la lista de materiales despachada por bodega; se procede a generar la hoja de ruta de producción según el “Instructivo para la Generación de Hoja de Ruta I16-INT/005.”, y se entrega al supervisor de mecanizados.



**Figura N° 2:** Movilización de materia prima  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

## **2. Delegar las actividades de Fabricación en el Centro de Mecanizados por Control Numérico (CNC)**

Se coordina con el Supervisor de Mecanizados las actividades a realizar de acuerdo a la planificación de producción realizada, se designa un técnico de máquinas y herramientas, se entrega la materia prima al técnico de máquinas herramientas, debidamente identificada (trazabilidad de materia prima) adjuntando plano de fabricación y hoja de ruta de producción.



**Figura N° 3:** Trazabilidad de materia prima  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

## **3. Puesta a punto del lugar de trabajo**

Al iniciar la fabricación de partes, el técnico en máquinas y herramientas asignado verifica y prepara:

- Equipos de medición.
- Máquina herramienta designada.
- Herramientas.
- Revisión Plano de fabricación.
- Hoja de ruta de producción.



**Figura N° 4:** Puesta a punto de lugar de trabajo  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

#### **4. Fabricación en el área de Mecanizado en Control Numérico (CNC) (Computer Numerical Control) de partes de cabezales de producción de petróleo, roscado de partes y/o elementos.**

Una vez entregado los elementos necesarios, el técnico asignado dispondrá del tiempo necesario planificado para la consecución del trabajo establecido. En el área de Mecanizado en Control Numérico (CNC) que actualmente la empresa cuenta, se empezará a fabricar los elementos que conforman el Cabezal Multibowl, el mismo que nos permitirá:

- Disminuir tiempos de Fabricación,
- Optimización de Materia Prima e Insumos,
- Una vez ajustado el programa de diseño y fabricación se elimina los errores de fabricación es decir se descarta en su totalidad los reprocesos.
- El costo de producción se disminuye.

#### **5. Documentos de control de proceso**

Una vez iniciado el proceso de fabricación, todo elemento a manufacturarse debe contar con la Hoja De Ruta de Fabricación, misma que describe las diferentes etapas de transformación y puntos de atestiguamiento que seguirá hasta conseguir el

acabado final, en cantidad y calidad, conforme las especificaciones técnicas solicitadas. (Anexo 2)

## **6. Liberación del producto de zona de Fabricación en el área de CNC**

Para garantizar que el producto se ha fabricado y comprobado de conformidad con las exigencias técnicas y dimensionales según ficha técnica y planos de fabricación respectivamente, el personal de QA/QC Missionpetroleum S.A. es responsable de llenar el Formulario Control Dimensional F10-INT/010-00, el mismo que se lo realiza por dos etapas: por muestreo y cuando se lo hace por cada elemento según indica la norma API 6A CAPITULO 7, para verificar que el mismo cumple con los requerimientos, si estos cumplen con las especificaciones, continuarán para el área de ensamble en conjunto con la documentación habilitante (hoja de ruta, control dimensional).



**Figura N° 5:** Liberación del producto

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

## **7. Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo**

Una vez terminado las actividades de Fabricación en el Centro de Mecanizados en Control Numérico (CNC) de partes de cabezales de producción de petróleo y liberado por el departamento de calidad se procede a realizar:



## MARCACIÓN (Identificación y trazabilidad)

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Ensamble procede con el marcado directo de partes de cabezales según el Instructivo para Marcación de Elementos fabricados IN10-INT/002”, el cual proporciona información para uso interno, facilitando la:

- Identificación de la parte mediante S/N y P/N.
- La trazabilidad de la parte manufacturada.
- La gestión de inventario y control.



**Figura N° 6:** Marcación cabezal  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

## 8. Ensamble

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor de Área realiza el ensamble de partes verificando:

- La disposición de partes y sub-partes para el modelo de cabezal para petróleo que se desea armar, utilizando para esto un diagrama o esquemático inicial del producto.
- Se utilizará los instructivos emitidos por IDD, conforme la especificación y la configuración del elemento así se lo requiera.



**Figura N° 7: Ensamble**  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

## **9. Pruebas hidrostática**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor realiza la prueba de hidrostática como se indica en el “Procedimiento Para Realización De Pruebas Hidrostáticas Y De Gas P10-INT/012”, ejecutando:

- Pruebas de presión a cuerpo.
- Pruebas de presión a sellos.

Esta actividad se registra mediante un documento gráfico denominado registro Barton a través de un equipo de medición llamado con el mismo nombre.

## **10. Aplicación del monograma API 6 A**

El departamento de Calidad a través de los Inspectores de Calidad procede a marcar el Monograma API 6A según lo indica el Procedimiento Para Control De La Aplicación Y Retiro Del Monograma API P3-Q1/003” solo si cumple con los

parámetros establecidos en las pruebas de presión hidrostática y demás inspecciones (si aplica, por eje. NDT).

### **11. Proceso de pintura triple capa**

El personal de zona de ensamble direccionado por el Supervisor, interviene según el “Procedimiento Para La Aplicación De Pintura En Sistema Triple Capa – Sigma P10-INT/013”.

Luego de la aplicación de cada capa se realizará pruebas de espesor por personal de QA/QC.

Al finalizar se realizará prueba de PULL OFF.

### **12. Pruebas PULL OFF**

El departamento de Calidad a través de los Inspectores de Calidad interviene según el “Procedimiento Para La Aplicación De Pintura En Sistema Triple Capa – Sigma P10-INT/013”, el cual se verifica la adherencia de la pintura al elemento pintado.

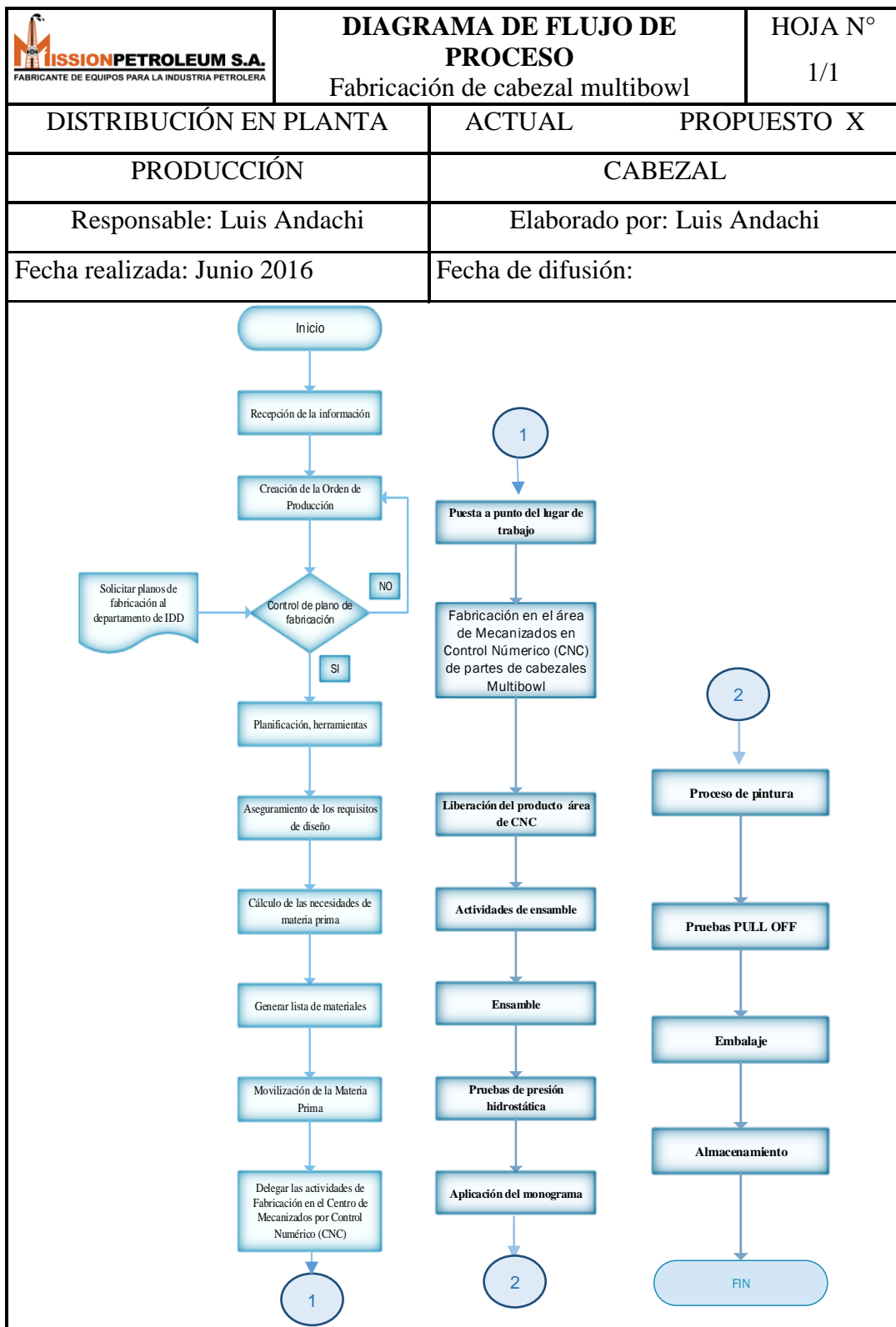
### **13. Embalaje**

El personal de zona de ensamble procede a embalar en cajas, pallets y a proteger las roscas de los elementos como se indica en el “Instructivo De Embalaje y Almacenamiento IN10-INT/005”.

### **14. Almacenamiento**

Se procede a entregar partes o cabezal completo debidamente embalado y protegido a Bodega para su posterior despacho según el cliente que lo solicite como se indica en el “Instructivo De Embalaje y Almacenamiento IN10-INT/005”

**Diagrama de flujo del proceso de fabricación del cabezal multibowl en la empresa Missionpetroleum S.A.**




**Figura N° 8:** Diagrama de Flujo fabricación cabezal

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

## Diagrama de Proceso

| <b>DIAGRAMA DE PROCESO</b> |   |                 |                             |                     |            |  | DISTANCIA (m) | TIEMPO (min) |  |
|----------------------------|---|-----------------|-----------------------------|---------------------|------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Departamento</b>        | <b>PRODUCCION</b>   |                 | <b>Diseñado por:</b>        | <b>Luis Andachi</b> |            |  |               |              |  |
| <b>Nombre:</b>             | <b>WELLHEAD MULTIBOWL SYSTEM</b>                                    |                 |                             |                     |            | OPERACIÓN  | 25            | 4799         |  |
| <b>Medida:</b>             | <b>CONFIGURATION; 20" x 13-3/8" x 9-5/8" x 3-1/2"</b>               |                 |                             |                     |            | TRANSPORTE   | 22            | 190          |  |
| <b>Actividad</b>           | <b>Fabricantes de partes de Cabezales de Producción de Petróleo</b> |                 |                             |                     |            | INSPECCION   | 20            | 45           |  |
| <b>Método</b>              | <b>Actual</b>   | <b>Diagrama</b> | <b># 2</b>                  |                     | DEMORA     | 2  | 60            |              |  |
| <b>Operarios</b>           | <b>15</b>   | <b>Lugar</b>    | <b>Planta de Producción</b> |                     | ALMACENAM. | 5  | 30            |              |  |

| ITEM         | DESCRIPCION DE ACTIVIDADES   | OPERACIONES |            |            |        |            | DISTANCIA (M) | TIEMPO (min) |
|--------------|--|-------------|------------|------------|--------|------------|---------------|--------------|
|              |  | ○           | ➔          | □          | ◻      | ▽          |               |              |
|              |  | OPERACIÓN   | TRANSPORTE | INSPECCION | DEMORA | ALMACENAM. |               |              |
| 1            | Recepción de la información  | X           |            |            |        |            | 2             | 5            |
| 2            | Creación de la Orden de Producción   | X           |            |            |        |            | 6             | 2            |
| 3            | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD   |             |            | X          |        |            | 15            | 10           |
| 4            | Planificación, herramientas  |             |            |            | X      |            | 2             | 30           |
| 5            | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionados   | X           |            |            |        |            | 0             | 30           |
| 6            | Cálculo de las necesidades de materia prima  |             |            |            | X      |            | 0             | 30           |
| 7            | Generar lista de materiales  | X           |            |            |        |            | 0             | 5            |
| 8            | Movilización de Materia prima  |             | X          |            |        |            | 20            | 10           |
| 9            | Delegar las actividades de Fabricación en el Centro de Mecanizados por Control Numérico (CNC)                                | X           |            |            |        |            | 0             | 15           |
| 10           | Puesta a punto del lugar de trabajo  |             | X          |            |        |            | 2             | 180          |
| 11           | Fabricación en el área de Mecanizado en Control Numérico (CNC) (Computer Numerical Control) de partes de cabezales Multibowl | X           |            |            |        |            | 0             | 792          |
| 12           | Liberación del producto de zona de Fabricación en el área de CNC   |             |            | X          |        |            | 5             | 20           |
| 13           | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo   | X           |            |            |        |            | 10            | 480          |
| 14           | Ensamble   | X           |            |            |        |            | 3             | 180          |
| 15           | Pruebas hidrostática   | X           |            |            |        |            | 0             | 660          |
| 16           | Aplicación del monograma API 6A  | X           |            |            |        |            | 0             | 10           |
| 17           | Proceso de Pintura Triple Capa   | X           |            |            |        |            | 3             | 2260         |
| 18           | Pruebas PULL OFF   |             |            | X          |        |            | 0             | 15           |
| 19           | Embalaje   | X           |            |            |        |            | 1             | 360          |
| 20           | Almacenamiento   |             |            |            |        | X          | 5             | 30           |
| <b>TOTAL</b> |  |             |            |            |        |            | <b>74</b>     | <b>5124</b>  |

**Figura N° 9:** Diagrama de Proceso  
**Elaborado por:** Luis Andachi  
**Fuente:** Investigación Directa

En el diagrama de operación del proceso (Figura 9), se puede observar que existen 20 actividades en la fabricación del Cabezal Multibowl con un tiempo de 5124 minutos; es decir 86 horas aproximadamente y una distancia recorrida de 74 metros.

**Productividad.-** Para calcular la productividad actual de la empresa MISSIONPETROLEUM S.A., es necesario conocer el tiempo del ciclo del proceso productivo; para lo cual es necesario realizar el cálculo del tiempo estándar del proceso.

**Tiempo promedio de cada actividad.-** Para el cálculo del tiempo promedio de las actividades del proceso productivo se empleará la siguiente fórmula:

$$TP = \frac{\Sigma TA}{N} \quad Ec. 1$$

**Donde:**

TP: Tiempo promedio

TA: Tiempo de cada actividad

N: Número de mediciones

En la tabla 1 se pueden observar las actividades del proceso de fabricación del cabezal multibowl identificadas también en la figura 9; luego de lo cual se procedió a tomar el tiempo para cada actividad en 10 oportunidades para de esta manera sacar el tiempo promedio del proceso que fue de 5124 minutos; aproximadamente 85 horas lo que corrobora a lo calculado en el diagrama de operaciones del proceso.

**Tabla N° 12:** Tiempo promedio elaboración de cabezal multibowl propuesta

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |          |
|--|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------|
| N°                                       | ACTIVIDADES  | TIEMPOS DE CADA ACTIVIDAD (MIN) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIEMPO TOTAL  | PROMEDIO |
|  |  | 1                               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |               |          |
| 1  | Recepción de la información  | 5                               | 5    | 6    | 6    | 6,5  | 5,5  | 6    | 6,5  | 5    | 5    | 56,5          | 5,65     |
| 2  | Creación de la Orden de Producción   | 2                               | 2    | 2    | 3    | 3    | 2,5  | 3    | 3    | 2    | 2    | 24,5          | 2,45     |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD   | 10                              | 10   | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 11   | 10   | 10   | 103           | 10,3     |
| 4  | Planificación, herramientas  | 30                              | 30   | 31   | 32   | 30   | 30,5 | 30,5 | 30   | 31   | 30   | 305           | 30,5     |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionado  | 30                              | 30   | 32   | 31   | 30   | 31   | 30   | 30   | 31   | 30   | 305           | 30,5     |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima  | 30                              | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 300           | 30       |
| 7  | Generar lista de materiales  | 5                               | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 50            | 5        |
| 8  | Movilización de Materia prima  | 10                              | 10   | 12   | 12   | 11   | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 107           | 10,7     |
| 9  | Delegar las actividades de Fabricación en el Centro de Mecanizados por Control Numérico (CNC)                                | 15                              | 17   | 15   | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 17   | 15   | 156           | 15,6     |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo  | 180                             | 190  | 180  | 195  | 200  | 180  | 185  | 195  | 197  | 182  | 1884          | 188,4    |
| 11                                       | Fabricación en el área de Mecanizado en Control Numérico (CNC) (Computer Numerical Control) de partes de cabezales Multibowl | 792                             | 790  | 795  | 792  | 792  | 795  | 792  | 797  | 799  | 792  | 7936          | 793,6    |
| 12                                       | Liberación del producto de zona de Fabricación en el área de CNC   | 20                              | 25   | 23   | 25   | 20   | 19   | 23   | 20   | 24   | 21   | 220           | 22       |
| 13                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo   | 480                             | 485  | 481  | 487  | 485  | 480  | 492  | 495  | 480  | 482  | 4847          | 484,7    |
| 14                                       | Ensamble   | 180                             | 188  | 188  | 192  | 178  | 184  | 185  | 180  | 180  | 183  | 1838          | 183,8    |
| 15                                       | Pruebas hidrostática   | 660                             | 670  | 675  | 665  | 660  | 660  | 678  | 670  | 668  | 663  | 6669          | 666,9    |
| 16                                       | Aplicación del monograma API 6A  | 10                              | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 11   | 10   | 105           | 10,5     |
| 17                                       | Proceso de Pintura Triple Capa   | 2260                            | 2264 | 2258 | 2261 | 2260 | 2260 | 2267 | 2270 | 2260 | 2261 | 22621         | 2262,1   |
| 18                                       | Pruebas PULL OFF   | 15                              | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 17   | 15   | 15   | 15   | 154           | 15,4     |
| 19                                       | Embalaje   | 360                             | 365  | 369  | 360  | 360  | 372  | 370  | 360  | 358  | 360  | 3634          | 363,4    |
| 20                                       | Almacenamiento   | 30                              | 35   | 30   | 35   | 30   | 30   | 37   | 30   | 30   | 36   | 323           | 32,3     |
| <b>TOTAL</b>                             |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>5163,8</b> |          |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

**Tiempo normal de proceso.-** Para realizar el cálculo del tiempo normal de cada actividad que involucra el proceso, se fijará, con todo cuidado, la actuación del operario durante las operaciones normales de su proceso. De aquí se concluye que se debe realizar un ajuste al tiempo medio observado, con la finalidad de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo con características físicas normales ejecute el trabajo a un ritmo normal. La fórmula para el cálculo es:

$$TN = Tm * AO \text{ Ec. 2}$$

**Donde:**

**TN:** Tiempo Normal

**Tm:** Tiempo medio (promedio)

**AO:** Factor de desempeño del operario

**Tabla N° 13:** Factor de desempeño del operario

| ESCALA DE VALORACIÓN       |                     |  |                          |
|----------------------------|---------------------|--|--------------------------|
| Descripción del desempeño  |                     |  | Velocidad de marcha Km/h |
| <b>0</b>                   | 0                   | Actividad Nula   | 0                        |
| <b>67</b>                  |                     | Muy Lento: movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido sin interés en el trabajo   | 3,2(2)                   |
| <b>100</b><br>(ritmo-tipo) |                     | Constante, resuelto, sin prisa como de obrero no pagado o destajado, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.                     | 4,8(3)                   |
| <b>133</b>                 | 100<br>(ritmo-tipo) | Activo, capaz, como obrero medio calificado medio pagado o destajo; logra con tranquilidad a nivel de calidad y presión fijado.  | 6,4(4)                   |
| <b>167</b>                 | 125                 | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.   | 8(5)                     |
| <b>200</b>                 | 150                 | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de "virtuoso" "solo alcanzada por algunos trabajadores sobresalientes. | 9,6(6)                   |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** (Caso, 2006)



## Calificación de desempeño de los operarios por actividades

**Tabla N° 14:** Calificación de desempeño de los operarios

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                          |                        |
|--|--|--------------------------|------------------------|
| No.                                      | ACTIVIDADES  | DESCRIPCION DE DESEMPEÑO | Factor de Calificación |
| 1  | Recepción de la información                            | Activo                   | 1                      |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo           | Activo                   | 1                      |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD | Activo                   | 1                      |
| 4  | Planificación, herramientas                            | Activo                   | 1                      |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño              | Activo                   | 1                      |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima            | Activo                   | 1                      |
| 7  | Generar lista de materiales                            | Activo                   | 1                      |
| 8  | Traspaso de Materia prima                              | Activo                   | 1                      |
| 9  | Delegar las actividades de manufactura                 | Activo                   | 1                      |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                    | Activo                   | 1                      |
| 11                                       | Manufactura de partes de cabezales de producción       | Activo                   | 1                      |
| 12                                       | Liberación del producto de zona de manufactura         | Activo                   | 1                      |
| 13                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales         | Activo                   | 1                      |
| 14                                       | Ensamble   | Activo                   | 1                      |
| 15                                       | Pruebas de presión hidrostática                        | Activo                   | 1                      |
| 16                                       | Aplicación del monograma API                           | Activo                   | 1                      |
| 17                                       | Proceso de pintura triple capa sigma                   | Activo                   | 1                      |
| 18                                       | Pruebas PULL OFF                                       | Activo                   | 1                      |
| 19                                       | Embalaje   | Activo                   | 1                      |
| 20                                       | Almacenamiento   | Activo                   | 1                      |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

El factor de calificación es ponderado acorde al tipo de actividad que desarrolla cada obrero dentro de una determinada actividad, calificándolo de acuerdo al desempeño del mismo. Para este proceso la mayoría de actividades que se deben realizar requiere de un obrero medio calificado por lo cual se le da una ponderación de 1. (Tabla 14)

### Cálculos del tiempo normal en las actividades del proceso de producción

**Tabla N° 15:** Cálculo del Tiempo Normal Propuesta

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                      |                     |               |
|--|--|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------|---------------------|---------------|
| N°                                       | ACTIVIDADES  | TIEMPOS DE CADA ACTIVIDAD (MIN) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TIEMPO TOTAL  | PROMEDIO             | FACTOR DE DESEMPEÑO | TIEMPO NORMAL |
|  |  | 1                               | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |               |                      |                     |               |
| 1  | Recepción de la información  | 5                               | 5    | 6    | 6    | 6,5  | 5,5  | 6    | 6,5  | 5    | 5    | 56,5          | 5,65                 | 1                   | 5,65          |
| 2  | Creación de la Orden de Producción   | 2                               | 2    | 2    | 3    | 3    | 2,5  | 3    | 3    | 2    | 2    | 24,5          | 2,45                 | 1                   | 2,45          |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD   | 10                              | 10   | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 11   | 10   | 10   | 103           | 10,3                 | 1                   | 10,3          |
| 4  | Planificación, herramientas  | 30                              | 30   | 31   | 32   | 30   | 30,5 | 30,5 | 30   | 31   | 30   | 305           | 30,5                 | 1                   | 30,5          |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño y los cambios relacionado  | 30                              | 30   | 32   | 31   | 30   | 31   | 30   | 30   | 31   | 30   | 305           | 30,5                 | 1                   | 30,5          |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima  | 30                              | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 30   | 300           | 30                   | 1                   | 30            |
| 7  | Generar lista de materiales  | 5                               | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 50            | 5                    | 1                   | 5             |
| 8  | Movilización de Materia prima  | 10                              | 10   | 12   | 12   | 11   | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 107           | 10,7                 | 1                   | 10,7          |
| 9  | Delegar las actividades de Fabricación en el Centro de Mecanizados por Control Numérico (CNC)                                | 15                              | 17   | 15   | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 17   | 15   | 156           | 15,6                 | 1                   | 15,6          |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo  | 180                             | 190  | 180  | 195  | 200  | 180  | 185  | 195  | 197  | 182  | 1884          | 188,4                | 1                   | 188,4         |
| 11                                       | Fabricación en el área de Mecanizado en Control Numérico (CNC) (Computer Numerical Control) de partes de cabezales Multibowl | 792                             | 790  | 795  | 792  | 792  | 795  | 792  | 797  | 799  | 792  | 7936          | 793,6                | 1                   | 793,6         |
| 12                                       | Liberación del producto de zona de Fabricación en el área de CNC   | 20                              | 25   | 23   | 25   | 20   | 19   | 23   | 20   | 24   | 21   | 220           | 22                   | 1                   | 22            |
| 13                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales de producción de petróleo   | 480                             | 485  | 481  | 487  | 485  | 480  | 492  | 495  | 480  | 482  | 4847          | 484,7                | 1                   | 484,7         |
| 14                                       | Ensamble   | 180                             | 188  | 188  | 192  | 178  | 184  | 185  | 180  | 180  | 183  | 1838          | 183,8                | 1                   | 183,8         |
| 15                                       | Pruebas hidrostática   | 660                             | 670  | 675  | 665  | 660  | 660  | 678  | 670  | 668  | 663  | 6669          | 666,9                | 1                   | 666,9         |
| 16                                       | Aplicación del monograma API 6A  | 10                              | 10   | 11   | 11   | 10   | 10   | 12   | 10   | 11   | 10   | 105           | 10,5                 | 1                   | 10,5          |
| 17                                       | Proceso de Pintura Triple Capa   | 2260                            | 2264 | 2258 | 2261 | 2260 | 2260 | 2267 | 2270 | 2260 | 2261 | 22621         | 2262,1               | 1                   | 2262,1        |
| 18                                       | Pruebas PULL OFF   | 15                              | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 17   | 15   | 15   | 15   | 154           | 15,4                 | 1                   | 15,4          |
| 19                                       | Embalaje   | 360                             | 365  | 369  | 360  | 360  | 372  | 370  | 360  | 358  | 360  | 3634          | 363,4                | 1                   | 363,4         |
| 20                                       | Almacenamiento   | 30                              | 35   | 30   | 35   | 30   | 30   | 37   | 30   | 30   | 36   | 323           | 32,3                 | 1                   | 32,3          |
| <b>TOTAL</b>                             |  |                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>5163,8</b> | <b>TIEMPO NORMAL</b> | <b>5163,8</b>       |               |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

En la tabla 15, se puede observar el cálculo del tiempo normal de las actividades requeridas para cumplir con el proceso, finalmente se observa el tiempo normal de cada actividad.

### **Tiempo estándar del proceso**

Es el modelo que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando métodos y equipos estándar por un trabajador que tiene la habilidad requerida, imprimiendo una velocidad normal que la pueda mantener día tras día, incluyendo los síntomas de fatiga. Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$TE = TN * (1 + SUPLEMENTOS) \text{ Ec. 3}$$

Donde:

**TE:** Tiempo Estándar

**TN:** Tiempo Normal

**SUPLEMENTOS:** Suplementario o demoras inevitables

### **Método de valoración objetiva con estándares de fatiga**

Según la Organización Internacional de Trabajo: “Este método divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes están agrupando las necesidades personales con un porcentaje de 5% para hombres y 7% para mujeres; al mismo tiempo las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual refiere a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, dicho porcentaje se valora usualmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres”. La cantidad variable se aplica solamente cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y estas no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- a)** Trabajo de pie, **b)** Postura anormal, **c)** Levantamiento de peso o uso de fuerza, **d)** Intensidad de la luz, **e)** Calidad del aire, **f)** Tensión visual, **g)** Tensión auditiva,

h) Tensión mental. i) Monotonía mental. j) Monotonía física. Lo que se puede visualizar en la tabla 5 adjunta.

**Tabla N° 16: Sistema de Suplementos**

| TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO                                       |          |          |  |     |   |
|---|----------|----------|--|-----|---|
| Suplementos Constantes  | H        | M        | Suplementos Variables  | H   | M |
| Necesidades personales  | 5        | 4        | e) Condiciones atmosféricas<br>Índice de enfriamiento,<br>termómetro de kata |     |   |
| Básico por fatiga   | 4        | 4        | 16   | 0   |   |
| <b>Suplementos Variables</b>  | <b>H</b> | <b>M</b> | 14   | 0   |   |
| <b>a) Trabajo de Pie</b>  |          |          | 12   | 0   |   |
| Trabajo de Pie  | 2        | 4        | 10   | 3   |   |
| <b>b) Postura anormal</b>   |          |          | 8  | 10  |   |
| Ligeramente incómoda  | 0        | 1        | 6  | 21  |   |
| Incómoda ( inclinado)   | 2        | 3        | 5  | 31  |   |
| Muy Incómoda (echado, estirado)   | 7        | 7        | 4  | 45  |   |
| <b>c) Uso de fuerza o energía muscular ( levantar , tirar o empujar</b> |          |          | 3  | 64  |   |
|   |          |          | 2  | 100 |   |
| Peso levantado por kilogramo  |          |          | <b>f) Tensión Visual</b>   |     |   |
| 2,5   | 0        | 1        | Trabajos de cierta posición  | 0   | 0 |
| 5   | 1        | 2        | Trabajos de precisión o fatigosos  | 2   | 2 |
| 7,5   | 2        | 3        | Trabajos de gran precisión   | 5   | 5 |
| 10  | 3        | 4        | <b>g) Tensión Visual</b>   |     |   |
| 12,5  | 4        | 6        | Continuo   | 0   | 0 |
| 15  | 5        | 8        | Intermitente y fuerte  | 2   | 2 |
| 17,5  | 6        | 10       | Intermitente muy fuerte  | 5   | 5 |
| 20  | 9        | 13       | Estridente y fuerte  | 7   | 7 |
| 22,5  | 11       | 16       | <b>h) Tensión Mental</b>   |     |   |
| 25  | 13       | 20(máx.) | Proceso algo complejo  | 1   | 1 |
| 30  | 17       |          | Proceso complejo o tensión dividida  | 4   | 4 |
| 33,5  | 22       |          | Proceso muy complejo   | 8   | 8 |
| <b>d) Iluminación</b>   |          |          | <b>i) Monotonía Mental</b>   |     |   |
| Ligeramente debajo de la potencia calculada                             | 0        | 0        | Trabajo algo monótono  | 0   | 0 |
| Bastante debajo   | 2        | 2        | Trabajo bastante monótono  | 1   | 1 |
| Absolutamente insuficiente  | 5        | 5        | trabajo muy monótono   | 4   | 4 |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Organización Internacional del Trabajo

Elección de suplementos para cada actividad de la elaboración cabezal Multibowl.

**Tabla N° 17:** Elección de Suplementos

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |   |                        |              |        |
|--|---|------------------------|--------------|--------|
| TIEMPOS DE ACTIVIDAD                     |   |                        |              |        |
|  | ACTIVIDADES   | ELECCION DE FACTORES   | PORCENTAJE % | FACTOR |
| 1  | Recepción de la información   | FATIGA                 | 4            | 9      |
|  |   | NECESIDADES PERSONALES | 5            |        |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo<br>Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD<br>Planificación, herramientas                           | FATIGA                 | 4            | 11     |
|  |   | NECESIDADES PERSONALES | 5            |        |
|  |   | TRABAJO DE PIE         | 2            |        |
| 3  | Aseguramiento de los requisitos de diseño<br>Cálculo de las necesidades de materia prima<br>Generar lista de materiales   | NECESIDADES PERSONALES | 5            | 11     |
|  |   | TRABAJO DE PIE         | 2            |        |
|  |   | FATIGA                 | 4            |        |
| 4  | Traspasso de Materia prima<br>Delegar las actividades de manufactura<br>Puesta a punto del lugar de trabajo<br>Manufactura de partes de cabezales de producción | TRABAJO DE PIE         | 2            | 11     |
|  |   | FATIGA                 | 4            |        |
|  |   | NECESIDADES PERSONALES | 5            |        |
| 5  | Liberación del producto de zona de manufactura<br>Actividades de ensamble de partes de cabezales<br>Ensamble<br>Pruebas de presión hidrostática                 | FATIGA                 | 4            | 11     |
|  |   | NECESIDADES PERSONALES | 5            |        |
|  |   | TRABAJO DE PIE         | 2            |        |
| 6  | Aplicación del monograma API<br>Proceso de pintura triple capa sigma<br>Pruebas PULL OFF  | NECESIDADES PERSONALES | 5            | 11     |
|  |   | FATIGA                 | 4            |        |
|  |   | POSTURA INCOMODA       | 2            |        |
| 7  | Embalaje<br>Almacenamiento  | TRABAJO ALGO MONOTONO  | 1            | 14     |
|  |   | NECESIDADES PERSONALES | 5            |        |
|  |   | FATIGA                 | 4            |        |
|  |   | POSTURA INCOMODA       | 2            |        |
|  |   | TRABAJO DE PIE         | 2            |        |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

La ponderación de los suplementos para cada actividad se la realiza considerando las necesidades personales, la fatiga, trabajos de pie, trabajos sobre presión; que son los suplementos que se han tomado en consideración para este proceso, con los cuales se pondera y se da la calificación dependiendo si se trata de un hombre o una mujer. En el caso del personal de producción de Missionpetroleum en su totalidad son hombres, luego de obtener el valor final de calificación se divide para el 100% de eficiencia del trabajador.

## Cálculos de tiempos estándar de las actividades del proceso de fabricación del cabezal Multibowl

**Tabla N° 18:** Tiempo Estándar Propuesta

| PROCESO DE ELABORACIÓN CABEZAL MULTIBOWL |  |                       |                     |                     |            |                 |
|--|--|-----------------------|---------------------|---------------------|------------|-----------------|
| No.                                      | ACTIVIDADES  | Tiempo Promedio (min) | Factor de Desempeño | Tiempo Normal (min) | SUPLEMENTO | TIEMPO ESTANDAR |
| 1  | Recepción de la información                            | 5,4                   | 1                   | 5,4                 | 9          | 5,886           |
| 2  | Creación de la ficha de recepción de trabajo           | 2,25                  | 1                   | 2,25                | 11         | 2,4975          |
| 3  | Solicitar planos de fabricación al departamento de IDD | 15,2                  | 1                   | 15,2                | 11         | 16,872          |
| 4  | Planificación, herramientas                            | 30,4                  | 1                   | 30,4                | 11         | 33,744          |
| 5  | Aseguramiento de los requisitos de diseño              | 121                   | 1                   | 121                 | 11         | 134,31          |
| 6  | Cálculo de las necesidades de materia prima            | 60,3                  | 1                   | 60,3                | 11         | 66,933          |
| 7  | Generar lista de materiales                            | 15,3                  | 1                   | 15,3                | 11         | 16,983          |
| 8  | Traspaso de Materia prima                              | 10,3                  | 1                   | 10,3                | 11         | 11,433          |
| 9  | Delegar las actividades de manufactura                 | 15,4                  | 1                   | 15,4                | 11         | 17,094          |
| 10                                       | Puesta a punto del lugar de trabajo                    | 10,3                  | 1                   | 10,3                | 11         | 11,433          |
| 11                                       | Manufactura de partes de cabezales de producción       | 1081,2                | 1                   | 1081,2              | 11         | 1200,132        |
| 12                                       | Liberación del producto de zona de manufactura         | 20,4                  | 1                   | 20,4                | 11         | 22,644          |
| 13                                       | Actividades de ensamble de partes de cabezales         | 480,8                 | 1                   | 480,8               | 11         | 533,688         |
| 14                                       | Ensamble   | 180,7                 | 1                   | 180,7               | 11         | 200,577         |
| 15                                       | Pruebas de presión hidrostática                        | 45,6                  | 1                   | 45,6                | 11         | 50,616          |
| 16                                       | Aplicación del monograma API                           | 10,4                  | 1                   | 10,4                | 11         | 11,544          |
| 17                                       | Proceso de pintura triple capa sigma                   | 2881,2                | 1                   | 2881,2              | 11         | 3198,132        |
| 18                                       | Pruebas PULL OFF                                       | 15,5                  | 1                   | 15,5                | 11         | 17,205          |
| 19                                       | Embalaje   | 360,7                 | 1                   | 360,7               | 14         | 411,198         |
| 20                                       | Almacenamiento   | 30,5                  | 1                   | 30,5                | 14         | 34,77           |
|  | <b>SUMATORIA TOTAL</b>                                 | 5529,25               |                     | 5529,25             |            | 5997,692        |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Investigación Directa

### Calculo de tiempo de ciclo

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{5997,692 \text{ min}}{1 \text{ unidad}} = 5997,692 \text{ min/unidad}$$

### Cálculo de la productividad operativa actual

El cálculo de la productividad operativa actual permitirá conocer la eficiencia del trabajador al momento de ejecutar el proceso identificando la producción durante su jornada de trabajo.

La empresa “Missionpetroleum S.A.” produce cada 6 días un cabezal multibowl, la empresa actualmente cuenta con 28 trabajadores, los que trabajan en dos jornadas de 6H00 a 18H00. Con un total de 11 horas de trabajo al día con una hora de receso.

$$\text{Productividad operativa} = \frac{\text{Producción 5 (unidades)}}{\text{Tiempo de ciclo} \left( \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \right) * \text{numero de operarios}}$$

$$\text{Productividad en horas hombre} = \frac{5 \text{ unidades}}{5997,692 \left( \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \right) * 15 \text{ Operarios}}$$

$$\text{Productividad en horas hombre} = 0,006 \text{ Unidades/ trabajador}$$

### Resultados esperados

La empresa “Missionpetroleum S.A.”, mantiene una productividad al realizar su proceso de Mecanizado en un centro por control Numérico (CNC) sobre sus operarios de 0,006 unidades por cada uno de ellos; analizando el indicador se puede concluir que existe una producción por operario en la cual aumenta más un sistema automatizado

## Costos de Producción

En la empresa “Missionpetroleum S.A.”, la materia prima utilizada diaria, semanal y mensualmente para la elaboración del cabezal multibowl en cantidad y costo se detalla a continuación:

### Costos de producción Materia Prima

**Tabla N° 19:** Costos de Producción Materia Prima Propuesta

| Materia Prima | Diaria (kg) | Mensual (kg) | Costo (kg) | Costo total mensual (L) |
|---------------|-------------|--------------|------------|-------------------------|
| Acero         | 100         | 3000         | \$3        | \$ 9000                 |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia “Missionpetroleum S.A.”

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (materia prima)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (materia prima)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{3000 \text{ Kg}}$$

$$P = 0.002 \text{ unidad/Kg.Mes}$$

### Costos de producción Mano de Obra

**Tabla N° 20:** Costos de Producción Mano de obra Propuesta

| Costos de Producción Mano de Obra |           |           |                 |                            |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------------------------|
| Trabajadores                      | Horas día | Costo Día | Días de trabajo | Costo Mensual Mano de Obra |
| 15                                | 11        | 30        | 30              | 13500                      |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia “Missionpetroleum S.A.”



### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (mano de obra)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (mano de obra)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{15 \text{ operarios}}$$

$$P = 0,4 \text{ unidades/operario.mes}$$

### Costos de producción Energía Eléctrica

**Tabla N° 21:** Costos de Producción Energía Eléctrica Propuesta

| Costos de Producción Energía Eléctrica |                      |              |
|--|----------------------|--------------|
| Mes                                    | Consumo mensual KW/h | Costo        |
| Enero                                  | 2940                 | \$ 2.058,00  |
| Febrero                                | 2910                 | \$ 2.037,00  |
| Marzo                                  | 2980                 | \$ 2.086,00  |
| Abril                                  | 2975                 | \$ 2.082,50  |
| Mayo                                   | 2968                 | \$ 2.077,60  |
| Junio                                  | 2985                 | \$ 2.089,50  |
| Julio                                  | 2973                 | \$ 2.081,10  |
| Agosto                                 | 2984                 | \$ 2.088,80  |
| Septiembre                             | 2970                 | \$ 2.079,00  |
| Octubre                                | 2980                 | \$ 2.086,00  |
| Noviembre                              | 2985                 | \$ 2.089,50  |
| Promedio                               | 32650                | \$ 22.855,00 |

Elaborado por: Luis Andachi

Fuente: Departamento de gerencia "Missionpetroleum S.A."

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (energía eléctrica kw)}}$$

$$P = \frac{6 \text{ unidades}}{32650 \text{ kw/h}}$$

$$P = 0.01 \text{ unidades/kw.hora.mes}$$

## Costos de Producción Insumos

**Tabla N° 22:** Costos de Producción Insumos Propuesta

| ACCESORIOS   |          |                 |                  |                  |
|--|----------|-----------------|------------------|------------------|
| Insumo   | Costo    | Cantidad diaria | Cantidad Mensual | Costo Mensual    |
| Slip Segment 13-3/8"                                 | \$ 800   | 1               | 1                | \$ 800           |
| Slip Casing 13-5/8"                                  | \$ 2.200 | 1               | 1                | \$ 2.200         |
| Ball Valve 6000#                                     | \$ 1.800 | 1               | 1                | \$ 1.800         |
| Welding neck connector                               | \$ 800   | 1               | 1                | \$ 800           |
| Pressure Gauge<br>Manometer                          | \$ 200   | 1               | 1                | \$ 200           |
| KOPR KOTE GRASA                                      | \$ 150   | 1               | 1                | \$ 150           |
| GRASA EZY TURN # 12                                  | \$ 150   | 1               | 1                | \$ 150           |
| GRASA DESCO EP<br>LITHIUM                            | \$ 150   | 1               | 12               | \$ 1.800         |
| REMACHES PARA<br>PLACAS                              | \$ 0,50  | 1               | 9                | \$ 5             |
| TAPONES DE 1/2" NPT                                  | \$ 15    | 1               | 4                | \$ 60            |
| PERNOS ALLEN 3/8" x<br>4"                            | \$ 8     | 1               | 6                | \$ 48            |
| PLACAS METÁLICAS                                     | \$ 3     | 1               | 6                | \$ 18            |
| TAPÓN CABEZA<br>ALLEN 3/8" NPT                       | \$ 6     | 1               | 38               | \$ 228           |
| RODELA<br>TROPICALIZADA                              | \$ 100   | 1               | 16               | \$ 1.600         |
| REFUERZOS<br>METALICOS                               | \$ 2     | 1               | 1                | \$ 2             |
| PLASTICO STRETCH<br>FILM                             | \$ 30    | 1               | 1                | \$ 30            |
| Super long, polyexpanded                             | \$ 50    | 1               | 1                | \$ 50            |
| REMOVEDOR DE<br>PINTURA                              | \$ 160   | 1               | 5                | \$ 800           |
| TEFLON BARRA   | \$ 8     | 1               | 1                | \$ 8             |
| PAÑO ABSORBENTE<br>DE 150' X 30"<br>SPILLTECH WR150M | \$ 3     | 1               | 20               | \$ 60            |
| BOLA DE WIPE   | \$ 1     | 1               | 6                | \$ 6             |
| TAIRA PLASTICA DE 40<br>CM                           | \$ 15    | 1               | 40               | \$ 600           |
| <b>Costo Total</b>                                   |          |                 |                  | <b>\$ 11.415</b> |

**Elaborado por:** Luis Andachi

**Fuente:** Departamento de gerencia "Missionpetroleum S.A."

### **Costo por unidad del Cabezal Multibowl.**

Actualmente el valor por un Cabezal Multibowl se lo comercializa para diferentes partes del oriente ecuatoriano a un costo de \$ 115000 dólares.

### **Productividad Multifactorial**

La productividad multifactorial, requiere el uso de variables que midan sus efectos de manera que puedan incluirse de manera explícita o implícita en la estructura de costes sectorial o agregada.

Desde la perspectiva excedentes de produce los costes el examen de las fuente las de productividad se fundamenta en las diferencias sectoriales de los distintos componentes de los costes de producción. (Canseco, 2012)

Para el cálculo de la productividad multifactorial es necesario conocer cada una de las productividades mono factoriales para efecto de cálculo.

### **Fórmula:**

$$P. M. = \frac{\text{Valor de la producción (Precio x Cantidad)}}{\text{Coste de los factores producidos usados (c. mano de obra + c. materiales + c. varios)}}$$

$$P. M = \frac{\$ 115000}{(\$ 9000 + \$13500 + \$ 22850 + \$11415 )}$$

$$P. M. = \frac{\$115000}{\$56765}$$

$$P. M. = 2,03$$

**Tabla N° 23:** Cronograma de actividades de aplicación de la propuesta

| OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE UN CABEZAL MULTIBOWL PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MISSIONPETROLEUM S. A. |  |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|---|--|---|---|---|---|---|---|--|--|-----------------|
| OBJETIVOS PROPUESTA   | ACTIVIDADES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA  | TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA (MESES) |   |   |   |   |   | RESPONSABLE  | INDICADOR  | COSTO TENTATIVO |
|   |  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |  |  |                 |
| Definir el flujo y los tiempos del proceso productivo   | Identificar las actividades del proceso productivo   |   |   |   |   |   |   | Investigador (Luis Andachi)                            | Numero de actividades identificadas en el proceso productivo<br>Tiempo normal, | USD 600,00      |
|   | Diagramar las actividades del proceso productivo   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Tomar los tiempos de las actividades del proceso   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Calcular el tiempo promedio, normal y estandar   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
| Elaborar la documentación y registros de control del proceso productivo   | Elaborar los documentos de control de actividades del proceso productivo acorde a las necesidades y requerimiento de los involucrados. |   |   |   |   |   |   | Investigador (Luis Andachi)                            | Número de documentos y registros elaborados, codificados y estandarizados      | USD 600,00      |
|   | Elaborar los registros para el control del proceso productivos, codificado, estandarizado y normalizado.                               |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
| Realizar un análisis de la productividad en el proceso de fabricación del cabezal multibowl   | Recolectar la información de producción de los últimos 6 meses   |   |   |   |   |   |   | Investigador (Luis Andachi)                            | Productividad multifactorial   | USD 600,00      |
|   | Revisar registros de producción para la toma de datos referente a los recursos utilizados en el proceso productivo.                    |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Aplicar las fórmulas de cálculo de productividad con la información y los datos obtenidos  |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
| Socializar la metodología de aplicación de la propuesta a nivel directivo y operativo   | Socialización de la propuesta al nivel directivo.  |   |   |   |   |   |   | Investigador (Luis Andachi) y Gerente Missionpetroleum | Número horas de socialización y capacitación de la propuesta                   | USD 1400,00     |
|   | Entrega de propuesta a nivel directivo   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Socialización de la propuesta con personal involucrado en el proceso de fabricación.   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Entrega de instructivo al personal involucrado en el proceso de fabricación.   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Capacitación al personal de producción   |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Retroalimentación  |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |
|   | Ejecución de la propuesta  |   |   |   |   |   |   |  |  |                 |

**Fuente:** Investigación Directa  
**Elaborado por:** Luis Andachi

## Costo y administración de la propuesta

**Tabla N° 24: Costo de la Propuesta**

| <b>COSTO E IMPLEMENTACIÓN</b>                                   |                         |                 |                      |
|---|-------------------------|-----------------|----------------------|
| <b>Descripción</b>  | <b>P. Unitario (\$)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>P. Total (\$)</b> |
| Propuesta   |                         |                 |                      |
| • Optimización del Proceso de fabricación del cabezal multibowl | 1.800,00                | 1               | 1.800,00             |
| Capacitación (Logística)  |                         |                 |                      |
| • Socialización del proceso a involucrados                      | 400,00                  | 2               | 800,00               |
| Instructivos (Material físico)                                  |                         |                 |                      |
| • Impresión   | 40,00                   | 15              | 600,00               |
| • Encuadernación  |                         |                 |                      |
| <b>SUBTOTAL</b>   |                         |                 | <b>3.200,00</b>      |
| Imprevistos 10%   |                         |                 | 320,00               |
| <b>COSTO TOTAL</b>  |                         |                 | <b>3.520,00</b>      |

**Fuente:** Investigación Directa

**Elaborado por:** Luis Andachi

La administración y monitoreo de la propuesta estará a cargo del Jefe de mantenimiento con el comprometimiento de todo el personal de Missionpetroleum S.A. Es primordial el compromiso de cada uno de los procesos establecidos para optimizar la productividad en la empresa.

### **Plan de socialización.**

Se considera pertinente el plan de sensibilización para los miembros de la empresa Missionpetroleum S.A., para informar los beneficios que conlleva la optimización del proceso productivo de fabricación del cabezal multibowl. Para lo cual se estableció un plan de socialización propuesto (Tabla N° 14) para difusión e identificación de los responsables de los procesos.

**Tabla N° 25.-** Plan de socialización.

| <b>ETAPA</b> | <b>TEMA</b>   | <b>OBJETIVO</b>  | <b>ACTIVIDAD</b>   | <b>AREA</b> | <b>MEDIO</b> | <b>RECURSOS</b> | <b>RESPONSABLE</b> |
|--------------|---|--|--|-------------|--------------|-----------------|--------------------|
| 1            | Socialización de Procesos   | Comunicar las ventajas de la optimización del proceso productivo | Reunir a directivos y empleados para socializar la propuesta   | Producción  | Reunión      | Logística       | Luis Andachi       |
| 2            | Explicación de los alcances de la optimización de procesos  |  | Explicar a directivos y empleados los alcances de la optimización de procesos.   | Producción  | Taller       | Logística       | Luis Andachi       |
| 3            | Explicación de las actividades del proceso productivo   |  | Explicar a directivos y empleados las actividades del proceso productivo.  | Producción  | Taller       | Logística       | Luis Andachi       |
| 4            | Socializar los contenidos de formatos de registros y documentos para el control de las actividades del proceso productivo |  | Reunir a directivos y empleados para socializar los formatos de registros y documentos de control de las actividades del proceso productivo. | Producción  | Taller       | Logística       | Luis Andachi       |

**Fuente:** Investigación Directa

**Elaborado por:** Luis Andachi

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Mediante los flujos y los tiempos del proceso de fabricación de cabezales multibowl se pudo eliminar los cuellos de botella en el requerimiento de materia prima, en la planificación de materiales y el proceso de fabricación en un centro de mecanizados mediante control numérico; los cuales retrasaban el tiempo del proceso que se tenía de 7597 minutos recorriendo una distancia de 86 metros y que mediante esta propuesta logramos disminuir teniendo como resultado 5124 minutos recorriendo una distancia de 82 metros.
- El transporte de la materia prima en un tiempo aproximado de 10 minutos en el área de producción a una corta distancia de 20 metros y una mínima cantidad de demoras ha optimizado el proceso productivo de fabricación de cabezales multibowl, además con la creación del diseño de solicitudes de trabajo, hoja de ruta, y ficha técnica documentos importantes con el fin de monitorear los mismos y estandarizar el producto y la calidad de los cabezales fabricados por la empresa Missionpetroleum S.A.
- La productividad en el proceso de fabricación de un cabezal multibowl fue de 0,003 unidades por trabajador, con un tiempo de ciclo del proceso de 6512,71 minutos; con lo que se puede evidenciar de que existe desperdicio de recursos en el flujo operacional del proceso antes mencionado pero al presentar la

propuesta metodológica la productividad nos da como resultado 0,006 Unidades por Trabajador, con un tiempo de ciclo del proceso de 5997,692 minutos.

- El personal debe tener pleno conocimiento del proceso en su optimización y en las actividades que conlleva la fabricación de cabezales; así como en el manejo correcto de formatos de registros y documentos de control del proceso productivo.

### **Recomendaciones**

- Al ser procesos que involucran toma de decisiones y están ligados directamente a gastos e inversión se recomienda que se planifiquen los desembolsos que se van a realizar para evitar demoras en la fabricación de los cabezales y en los tiempos de entrega del producto terminado.
- Se debería monitorear el proceso productivo para dar el seguimiento al uso de recursos y al cumplimiento de pedidos en base a las solicitudes de los clientes sean estos internos como externos.
- Es muy importante además documentar y registrar las actividades del proceso productivo, tomando en consideración los tiempos y el recorrido de las mismas para de esta manera tener estandarizado cada uno de los subprocesos del proceso de fabricación de cabezales multibowl.
- Capacitar continuamente a los colaboradores de la empresa en referencia a la importancia de la calidad con el fin de que se familiaricen con la Gestión de la Calidad para llegar a un desempeño óptimo disminuyendo los tiempos de producción que conllevan a beneficios económicos a la empresa y a sus miembros.




## Bibliografía

- COVEÑAS, José, MASCCO, Julio & MEDINA, Luis. Introducción a la Ingeniería Industrial. Lima, Perú: TINS/UTP-Grupo IDAT (2005). 333 p.
- DÁVILA, Sandra. Cinco Momentos Estratégicos para hacer Reingeniería de Procesos. (2da. ed.). Quito: ASD Gestora Empresarial. (2006). 120 p. ISBN: 9978-41-631-5.
- DIEGO-MAS, J.A. Optimización de la Distribución en Planta de Instalaciones Industriales mediante Algoritmos Genéricos. Aportación al Control de la Geometría de las Actividades. (Tesis de Doctorado) Universidad Politécnica de Valencia, España. (2010). 472 p.
- GAITHER Norman & FRAZIER Greg. Administración de Producción y Operaciones. (8va. ed.). International Thomson Editores. (2007). 669 p. ISBN: 9789706860316.
- HERNÁNDEZ, Juan & VIZÁN, Antonio. Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI Escuela de Organización Industrial. (2013). 178 p. ISBN: 978-84-15061-40-3
- HERRERA, Luis, MEDINA, Arnaldo & NARANJO Galo. Tutoría de la investigación científica, guía para elaborar en forma creativa y amena el trabajo de graduación. Quito: Empresdane Gráficas. (2004). 228 p. ISBN: 9978-981-25-X
- ISO 9000:2005“Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario” Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO.
- NIEBEL, Benjamín. y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. (11ma. ed.). México: Mc Graw Hill. (2009). 604 p. ISBN: 978-970-10-6962-2.
- PMI Project Management Institute, Inc. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. (4ta. ed.). Pennsylvania, USA: BookService Center de PMI. (2008). 502 p. ISBN: 978-1-933890-72-2.

# **ANEXOS**

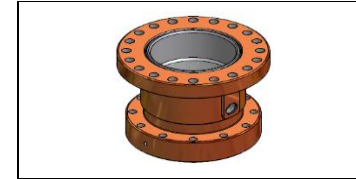
## Anexo 1 Solicitud Interna de Trabajo

|   |  |   |  |                   |               |
|---|--|---|--|-------------------|---------------|
|  |  | <b>SOLICITUD INTERNA DE TRABAJO</b>   |  | Código:           | F2-INT/001-01 |
|   |  |   |  | Revisión          | 01            |
|   |  |   |  | Fecha de emisión: | 16/03/2015    |
| <b>INFORME PARA REPARACIONES O MECANIZADOS SOBRE TRABAJO A REALIZARSE</b>         |  |   |  |                   |               |
| <b>CLIENTE:</b>   |  | <b>EVENTO:</b> <input type="checkbox"/> FABRICACIÓN <input type="checkbox"/> REMANUFACTURA <input type="checkbox"/> VENTA<br><input type="checkbox"/> REPARACIÓN <input type="checkbox"/> SERVICING <input type="checkbox"/> RENTA DE EQUIPOS |  |                   |               |
| <b>PARA:</b>  |  | <b>SOLICITA:</b>  |  |                   |               |
| <b>DE:</b>  |  | <b>AUTORIZA:</b>  |  |                   |               |
| <b>ÁREA:</b>  |  | <b>POZO:</b>  |  |                   |               |
| <b>RIG:</b>   |  | <b>SEGUIMIENTO:</b>   |  |                   |               |
| Ticket de transferencia o guía de remisión # (Cuando Aplique):                    |  |   | <b>FECHA DE SOLICITU/FECHA DE ENTREGA:</b> |                   |               |
| Orden de Compra/ Orden de Servicio/Proforma N° (si aplica):                       |  |   |  |                   |               |
| <b>Requisitos Especiales:</b>   |  |   |  |                   |               |
|   |  |   |  |                   |               |
| <b>Descripción del trabajo:</b>   |  |   |  |                   |               |
|   |  |   |  |                   |               |
| <b>Recomendaciones para la Base de Missionpetroleum S.A. :</b>                    |  |   |  |                   |               |
|   |  |   |  |                   |               |
| <b>Observaciones:</b>   |  |   |  |                   |               |
|   |  |   |  |                   |               |

# Anexo 2 Hoja de Ruta de Producción



## HOJA DE RUTA DE PRODUCCIÓN



|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| CÓDIGO:                              | F16-INT/002 |
| REVISIÓN:                            | 00          |
| VIGENCIA:                            | 07/10/2014  |
| Especificación Técnica del Producto  | API 6A      |
| Nivel de Especificación del Producto | PSL - 1     |

**NOMBRE:** CASING HEAD HOUSING  
**MEDIDA:** C 22, 13-5/8" 3000 PSI TOP x 13-3/8" SLIP LOCK x 2" OUTLETS  
**TRAZABILIDAD:** PO-082-MP-RAW-CHH-01-B3-01

**HOJA DE RUTA No:** 0186  
**S/N:** CHH27-B0088  
**P/N:** MP-F-E-63-SL-1-1-B  
**REALIZADO POR:** LUIS ANDACHI  
**FECHA:** 25 de julio de 2016

| COD  | ACTIVIDAD MECANIZADO*                              | TIEMPO HORA: TÉCNICO A |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | TIEMPO HORA: TÉCNICO B |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | TIEMPO HORA: TÉCNICO C |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | OBSERVACIONES |
|------|--|------------------------|-----|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|-----|------------------------|---------------|
|      |  | INICIO                 | FIN |                        | INICIO                 | FIN |                        | INICIO                 | FIN |                        |               |
| 0068 | Mecanizado de OD y refrentado de cara de Brida (1) | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0005 | Mecanizado de ID (1)                               | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0243 | Mecanizado de tazon C-22                           | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0030 | Mecanizado de Ring Groove R-57                     | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0069 | Mecanizado de OD y refrentado de cara de Brida (2) | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0006 | Mecanizado de ID (2)                               | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0050 | Mecanizado de canales internos (1)                 | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |

|            | TÉCNICO A | TÉCNICO B | TÉCNICO C | INSPECTOR DE CALIDAD | ESTADO DEL ELEMENTO |            | INSPECTOR DE CALIDAD | CONTROL DIMENSIONAL** |  |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|-----------------------|--|
|            |           |           |           |                      | NO CONFORME         | CUARENTENA |                      | CONFORME              |  |
| NOBRE:     |           |           |           |                      |                     |            |                      |                       |  |
| COD. MAQ.: |           |           |           |                      |                     |            |                      |                       |  |
| FECHA:     |           |           |           |                      | FECHA:              | FECHA:     |                      | FECHA:                |  |

| COD  | ACTIVIDAD PERFORADO*                          | TIEMPO HORA: TÉCNICO D |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | TIEMPO HORA: TÉCNICO E |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | TIEMPO HORA: TÉCNICO F |     | S/N EQUIPO DE MEDICION | OBSERVACIONES |
|------|---|------------------------|-----|------------------------|------------------------|-----|------------------------|------------------------|-----|------------------------|---------------|
|      |   | INICIO                 | FIN |                        | INICIO                 | FIN |                        | INICIO                 | FIN |                        |               |
| 0404 | Perforado y roscado para test port            | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0405 | Perforado y roscado para salidas laterales    | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0415 | Perforado y biselado de agujeros pasantes (1) | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |
| 0416 | Perforado y biselado de agujeros pasantes (2) | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        | :                      | :   |                        |               |

|            | TÉCNICO D | TÉCNICO E | TÉCNICO F | INSPECTOR DE CALIDAD | ESTADO DEL ELEMENTO |            | INSPECTOR DE CALIDAD | CONTROL DIMENSIONAL** |  |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---------------------|------------|----------------------|-----------------------|--|
|            |           |           |           |                      | NO CONFORME         | CUARENTENA |                      | CONFORME              |  |
| NOBRE:     |           |           |           |                      |                     |            |                      |                       |  |
| COD. MAQ.: |           |           |           |                      |                     |            |                      |                       |  |
| FECHA:     |           |           |           |                      | FECHA:              | FECHA:     |                      | FECHA:                |  |

\* Para las actividades: Fresado, Mecanizado, Perforado, ver instructivo correspondiente a cada activad.  
 \*\* El control dimensional se registra en el documento F10-INT/010

**SUPERVISOR DE MECANIZADO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**Anexo 3** Formulario de Solicitud de Diseño

|                           |  |                           |  |                       |  |
|---------------------------|--|---------------------------|--|-----------------------|--|
| <b>Cliete:</b>            |  | <b>Solicitud #:</b>       |  | <b>Tipo de Diseño</b> |  |
| <b>Rep. del cliete:</b>   |  | <b>Referencia:</b>        |  | <b>Nuevo:</b>         |  |
| <b>Email de contacto:</b> |  | <b>Fecha:</b>             |  | <b>Existente:</b>     |  |
| <b>Dep. Solicitante:</b>  |  | <b>Telf. de contacto:</b> |  | <b>Esquema:</b>       |  |

| INFORMACIÓN DE ENTRADA                                     |            |               |            |             |
|--|------------|---------------|------------|-------------|
|  |            |               |            |             |
| <b>PSL:</b>  | <b>PR:</b> | <b>Temp.:</b> | <b>CO:</b> | <b>H2S:</b> |
| <b>NORMAS APLICABLES:</b>                                  |            |               |            |             |
| <b>REQUERIMIENTOS LEGALES Y REGLAMENTARIOS APLICABLES:</b> |            |               |            |             |
|  |            |               |            |             |

| DESCRIPCIÓN DE LAS ENTRADAS |          |
|-----------------------------|----------|
| ELEMENTO                    | MATERIAL |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |
|                             |          |

| OBSERVACIONES |
|---------------|
|               |

|                  |  |                   |  |
|------------------|--|-------------------|--|
| <b>Solicita:</b> |  | <b>Dpto. IDD:</b> |  |
| <b>Firma:</b>    |  | <b>Firma:</b>     |  |
| <b>Fecha:</b>    |  | <b>Fecha:</b>     |  |

#### Anexo 4 Formulario de la Ficha Técnica de Diseño

| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO           |             |            |               |
|------------------------------------|-------------|------------|---------------|
|                                    |             |            |               |
| <b>MATERIAL:</b>                   | <b>PSL:</b> | <b>PR:</b> | <b>Temp.:</b> |
| <b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES:</b> |             |            |               |

| CRITERIOS GLOBALES DE ACEPTACIÓN DEL DISEÑO |                       |                                   |
|---|-----------------------|-----------------------------------|
| CRITERIO                                    | CONDICIÓN             | CONSECUENCIAS DEL NO CUMPLIMIENTO |
| 1. Factor de seguridad.                     | $\geq 1.25$           | Posibles deformaciones y roturas. |
| 2. Resistencia del material.                | $\geq 75 \text{ KSI}$ | Posible lavado de roscas.         |
|   |                       |                                   |

#### PRUEBAS OBLIGATORIAS DE VERIFICACIÓN Y/O VALIDACIÓN A REALIZARSE SOBRE EL DISEÑO

| TIPO DE VERIFICACIÓN                  | VALOR                    | REFERENCIA |
|---------------------------------------|--------------------------|------------|
| 1. Control dimensional.               | <input type="checkbox"/> |            |
| 2. Análisis de rugosidad.             | <input type="checkbox"/> |            |
| 3. Prueba de dureza.                  | <input type="checkbox"/> |            |
| 4. Pruebas de Drift.                  | <input type="checkbox"/> |            |
| 5. Pruebas de presión (cuerpo).       | <input type="checkbox"/> |            |
| 6. Pruebas de sellos.                 | <input type="checkbox"/> |            |
| 7. Pruebas de asientos.               | <input type="checkbox"/> |            |
| 8. Pruebas de asiento trasero.        | <input type="checkbox"/> |            |
| 9. Verificación de perfil de anclaje. | <input type="checkbox"/> |            |
| 10. Ensayo de Pull Off.               | <input type="checkbox"/> |            |