



**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE COSTEO MEDIANTE SISTEMA  
ABC PARA PRUEBAS DE LABORATORIO PETROQUÍMICO DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JUAN CARLOS CAMARGO RODRIGUEZ  
ID: 73665**

**SONIA CAROLINA CARRILLO MURILLO  
ID: 73914**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACION  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
FLORIDABLANCA  
2009**



**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE COSTEO MEDIANTE SISTEMA  
ABC PARA PRUEBAS DE LABORATORIO PETROQUÍMICO DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**JUAN CARLOS CAMARGO RODRIQUEZ  
ID: 73665**

**SONIA CAROLINA CARRILLO MURILLO  
ID: 73914**

**Directora:  
MARTHA LUCIA REY**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACION  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
FLORIDABLANCA  
2009**



## AGRADECIMIENTOS

*De todo corazón queremos agradecer a aquellas personas que de una u otra forma nos brindaron su apoyo incondicional durante este proceso.*

*A Dios por darnos la posibilidad de terminar satisfactoriamente nuestros estudios profesionales junto a nuestra familia, amigos, compañeros y docentes que nos enriquecieron a nivel personal y profesional con sus experiencias y conocimientos.*

*A la Ingeniera Martha Lucía Rey, quien en su calidad de Directora nos orientó e hizo posible este proyecto.*

*A la Facultad de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander, a su director, docentes y el personal en su sede de Guatiguará, por su colaboración y apoyo en nuestro estudio. Igualmente, nuestro más sincero agradecimiento a M. Sc. Luis Felipe Carrillo M. por su constante compromiso y participación en el desarrollo de este proyecto.*

*Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para nuestra familia. Sin su dedicación, acompañamiento e inspiración habría sido dificultoso este camino. A nuestros padres y hermanos por su ejemplo de lucha y honestidad.*



Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma de Jurado

---

Firma de Jurado

Bucaramanga, \_\_\_\_\_



## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO CONTEXTUAL	15
1.1 GENERALIDADES DE LA ESCUELA DE PETRÓLEOS	15
1.1.1 Misión	15
1.1.2 Visión	15
1.1.3 Reseña Histórica	15
1.1.4 Estructura Organizacional	17
1.2 SERVICIOS DEL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE FASES	18
1.2.1 Misión	18
1.2.2 Visión	18
1.3 SERVICIOS DEL LABORATORIO DE PETROFÍSICA	19
1.3.1 Misión	19
1.3.2 Visión	19
2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	20
3. ANTECEDENTES	21
4. JUSTIFICACIÓN	22
5. OBJETIVOS	23
5.1 OBJETIVO GENERAL	23
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	23



6. MARCO TEÓRICO	24
7. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL SISTEMA DE COSTOS ABC	28
7.1 CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	28
7.2 ESTUDIO DE TIEMPOS	41
7.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE COSTOS	58
7.3.1 COSTO DE INSUMOS	58
7.3.2 COSTO DE MANO DE OBRA	67
7.3.2.1 COSTO HORA-HOMBRE	67
7.3.2.2 COSTO DE MANO DE OBRA POR PRUEBA	68
7.3.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	70
7.3.3.1 SERVICIOS PUBLICOS	70
7.3.4 COSTO DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS	76
7.3.5 COSTO ESPACIO FÍSICO	81
7.3.6 COSTO TECNOLÓGICO	84
7.4 CÁLCULO DE LOS COSTOS TOTALES	85
8 DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE COSTOS	87
8.1 ESQUEMA DE COSTOS EN EXCEL	87
8.2 FUNCIONES DE LA HERRAMIENTA	88
8.3 VERSIONES DE LA HERRAMIENTA	89
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1: Tiempo de la prueba RPV	42
Tabla 2: Tiempo de la prueba Análisis de Viscosidad	43
Tabla 3: Tiempo de la prueba Liberación Instantánea	45
Tabla 4: Tiempo de la prueba Liberación Diferencial	46
Tabla 5: Tiempo de la prueba Recombinación de Muestras	48
Tabla 6: Tiempo de la prueba Control de Calidad	50
Tabla 7: Tiempo de la prueba Corte de Núcleos	51
Tabla 8: Tiempo de la prueba Extracción de Fluidos	52
Tabla 9: Tiempo de la prueba Determinación de Saturaciones	53
Tabla 10: Tiempo de la prueba Determinación de Porosidad	54
Tabla 11: Tiempo de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	55
Tabla 12: Tiempo de la prueba Determinación de Permeabilidad	56
Tabla 13: Insumos de la prueba RPV	59
Tabla 14: Insumos de la prueba Análisis de Viscosidad	59
Tabla 15: Insumos de la prueba Liberación Instantánea	60
Tabla 16: Insumos de la prueba Liberación Diferencial	61
Tabla 17: Insumos de la prueba Recombinación de muestras	62
Tabla 18: Insumos de la prueba Control de Calidad	63



Tabla 19: Insumos de la prueba Corte de Núcleos	64
Tabla 20: Insumos de la prueba Extracción de Fluidos ó Limpieza	64
Tabla 21: Insumos de la prueba Determinación de Saturaciones	65
Tabla 22: Insumos de la prueba Determinación de Porosidad	65
Tabla 23: Insumos de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	66
Tabla 24: Insumos de la prueba Determinación de Permeabilidad	67
Tabla 25: Liquidación de Hora-Hombre trabajada	68
Tabla 26: Mano de Obra de la prueba RPV	68
Tabla 27: Mano de Obra de la prueba Análisis de Viscosidad	68
Tabla 28: Mano de Obra de la prueba Liberación Instantánea	69
Tabla 29: Mano de Obra de la prueba Liberación Diferencial	69
Tabla 30: Mano de Obra de la prueba Recombinación de Muestras	69
Tabla 31: Mano de Obra de la prueba Control de Calidad	69
Tabla 32: Mano de Obra de la prueba Corte de Núcleos	69
Tabla 33: Mano de Obra de la prueba Extracción de Fluidos	69
Tabla 34: Mano de Obra de la prueba Determinación de Saturaciones	70
Tabla 35: Mano de Obra de la prueba Determinación de Porosidad	70
Tabla 36: Mano de Obra de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	70
Tabla 37: Mano de Obra de la prueba Permeabilidad	70
Tabla 38: Consumo de KW por proceso de la prueba RPV	71
Tabla 39: Consumo de KW por proceso de la prueba Análisis de Viscosidad	71





Tabla 40: Consumo de KW por proceso de la prueba Liberación Instantánea	72
Tabla 41: Consumo de KW por proceso de la prueba Liberación Diferencial	73
Tabla 42: Consumo de KW por proceso de prueba Recombinación de Muestras	73
Tabla 43: Consumo de KW por proceso de la prueba Control de Calidad	74
Tabla 44: Consumo de KW por proceso de la prueba Corte de Núcleos	74
Tabla 45: Consumo de KW por proceso de la prueba Extracción de fluidos	74
Tabla 46: Consumo de KW por proceso de la prueba Determinación de Saturaciones	75
Tabla 47: Consumo de KW por proceso de prueba Determinación de Porosidad	75
Tabla 48: Consumo de KW por proceso de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	75
Tabla 49: Consumo de KW por proceso de la prueba Permeabilidad	76
Tabla 50: Costo de utilización de Equipos para prueba RPV	77
Tabla 51: Costo de utilización de Equipos para prueba Análisis de Viscosidad	77
Tabla 52: Costo de utilización de Equipos para prueba Liberación Instantánea	77
Tabla 53: Costo de utilización de Equipos para prueba Liberación Diferencial	78
Tabla 54: Costo de utilización de Equipos para prueba Recombinación de Muestras	78
Tabla 55: Costo de utilización de Equipos para prueba Control de Calidad	79
Tabla 56: Costo de utilización de Equipos para prueba Corte de Núcleos	79
Tabla 57: Costo de utilización de Equipos para prueba Extracción de Fluidos	79
Tabla 58: Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Saturaciones	80



Tabla 59: Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Porosidad	80
Tabla 60: Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Porosidad a Condiciones de Yacimiento	80
Tabla 61: Costo de utilización de Equipos para prueba Permeabilidad	80
Tabla 62: Costo de Espacio Físico para la prueba RPV	81
Tabla 63: Costo de Espacio Físico para la prueba Análisis de Viscosidad	81
Tabla 64: Costo de Espacio Físico para la prueba Liberación Instantánea	82
Tabla 65: Costo de Espacio Físico para la prueba Liberación Diferencial	82
Tabla 66: Costo de Espacio Físico para la prueba Recombinación de Muestras	82
Tabla 67: Costo de Espacio Físico para la prueba Control de Calidad	83
Tabla 68: Costo de Espacio Físico para la prueba Corte de Núcleos	83
Tabla 69: Costo de Espacio Físico para la prueba Extracción de Fluidos	83
Tabla 70: Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Saturaciones	83
Tabla 71: Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Porosidad	83
Tabla 72: Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	84
Tabla 73: Costo de Espacio Físico para la prueba Permeabilidad	84
Tabla 74: Total de Costos para las pruebas de laboratorio PVT	85
Tabla 75: Total de Costos para las pruebas de laboratorio Petrofísico	86



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Organigrama de los laboratorios de la Escuela de Petróleos	18
Figura 2: Diagrama de proceso para prueba RPV	29
Figura 3: Diagrama de proceso para prueba Análisis de Viscosidad	30
Figura 4: Diagrama de proceso para prueba Liberación Instantánea	31
Figura 5: Diagrama de proceso para prueba Liberación Diferencial	32
Figura 6: Diagrama de proceso para prueba Recombinación de Muestras	33
Figura 7: Diagrama de proceso para prueba Control de Calidad	34
Figura 8: Diagrama de proceso para prueba Corte de Núcleos	35
Figura 9: Diagrama de proceso para prueba Extracción de Fluidos	36
Figura 10: Diagrama de proceso para prueba Determinación de Saturaciones	37
Figura 11: Diagrama de proceso para prueba Determinación de Porosidad	38
Figura 12: Diagrama de proceso para prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento	39
Figura 13: Diagrama de proceso para prueba Permeabilidad	40



## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A: Laboratorio de Análisis Petrofísicos .	78
Anexo B: Equipos Laboratorio de Análisis Petrofísicos	79
Anexo C: Laboratorio de P.V.T .	83
Anexo D: Equipos Laboratorio de Análisis P.V.T	84



## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE COSTEO MEDIANTE SISTEMA ABC PARA PRUEBAS DE LABORATORIO PETROQUÍMICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**AUTORES:** JUAN CARLOS CAMARGO RODRIGUEZ  
SONIA CAROLINA CARRILLO MURILLO

**FACULTAD:** INGENIERIA INDUSTRIAL

**DIRECTOR:** MARTHA LUCIA REY

### RESUMEN

El propósito de este estudio consistió en diseñar e implementar un programa que sirviera como herramienta para deducir el costo final de las pruebas de laboratorio que ofrece como servicio la Universidad Industrial de Santander. El sistema utilizado para realizar este costeo fue el Costeo Basado en Actividades (ABC), con el fin de proporcionar a los laboratorios un mejoramiento de sus propios ingresos y obtener así mayor competitividad dentro del sector. Para este fin se identificaron las actividades de cada prueba y sus respectivos costos asociados y se encontraron los inductores de costo que mejor explicaban el origen y variación de los costos indirectos de fabricación. La mayoría de estos inductores se fijaron agrupando las actividades en las que existe mayor frecuencia, para volver a asignar la misma actividad en cualquiera de las etapas de la prueba; evitando así, un incremento innecesario en el sistema de costeo. Se hallaron los costos totales por prueba de la cantidad de insumos requerida, de sus equipos depreciados y cantidad de energía requerida por ellos, el personal que labora directamente sobre las pruebas y sobre su área de trabajo, con todas las implicaciones precisas para un costeo ABC. Para la ejecución de la herramienta se condensó el sistema de costos realizado anteriormente, en cada una de sus etapas sintetizando algunos de ellos para hacerla más conveniente al laboratorio y sus operadores. Dentro de este instrumento se mantuvieron unos valores fijos que son iguales para todas las pruebas y se dejaron en blanco otros que se alimentan cada vez que se realiza una prueba nueva. Por esta razón se trata de una herramienta extendible para que cualquier laboratorio determine sus costos, cambiando los datos internos para que apliquen a cualquier empresa.

**PALABRAS CLAVES:** SISTEMA ABC.



## GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

**TITLE:** DEVELOPMENT OF A TOOL SYSTEM BY ABC COSTING FOR PETROCHEMICAL LABORATORY OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**AUTHORS:** JUAN CARLOS CAMARGO RODRIGUEZ  
SONIA CAROLINA CARRILLO MURILLO

**FACULTY:** INDUSTRIAL ENGINEERING

**DIRECTOR:** MARTHA LUCIA REY

### ABSTRACT

The purpose of this study was to design and create a program useful as a tool for deducting the final cost of some laboratory tests, which are being offered as a service by Universidad Industrial de Santander. The way of costing these tests was by Activity Based Costing system (ABC), to provide the labs the increase of utilities and more Competitiveness on their industry.

For this purpose we identified the main activities of each laboratory test and their associated costs finding the cost drivers that explain better the basis and variety con indirect fabrication costs. Much of these drivers were found by grouping the activities which had more frequency and assigning again the same activity on a stage of the test. In that form we could avoid an unnecessary increase on the cost system.

There were found the total costs per test of: quantity of inputs required, equipments depreciation and energy required by them, the people which works directly on the laboratory tests and their work area with all the necessary implications for an ABC method costing.

For the execution of the costing tool the costing study was incorporated on each of it's stages, synthesizing some of them to make the tool more convenient to the lab and its workers. On this tool there were some values which maintain constant for all the tests so they were protected and there were some others that would be changed each time a new laboratory test is being made.

For these reasons it's a cost tool extendible too any other laboratory, only by changing the internal values with their own ones.

**KEY WORDS:** ABC SYSTEM.



## INTRODUCCIÓN

A nivel del departamento de Santander, específicamente en Bucaramanga y su área metropolitana, se está impulsando la formación de un Parque Tecnológico localizado en Guatiguará (Piedecuesta), con el objetivo de potencializar el desarrollo de la investigación científica y la innovación tecnológica principalmente en las áreas de energía, salud, software, agroindustria y biotecnología. Aunque esta idea surge inicialmente de la Universidad Industrial de Santander (UIS), entre los miembros fundadores de la entidad se encuentran también la Gobernación de Santander, Alcaldía de Bucaramanga, Alcaldía de Piedecuesta, Universidad Pontificia Bolivariana, Fundación Cardiovascular del oriente y Empresa Colombiana de Gas (ECOGAS).

Actualmente funcionan 14 centros de investigación que trabajan con el sector productivo nacional y algunos laboratorios de la UIS entre los cuales la escuela de Ingeniería de Petróleos tiene el Laboratorio de Análisis Petrofísicos y el Laboratorio de Comportamiento de Fases (PVT). En estos se realizan prácticas de laboratorio con propósito docente para estudiantes de pregrado. Para un óptimo aprovechamiento de la capacidad instalada, se van a ampliar los servicios a la industria del Petróleo; por consiguiente, se debe conocer el costo que implica llevar a cabo cada prueba y así poder definir un precio que lo posicione en un nivel competitivo dentro de la Industria.

El propósito del estudio consiste en diseñar e implementar un programa que sirva como herramienta para deducir el costo final de estas pruebas de laboratorio, mediante un estudio de Costeo Basado en Actividades (ABC). El objetivo principal del costeo ABC es identificar todas las actividades inscritas en un proceso específico, enfocándose en los factores que provocan que los recursos se consuman en ellas. Es por ello, que para los laboratorios se establecen una serie de acciones que permitan un control óptimo de cada uno de los costos que se valoran, considerando tanto la parte directa en el proceso de producción como la parte indirecta, las cuales afectan los costos finales de la prueba costeadas.

El objetivo general planteado inicialmente, fue reformulado en el transcurso de la investigación. Inicialmente se había planteado "...el desarrollo de una herramienta para reducir los costos de las pruebas", y se cambió por "...el desarrollo de una herramienta para hallar el costo de las pruebas". Esta modificación se hizo, debido a que las pruebas que se realizan en los laboratorios estudiados contienen un alto ingrediente tecnológico; por consiguiente, el precio final depende más de la tecnología incorporada que del costo de la prueba.

Con el desarrollo de este estudio se proporciona a los laboratorios un valor agregado al servicio que presta para mejorar sus propios ingresos. Por consiguiente, se esperan resultados satisfactorios que permitan optimizar el



rendimiento en cada una de las pruebas que se realizan en el laboratorio, obteniendo así mayor competitividad dentro del sector.





## 1. MARCO CONTEXTUAL

### 1.1 GENERALIDADES DE LA ESCUELA DE PETRÓLEOS DE LA UIS

La escuela de Ingeniería de Petróleos de la UIS, tiene como objetivo principal el capacitar al estudiante en las diferentes técnicas de perforación, la explotación de yacimientos, la producción, el transporte del crudo y el trabajo administrativo en torno a estas actividades.

Para cumplir con este objetivo tiene laboratorios destinados al estudio ubicados en la sede principal en Bucaramanga y también cuenta con unos en la sede de Guatiguará.

#### 1.1.1 Misión

“Formar, dentro del espacio brindado por la academia y la investigación, profesionales con gran capacidad humana, científica y de gestión, que contribuyan a solucionar los problemas técnicos y conceptuales de la industria de hidrocarburos, en armonía con el ecosistema y con responsabilidad ética y social”.<sup>1</sup>

#### 1.1.2 Visión

“La escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional y una de las de mayor trascendencia internacional, propiciando el mejoramiento continuo de la calidad mediante la implementación de contenidos actualizados en los planes de estudio de nuestros programas, para formar aptitudes técnicas, científicas, sociales, ecológicas y humanísticas en nuestros educando tanto a nivel de pregrado como de postgrado”.<sup>2</sup>

#### 1.1.3 Reseña Histórica

“La empresa Colombiana de petróleo ECOPETROL fue quien auspició la creación de la facultad de Petróleos, bajo el acuerdo #34 emanado del consejo directivo en 1954, con miras a preparar su propio personal especializado. Su

---

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Página Web versión HTML. Colombia 2009. [Citado 27 marzo 2009]. Disponible en Internet <<http://www.uis.edu.com>>

<sup>2</sup> Ibid.



Decano inicial fue el Dr. Juan Francisco Villarreal quien dedicó toda su capacidad orientadora para hacer de ésta facultad una de las mejores de su género.

En 1985 se modifica el pensum académico con tres asignaturas de humanidades, entre las que se mantuvo la historia, dando origen al pensum que aún se encuentra vigente donde el Ingeniero de Petróleos egresa “Especialista” en Yacimientos, pues de dos asignaturas se pasó a siete incluyendo la Simulación de Yacimientos.

En la actualidad se adelanta una reforma académica, para el programa de Ingeniería de Petróleos fundamentada en el interés por propiciar un currículo integrado, flexible e interdisciplinario acompañado de una práctica pedagógica enmarcada en el constructivismo, aplicable a las nuevas generaciones de estudiantes, involucrando la pertinencia de la educación superior, la cual requiere normas éticas, imparcialidad política, capacidad crítica y además dominio en el idioma Inglés como segunda lengua.

Así mismo, las relaciones con la Industria se han fortalecido de tal forma, que con la creación de la Coordinación de Servicios, la Escuela está preparada para ofrecer diversos servicios a la Industria, canalizando de ésta forma recursos económicos que le han permitido optimizar sus procesos académicos y administrativos.

Finalmente, con el programa de pregrado en Ingeniería de Petróleos acreditado por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA, las próximas adquisiciones en equipos para el montaje de un moderno laboratorio en Análisis Petrofísicos, con la adecuación de las instalaciones físicas y con la reforma curricular que actualmente se adelanta, la Escuela está preparada para asumir los retos que la industria de los hidrocarburos le imponga en el nuevo milenio”.<sup>3</sup>

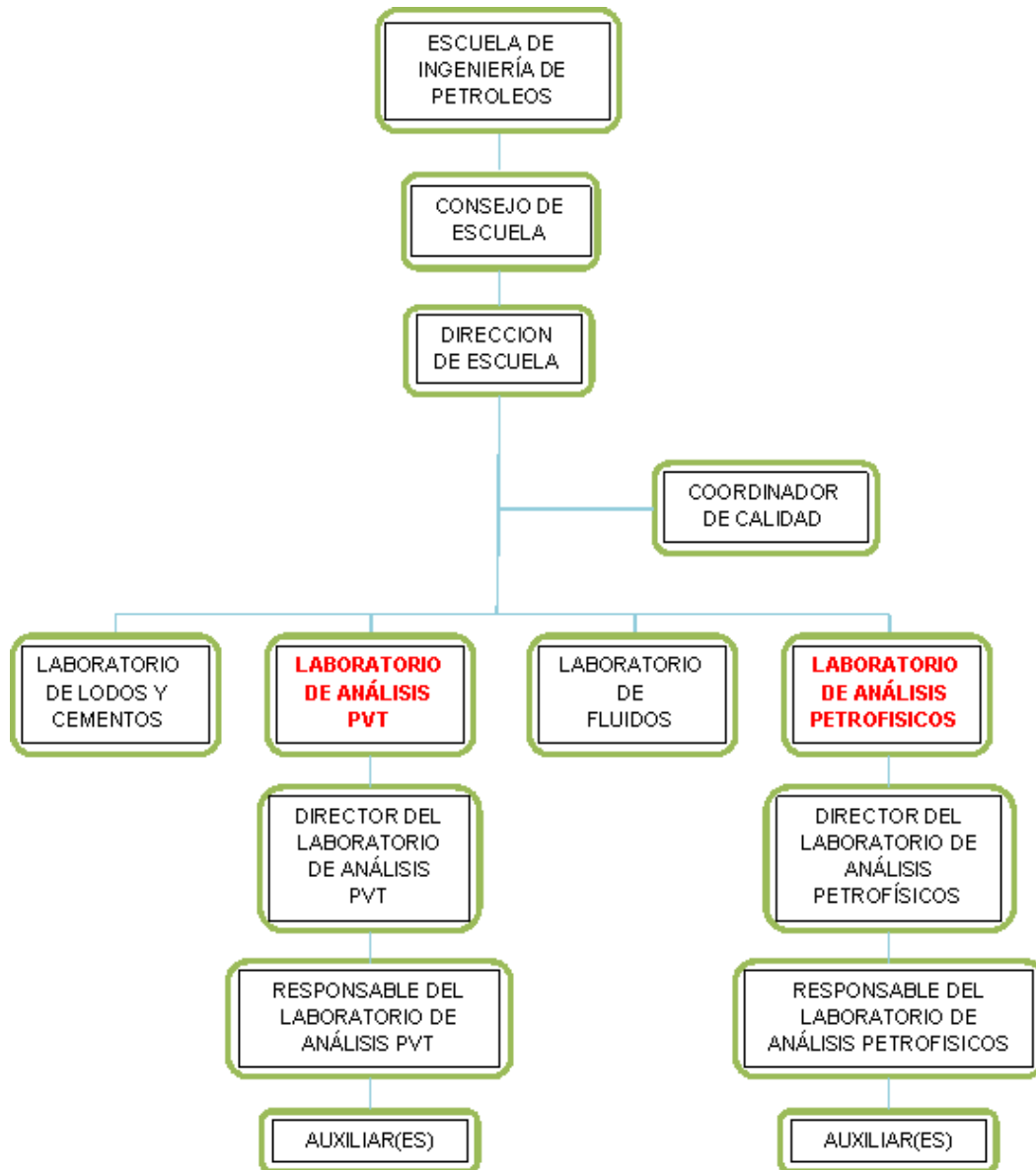
---

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Página Web versión HTML. Colombia 2009. [Citado 27 marzo 2009]. Disponible en Internet <<http://www.uis.edu.com>>



### 1.1.4 Estructura Organizacional

Figura 1: Organigrama de los laboratorios de la Escuela de Petróleos



Fuente: Manual de Calidad de la Escuela de Ingeniería de Petróleos - UIS



## **1.2 PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE FASES (PVT)**

El análisis de PVT consiste en una serie de pruebas realizadas en el laboratorio a diferentes presiones, temperaturas y volúmenes para determinar las propiedades de los fluidos de un yacimiento de petróleo.

El muestreo de fluidos se realiza al principio de la vida productiva del yacimiento, ya que partiendo de los resultados de estos análisis, se determinan los diversos parámetros y metodologías que se desarrollarán para optimizar la producción del yacimiento de hidrocarburos.

Los servicios que presta este laboratorio a la industria petrolera son los siguientes:

- **Asesoría y Consultoría Profesional**
- **Servicios Tecnológicos**
  - RPV a condiciones Ambiente y de Yacimiento
  - Análisis de Viscosidad
  - Liberación Instantánea
  - Liberación Diferencial
  - Recombinación de Muestras
  - Control de Calidad

### **1.2.1 Misión**

Tiene como propósito el de realizar investigaciones y estudios termodinámicos, experimentales y teóricos, de los Hidrocarburos presentes en los Yacimientos de Petróleo para optimizar su producción.

Fuente: Autores del proyecto

### **1.2.2 Visión**

El laboratorio de análisis PVT de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional e internacional, a través del mejoramiento continuo de la calidad con base en las normas que rigen la acreditación del laboratorio y mediante la implementación de nuevas tecnologías aplicadas a industria de los hidrocarburos.

Fuente: Autores del proyecto

Se recomienda la aplicación de esta misión y visión para el laboratorio de PVT.



### 1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS DEL LABORATORIO DE PETROFÍSICA

Los análisis petrofísicos se realizan para estudiar las propiedades físicas en la denominada roca matriz, extraída de un yacimiento, y su interacción con los fluidos del yacimiento para optimizar la producción.

Los servicios prestados por este laboratorio son los siguientes:

- **Asesoría y Consultoría Profesional**
  
- **Servicios Tecnológicos**
  - Corte de Núcleos
  - Extracción de Fluidos
  - Determinación de Saturaciones
  - Determinación de Porosidad
  - Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento
  - Permeabilidad

#### 1.3.1 Misión

“Dar soporte a la docencia y la investigación básica y aplicada en el área de Yacimientos, con el propósito de contribuir a la solución de problemas técnicos y conceptuales en la Industria de los Hidrocarburos”.<sup>4</sup>

#### 1.3.2 Visión

“El laboratorio de análisis petrofísicos de la Universidad Industrial de Santander busca consolidarse como líder en el contexto nacional e internacional, a través del mejoramiento continuo de la calidad con base en las normas que rigen la acreditación del laboratorio y mediante la implementación de nuevas tecnologías aplicadas”.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Manual de Calidad. Laboratorio de Petrofísica Escuela de Ingeniería de Petróleos de la UIS. Sección 2 p. 1

<sup>5</sup> Ibíd. Sección 2 p. 1



## 2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad Industrial de Santander tiene como propósito, ofrecer servicios de laboratorio, con equipo y personal especializado a todas las empresas petroleras que operan en el país y en el exterior. Los resultados de estas pruebas sirven para optimizar la producción de hidrocarburos. Por esta razón se detectó la necesidad de incluir todos los costos que conlleva la ejecución de cada una de las diferentes pruebas de laboratorio que se realizan en la sede de Guatiguará, como un primer paso para fijar el precio al cliente y mejorar las utilidades de los laboratorios.

Esta situación refleja la necesidad de implementar un estudio detallado en costos basados en actividades (ABC) enfocado a determinar las principales variables que se afectan al realizar cualquiera de las pruebas y de esta forma dar solución definida de los costos totales que le implica a la empresa realizar pruebas específicas de laboratorio para el sector petrolero. El planteamiento busca verificar si ¿Esta herramienta de costos resolverá las necesidades, para establecer el costo que tiene la realización de cada prueba de laboratorio efectuada en la sede de Guatiguará?

Para un óptimo resultado del problema que presenta la empresa, se desea desarrollar una herramienta de fácil utilización, en la cual se incorpore este estudio de costos ABC para que arroje los resultados deseados de forma más oportuna y fácil; para ello se aplicará un lenguaje de programación apropiado que sea manejable para el laboratorio y para quien lo opere, ya que el problema fundamental es el desconocimiento y el limitado control en los costos de dichos laboratorios, lo que requiere de una herramienta que agilice el proceso y que sea eficiente. Así se pueden cuantificar las utilidades que le genera la prestación de este servicio, involucrando recursos tanto directos como indirectos, que le crean gastos a la empresa sin tomar en cuenta el valor tecnológico que estos le aportan a las pruebas.



### 3. ANTECEDENTES

Existen en el mercado diferentes empresas especializadas en el desarrollo de soluciones tecnológicas, para los altos requerimientos que otras demandan con el fin de mejorar su propia red de información en un campo específico.

Se identificó que el mercado de software de costeo, para algunas empresas, es una herramienta muy eficiente que ayuda a conocer periódicamente los costos y la logística de producción de sus bienes y/o servicios, mostrando los procesos y actividades con su costo de producción real, optimizando los recursos y mejorando sus utilidades.

“Con el objetivo de elevar la calidad de los desarrollos en software realizados en Santander para dirigirlos a mercados internacionales, se ha creado el Cluster de Empresas de Software de Santander.

La iniciativa, surgió desde la Corporación Bucaramanga Emprendedora, Incubadora de Empresas; cuenta con la vinculación de la academia a través de universidades como la UIS, UMB-ITAE y UTS; del sector oficial con la Gobernación de Santander, la Alcaldía de Floridablanca y el SENA; de gremios como la Andi y Acopi; y de entidades privadas como la Fundación CardioVascular de Colombia, Sistemas y Computadores, Numérica, T&T, Pensemos, Grupo Cóndor y Telebucaramanga.

Humberto Pradilla Ardila , director ejecutivo de la Incubadora, señaló que en la región existía ya una gran dinámica desarrolladora de Software en salud, energía, telecomunicaciones y soluciones empresariales, con suficientes avances; pero el estar desagrupados los hacía invisibles y con pocas posibilidades de competir en el mercado internacional. Agregó además que la ciudad cuenta con siete facultades y programas académicos relacionados con sistemas y desarrollo tecnológico, que permitirán elevar las competencias laborales de los jóvenes estudiantes y profesionales vinculados con este ambicioso proyecto”.<sup>6</sup>

Es realmente significativo el avance que se está realizando en Santander, ya que el desarrollo tecnológico es de suma importancia para todas las empresas de la región, sin importar el sector en el que se desenvuelvan. Basados en esta percepción, se fortalece la relevancia del instrumento que se pretende implantar en los laboratorios de PVT y Petrofísica de la UIS, pues con esto, su relación de costos será más efectiva y serán más competitivos en su industria.

---

<sup>6</sup> RETeV - CLUSTER DE EMPRESAS DE SOFTWARE EN SANTANDER. Página Web versión HTML. Colombia 2008. [Citado 12 septiembre 2008]. Disponible en Internet <<http://www..retev.net/index.php?option=com> >



#### 4. JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta la amplitud del proyecto y los conocimientos adquiridos en contabilidad de costos y con base en programación de macros en Visual Basic, se le presenta al laboratorio de la escuela de ingeniería de petróleos de la UIS una herramienta útil de costeo con las especificaciones requeridas por el usuario; para ello se utilizaron bases de datos con todo lo relacionado a los costos fijos y variables que se manejan, las cuales fueron proporcionadas por la institución, para estructurar las actividades de cada prueba en forma clara para que el laboratorio pueda controlar sus costos eficientemente.

Analizando cada una de las variables asociadas a la contabilidad de costos, para este laboratorio, en el cual además, se espera dar una excelente aplicación a las dos áreas en las que se va hacer referencia, (costos, programación) se tendrán en cuenta lineamientos establecidos para el desarrollo de este tipo de estudios, lo que enriquecerá las aptitudes de un Ingeniero Industrial y así generar un cambio positivo a nivel profesional e institucional.

Por otra parte, es importante la investigación que se realiza en el aprendizaje de un lenguaje de programación apropiado para el desarrollo eficaz de la herramienta que controlará su sistema, de manera que se logre no solo cuantificar datos numéricos, sino también datos cualitativos específicos que marcan la diferencia en el servicio.

El desarrollo de esta herramienta permitirá manejar de una mejor forma sus costos, y se pretende que los laboratorios de P.V.T y Petrofísica de la UIS obtengan un valor agregado en donde se crea un know how para el servicio que presta, y de cómo lo puede utilizar para mejorar sus propios ingresos, además de que la empresa haya encontrado el medio para optimizar su rendimiento en cada una de las pruebas de laboratorio que realiza, logrando así mayor competitividad dentro del sector.





## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un programa que sirva como herramienta de costeo utilizando el sistema ABC y un lenguaje de programación apropiado para hallar cada uno de los costos que maneja la Universidad Industrial de Santander en realizar diferentes pruebas de laboratorio para el sector de la petroquímica.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las variables que incurren en toda la parte productiva para la realización de las pruebas de laboratorio.
- Analizar los posibles factores que puedan intervenir en la variación de los costos al realizar las pruebas de los laboratorios.
- Aplicar la estructura de costos del sistema ABC de los laboratorios de P.V.T y petrofísica de la Universidad Industrial de Santander para el desarrollo de la herramienta de costos.
- Evaluar las implicaciones más relevantes que afectan los costos de cada una de las pruebas.



## 6. MARCO TEÓRICO

“La contabilidad es un medio importante de ayuda a los gerentes para administrar cada una de las actividades o áreas funcionales de las que son responsables, y coordinar las actividades ó áreas funcionales dentro de la estructura de la organización como un conjunto. La contabilidad de costos proporciona información para la contabilidad administrativa y para la financiera. Mide y presenta información financiera y no financiera que se relaciona con el costo de adquirir ó consumir recursos por parte de la organización. La contabilidad de costos incluye las áreas tanto de la contabilidad administrativa como de la financiera, en las que se recopila ó analiza información de costos”<sup>7</sup>.

Es importante tener en cuenta que cualquier empresa debe tener una muy buena base de contabilidad donde pueda observar la información que esta arroja año a año para verificar si es rentable y pueda crecer a nivel financiero, y así mismo destacarse de las demás empresas de su propio sector.

### Costeo basado en actividades

“Esta metodología se dirige en lo fundamental a aquellas entidades donde los costos indirectos de fabricación tienen una presencia muy significativa, o donde el ambiente competitivo ha hecho que los márgenes de rentabilidad se tornen muy estrechos.

Dentro de este grupo se encuentran las empresas que están en tránsito hacia una mayor industrialización, las empresas de servicios que solo poseen costos de conversión y, en general, el país que anda en vía de desarrollo. El método tradicional no pudo brindar costos confiables de los productos individuales”<sup>8</sup>.

Este tipo de costeo es muy utilizado por empresas que tienen la posibilidad de que toda su organización pueda redistribuir sus recursos con el fin de mejorar su rendimiento, además de sus procesos y estrategias de marketing, dejando atrás el sistema tradicional. Por tal razón la escogencia del sistema ABC, el cual enmarca todo el alcance que se requiere para lograr que el laboratorio petroquímico de la UIS sostenga una estructura solida que le genere ventaja competitiva, en materia de costos y calidad. Complementándolo en un eficiente programa que le permita a la empresa rapidez en todo lo relacionado con el precio total de cada prueba de laboratorio.

---

<sup>7</sup> HORNGREN, Charles T. et al. *Contabilidad de costos: Un enfoque gerencial. Décima Edición*. México: Pearson Educación Editorial, 2002. p.2.

<sup>8</sup> GOMEZ BRAVO, Oscar. *Contabilidad de costos. Cuarta Edición*. Colombia: Editorial Mc. Graw Hill, 2001. p.446.



“El objetivo del costeo a base de actividades es vigilar los costos a los productos o servicios en lugar de asignarlos de manera arbitraria. Los materiales directos y la mano de obra directa en general, se asignan a los productos debido a que existe una medida física de su consumo para un producto particular. Los partidarios del costeo a base de actividades indican que mediante el uso apropiado de los factores de costos, también se pueden vigilar en forma física los costos de gastos indirectos de producción a los productos o servicios.

En los sistemas de costeo a base de actividades, no se clasifican los costos como directos o indirectos. Pueden caer en cualquier punto del espectro entre la asignación física directa y la asignación arbitraria. Los sistemas costosos o sofisticados identifican muchas actividades y factores de costos de manera que la mayoría de los costos se pueden rastrear en forma física a los productos o servicios. Debido a las consideraciones de costo-beneficio, otros sistemas de costeo a base de actividades tienen menos actividades y factores de costos”.<sup>9</sup>

Este sistema de costeo acumula toda clase de factores en costos involucrados en la empresa, para aplicarlos a las actividades de los productos, encontrando de esta forma un beneficio que favorecerá a toda la organización.

#### Características del sistema de costos ABC

“Las principales características de este sistema de costos son las siguientes:

- Divide la operación de la empresa en procesos.
- Divide cada proceso en actividades.
- Determina los costos diferentes a los materiales directos, por cada una de las actividades.
- Define los centros de costos en función de las actividades (cost drivers).
- Evita al máximo el prorrateo de costos.
- Los costos que son indirectos a los productos, pueden ser directos a las actividades.
- Se relacionan los costos de las actividades con los productos o servicios.
- Existen reportes que se enfocan, especialmente, sobre los costos de las actividades que no generen valor agregado, con el objetivo de eliminar o, cuando menos, reducirlas.”<sup>10</sup>

Lo importante de estas características es que el sistema abarca todos los procesos para medir efectivamente el consumo del recurso de una entidad económica. Además la cuidadosa selección de los centros de costos para que sean más precisas las actividades de cada uno de los procesos para que de esta

---

<sup>9</sup> HORNGREN, Charles T. et al. *Contabilidad Administrativa. Novena Edición*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 2002. p.512.

<sup>10</sup> HUICOCHA, Emilio. *Contabilidad de costos. Segunda Edición* México: Editorial Trillas, 2003. p.193.



forma sea efectiva y funcional la estructura de costos aplicable a cualquier organización.

“El diseño de aplicaciones ha cambiado drásticamente los estilos de programación de una programación secuencial se paso a una programación modular, para llegar a una programación estructurada, los esfuerzos se centraron en potenciar la modulación y la reutilización del código, lo que condujo a la programación orientada a objetos que se complementan con una programación basada en componentes”.<sup>11</sup>

Se vio la necesidad de evolucionar en las diferentes formas de programar para el desarrollo de nuevas tecnologías para obtener diferentes funcionamientos de las empresas en su parte productiva, por ello los elementos de la programación buscan establecer una serie de factores que determinan la calidad de un software ya que este se ha convertido para muchas empresas base de su crecimiento y competitividad.

“Microsoft Excel es una herramienta eficaz para analizar y presentar información. Una de las propiedades más importantes que Excel ha ofrecido siempre es su lenguaje de macros. Desde su primera aparición, Excel ha presentado siempre el lenguaje de macros más amplio y flexible de todos los programas de hoja de cálculo. Visual Basic para aplicaciones, apareció por primera vez como parte de Excel en la versión 5. de hecho, Excel fue la primera aplicación importante en incluir esta nueva y apasionante estructura. Desde Excel 97, se ha convertido en un entorno de desarrollo completo, consistente con la versión independiente de Visual Basic y compartirlo por todas las aplicaciones de Microsoft Office.”<sup>12</sup>

Es claro que Excel es una herramienta muy manejada para la múltiple utilización de cálculos, en donde se pueden almacenar datos de forma precisa. Gracias a la organización que presenta este programa y sus aplicaciones, se pueden manejar varios tipos de información relacionada con un único archivo, lo cual es ideal para estructurar una herramienta en costos ABC.

“Ver a Colombia convertida en potencia mundial en tecnología informática, y desarrollo de software es un sueño que albergan muchos colombianos. Se trata de una visión del futuro, optimista pero basada en un análisis de la situación actual de sector tecnológico nacional, sus posibilidades y los resultados de los esfuerzos conjuntos del Estado, las empresas del sector, y varias instituciones educativas y entidades privadas.

---

<sup>11</sup> CEBALLOS, Fco Javier. *Curso de programación de Visual Basic 6*. México: Alfaomega grupo Editor S.A, 2000. p.1.

<sup>12</sup> JACOBSON, Reed. *Programación con Microsoft Excel versión 2002. Macros y Visual Basic para Aplicaciones*. España: Editorial Mc. Graw Hill, 2002. p.2.



En Colombia existen más de 850 empresas desarrolladoras o integradoras de software, de las cuales alrededor de 100 están en capacidad de exportar, ya sea a través de productos manufacturados hechos en Colombia o de servicios de desarrollo a la medida.”<sup>13</sup>

Al parecer el potencial que tiene este sector en la industria, es muy optimista a nivel nacional e internacional, debido a que las empresas tienen la intención de mejorar y optimar muchas de sus funciones productivas por medio del avance tecnológico, por ello se han creado diferentes empresas con esta finalidad y de alguna forma contar con la suficiente infraestructura y el capital humano para competir mundialmente.

Existen fortalezas y oportunidades las cuales pueden posicionar a Colombia como líder en el sector de la Tecnología Informática en Latinoamérica.

“CONSOLIDACIÓN DE PARQUES INDUSTRIALES DE SOFTWARE Y SERVICIOS DE TI. Hay grupos de empresas de TI en todo el país, especialmente en Antioquia y el Valle del Cauca.

INDUSTRIA NACIONAL. Mientras en otros países el desarrollo y las exportaciones de software y servicios provienen de las multinacionales, en Colombia la mayoría de las empresas surgió en el país. Hay una visión de empresa que se traduce en la existencia de muchas pymes en el sector.

EN RECURSOS HUMANOS. El nivel de capacitación es superior al del promedio regional. Hay mano de obra –ingenieros y técnicos– suficiente para cubrir las necesidades tecnológicas del país y las de exportación.”<sup>14</sup>

El país cuenta con diferentes ventajas y características distintivas que facilitan el crecimiento constante del sector, frente a otros países de América latina, con ayuda del fuerte y capacitado capital humano, el cual genera resultados favorables a la industria nacional, permitiendo que las empresas ofrezcan un producto de calidad con un potencial exportable. Además su situación geográfica la negociación y distribución en Norteamérica y países del sur a un bajo costo.

---

<sup>13</sup> JARAMILLO MARÍN Mauricio. Colombia: ¿Potencia en Software y Tecnología? En: INTER-CAMBIO: La revista de Internet y Tecnología. N° 14 (Abril. – Mayo. 2005); p.12.

<sup>14</sup> JARAMILLO MARÍN Mauricio. Colombia: ¿Potencia en Software y Tecnología? En: INTER-CAMBIO: La revista de Internet y Tecnología. N° 14 (Abril. – Mayo. 2005); p.14.



## 7. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL SISTEMA DE COSTOS ABC

### 7.1 CATEGORIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Tomando en cuenta que no son los productos sino las actividades las que causan los costos de un bien en particular, es parte fundamental del proceso clasificar cada una de ellas en forma precisa. Para ello se identificaron y analizaron por separado las distintas actividades que agregaban valor a las pruebas de los laboratorios, y además se agruparon en procesos esenciales para el desarrollo del trabajo en los respectivos laboratorios. Estos procesos o etapas son subdivisiones de todo el proceso de producción de cada prueba en donde se encuentran ajustadas la totalidad de las actividades propuestas para dichas pruebas. A continuación en las figuras de la 2 a la 13 se encuentran estructurados los diagramas de flujo del proceso para cada una de las pruebas.

Una vez identificadas las actividades de cada prueba y sus respectivos costos asociados, se encontraron los inductores de costo que mejor explican el origen y variación de los costos indirectos de fabricación. La mayoría de estos inductores se fijaron agrupando las actividades en las que existe mayor frecuencia, para volver a asignar la misma actividad en cualquiera de las procesos de la prueba; evitando así, un incremento innecesario en el sistema de costeo.

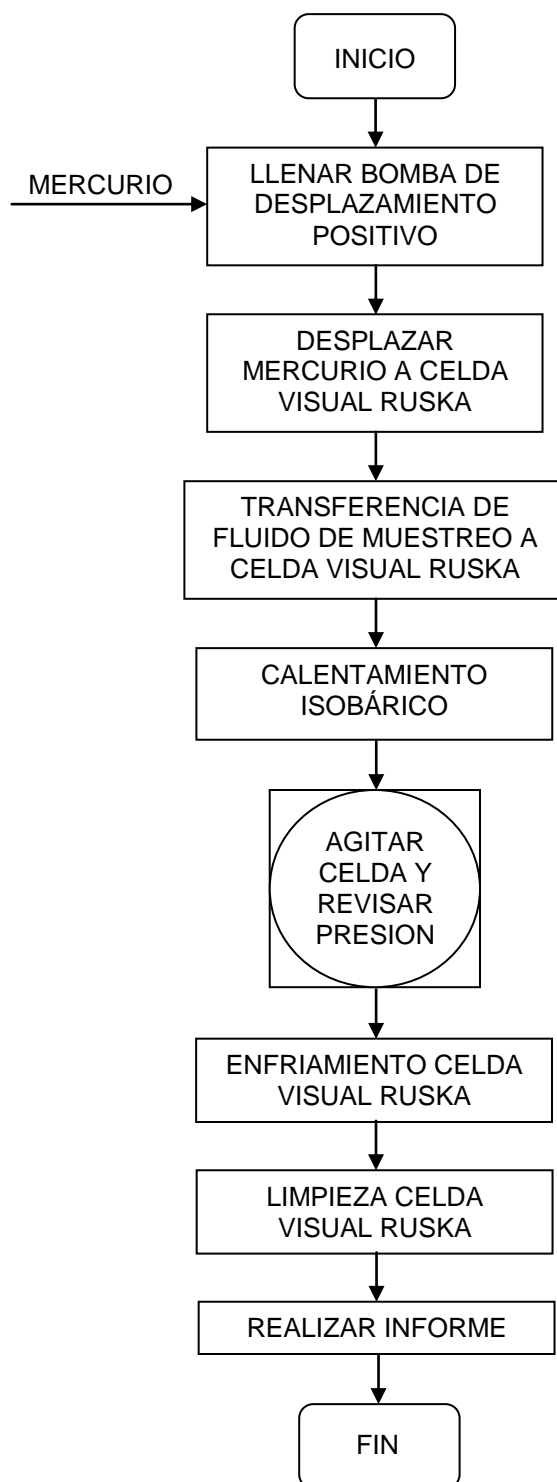
Una de las actividades identificadas fue la ejecución de cromatografía, la cual es indispensable para algunas de las pruebas que se realizan. Debido a que se manda a hacer en otros laboratorios, no se tuvo en cuenta como actividad específica dentro del proceso de costeo, aunque si se contempló el tiempo que dura su elaboración para totalizar el tiempo de cada prueba.

Este procedimiento es un método de separación de los distintos componentes de una mezcla, que permite identificar y determinar sus respectivas cantidades. Las pruebas en que fundamentalmente se requieren aplicar este procedimiento, específicamente para el Laboratorio de PVT son:

- Liberación Instantánea
- Liberación Diferencial
- Recombinación de muestras
- Control de Calidad

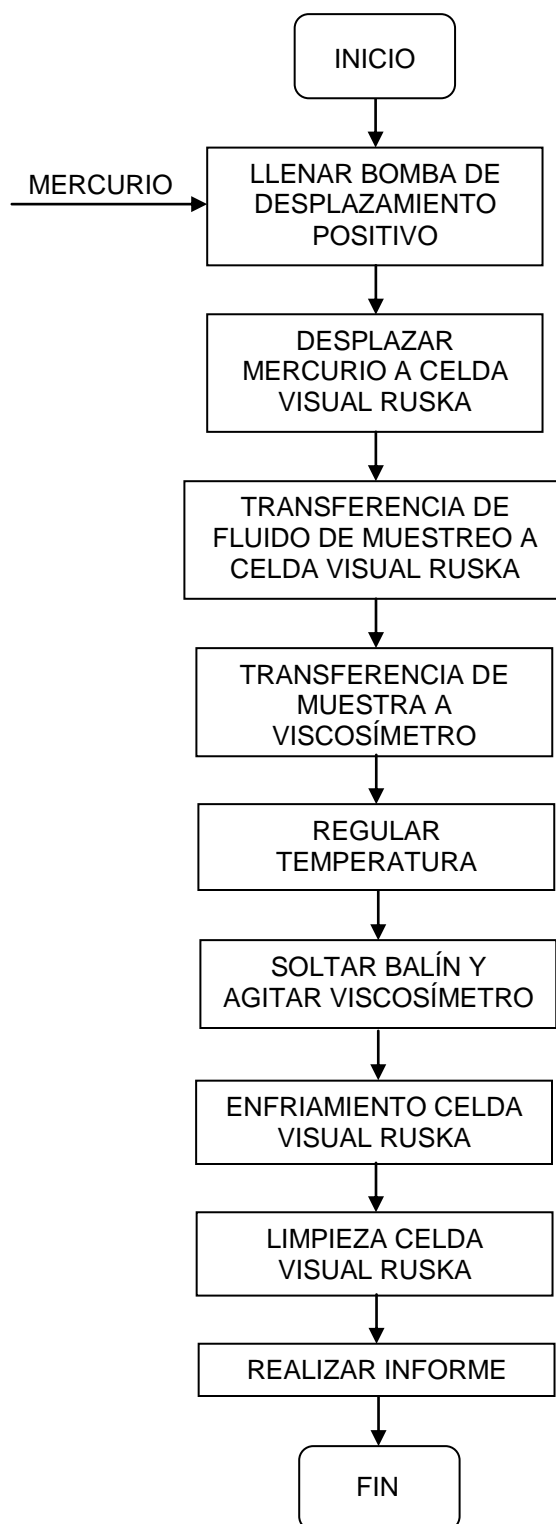


**Figura 2:** Diagrama de proceso para prueba RPV





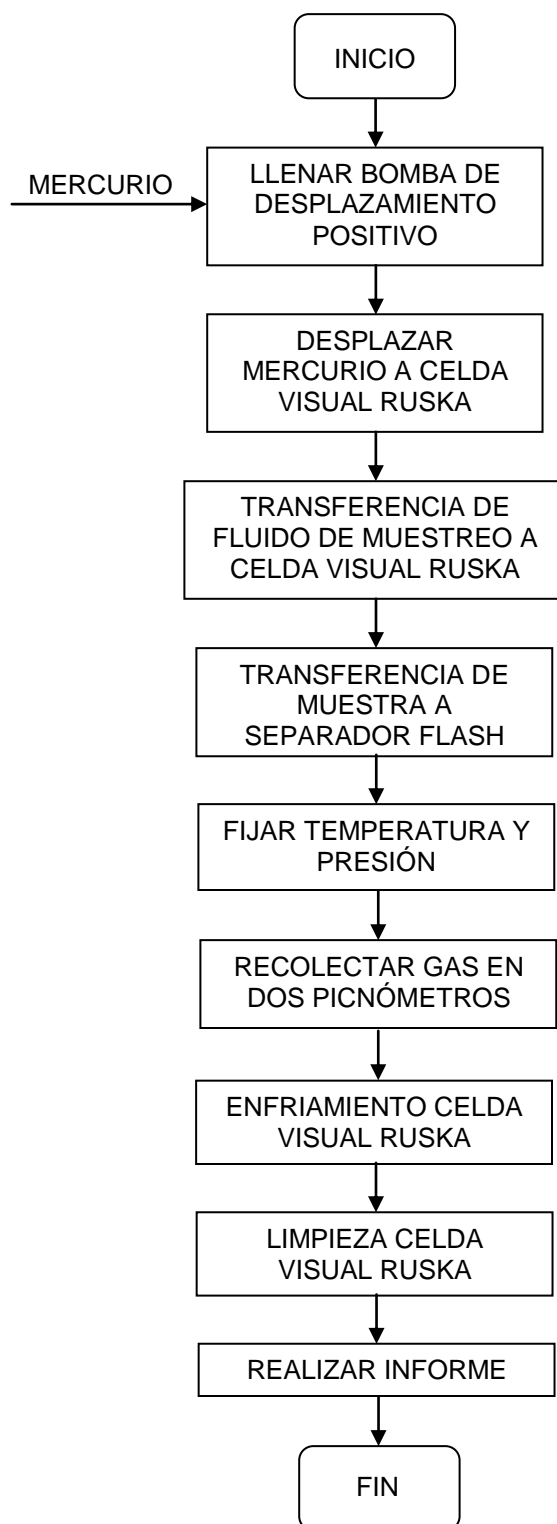
**Figura 3:** Diagrama de proceso para prueba Análisis de Viscosidad





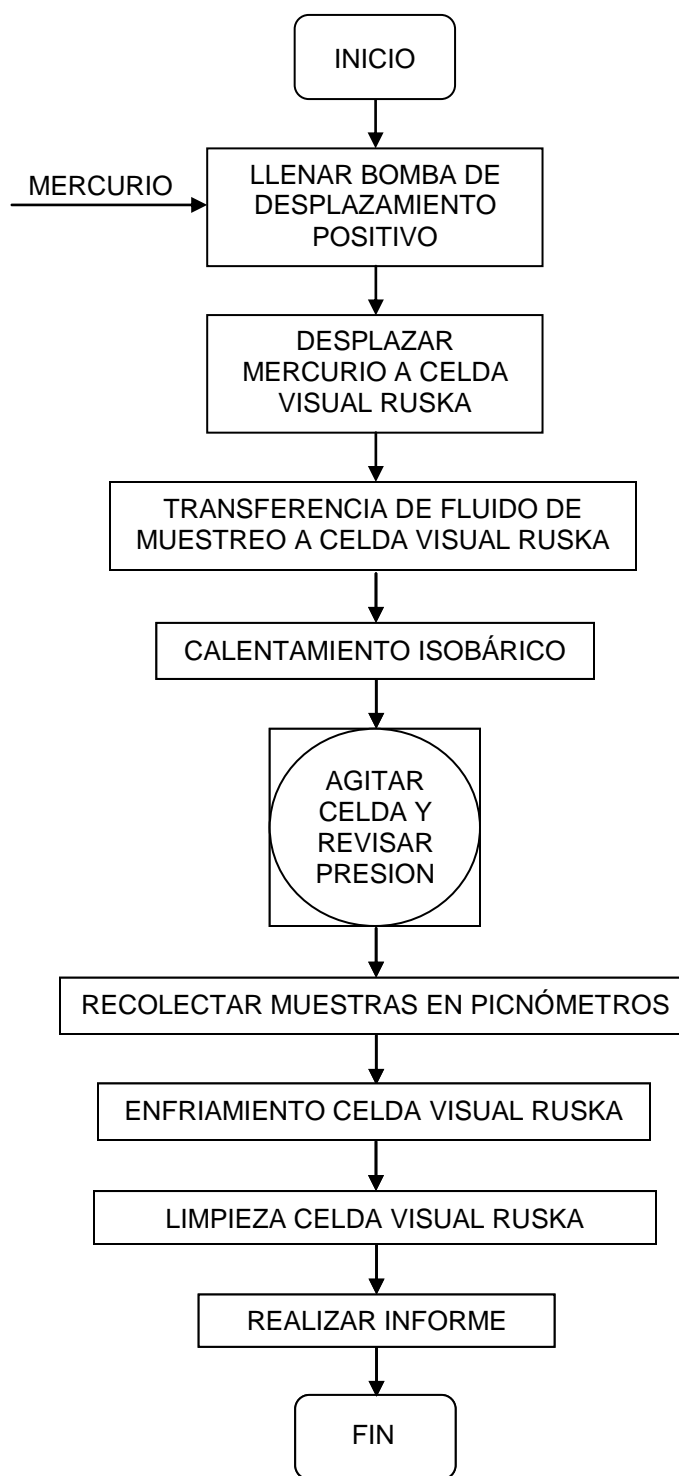


**Figura 4:** Diagrama de proceso para prueba Liberación Instantánea



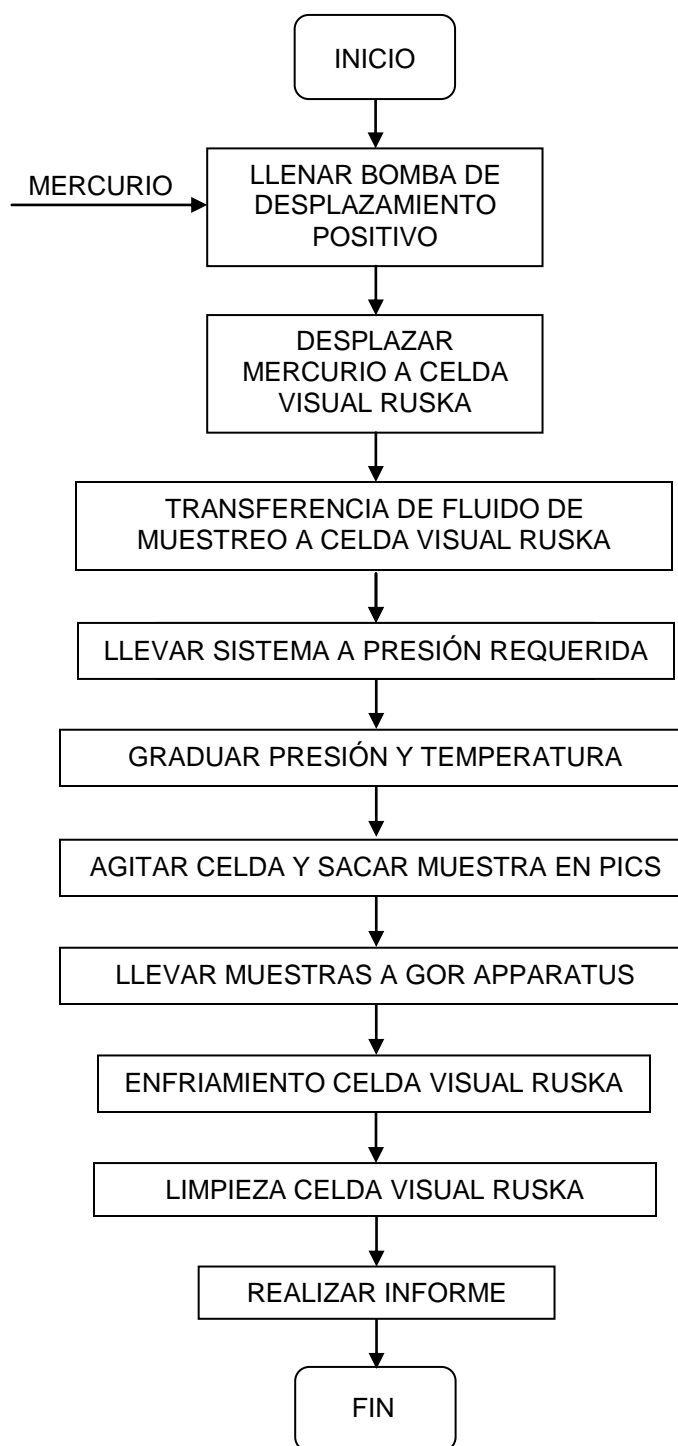


**Figura 5:** Diagrama de proceso para prueba Liberación Diferencial



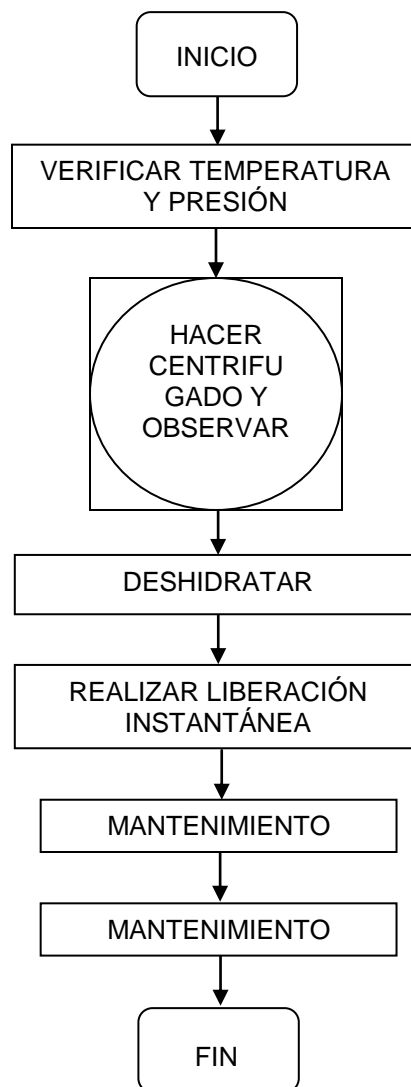


**Figura 6:** Diagrama de proceso para prueba Recombinación de Muestras



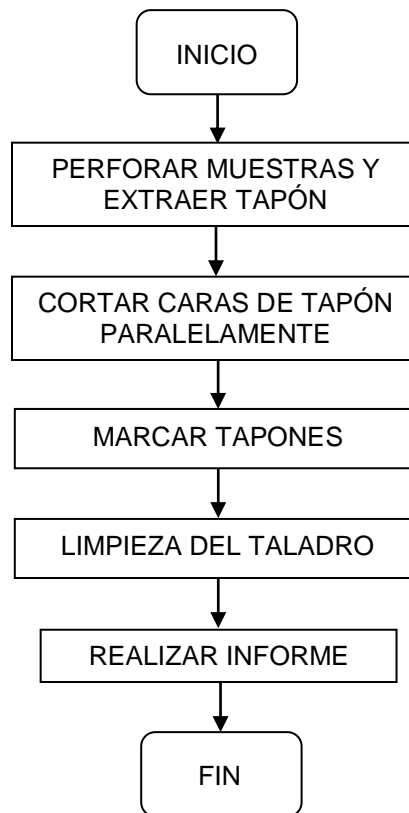


**Figura 7:** Diagrama de proceso para prueba Control de Calidad



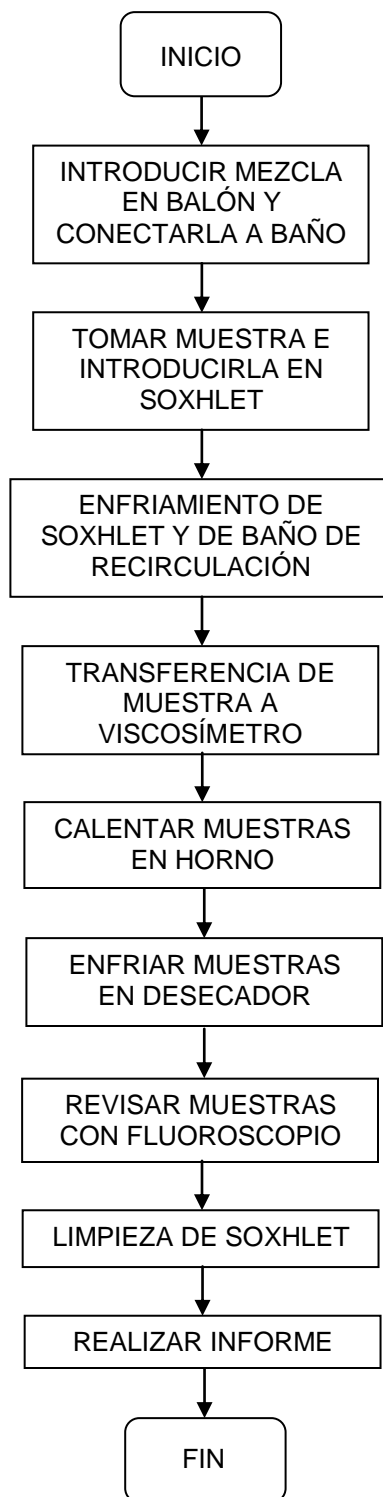


**Figura 8:** Diagrama de proceso para prueba Corte de Núcleos



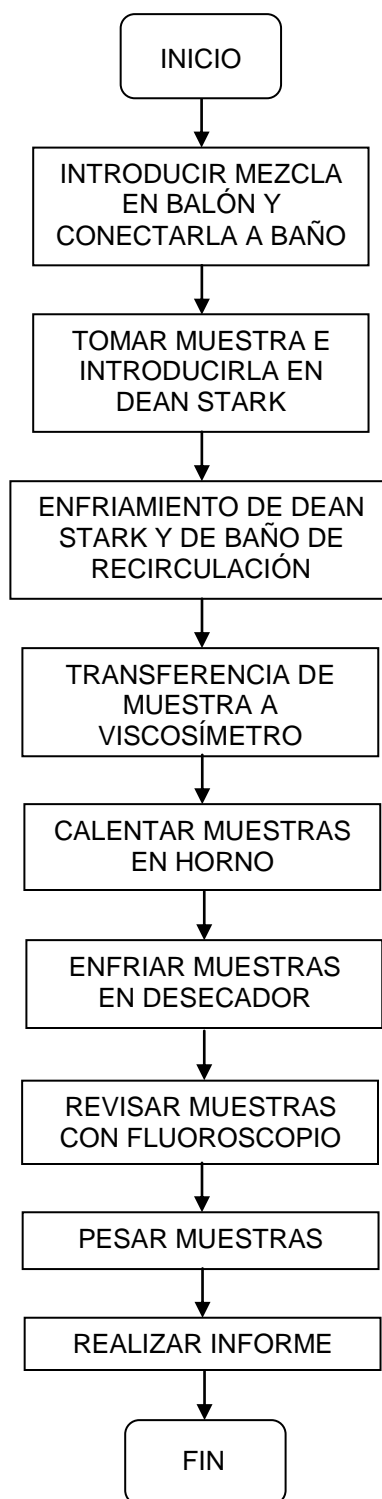


**Figura 9:** Diagrama de proceso para prueba Extracción de Fluidos



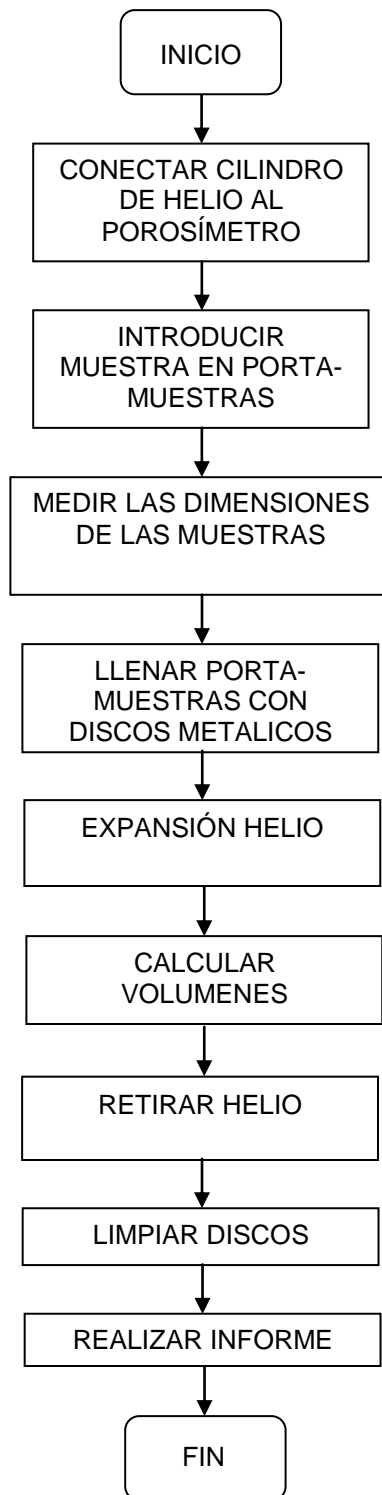


**Figura 10:** Diagrama de proceso para prueba Determinación Saturaciones





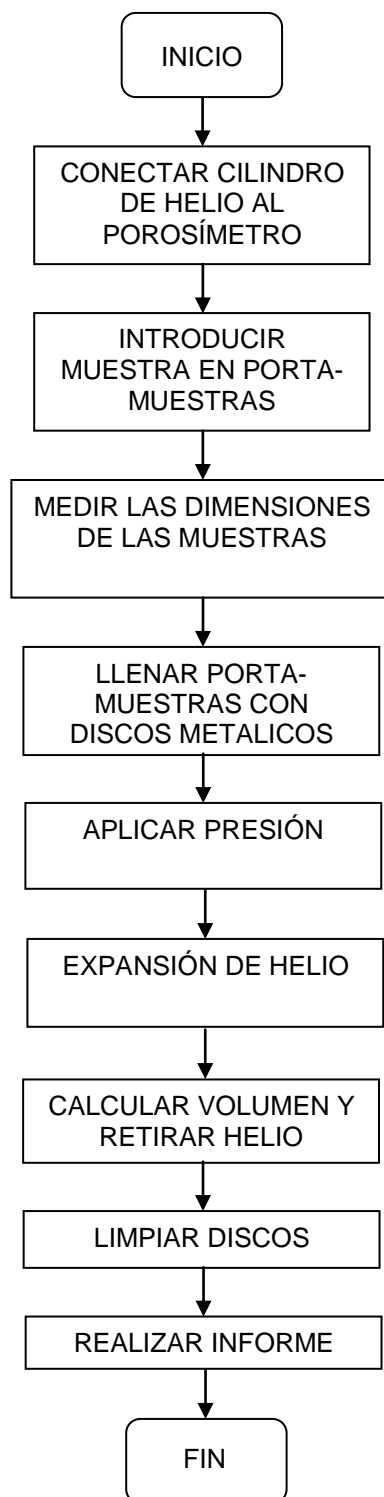
**Figura 11:** Diagrama de proceso para prueba Determinación de Porosidad





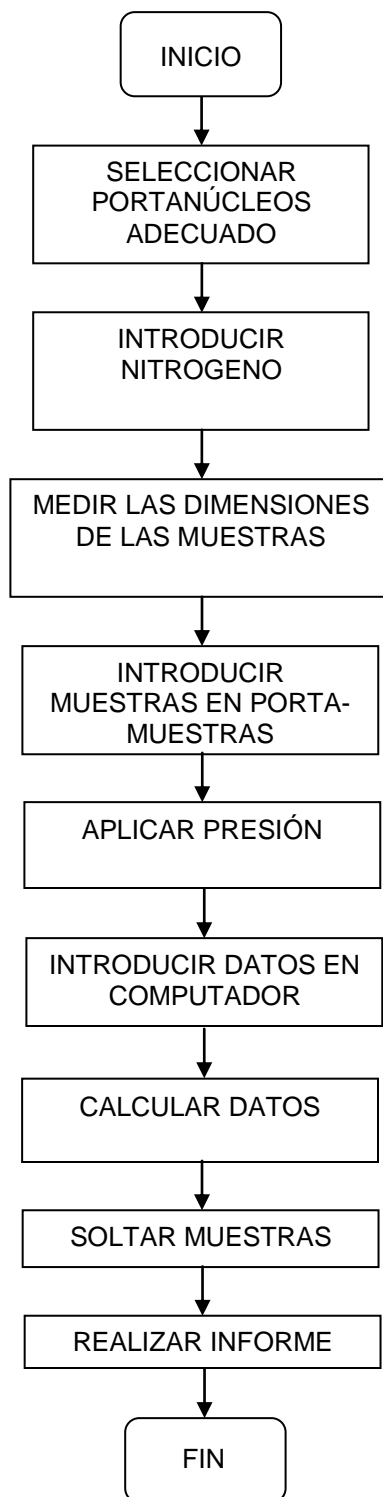


**Figura 12:** Diagrama de proceso para prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento





**Figura 13:** Diagrama de proceso para prueba Permeabilidad





## 7.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Para este estudio se registraron tres tiempos tomados durante la observación de las pruebas de laboratorio de PVT y Petrofísica y se elaboró un formato en donde se encuentran todas las actividades de cada prueba con su determinado inductor de costo, para registrar en cada una de ellas el tiempo promedio que demora en realizar su trabajo los operadores y/o los equipos, como se presenta en las tablas de la 1 a la 12. Este tiempo se tomo en minutos y segundos que posteriormente se cambiaron a horas para poder facilitar el cálculo de costo por hora.

La realización de este estudio se efectuó de manera detallada para que los costos por actividad que se encuentran involucrados en las pruebas sean calculados en forma exacta y así poder obtener como resultado los costos totales de las pruebas, contando con que el tiempo total de algunas de ellas toma días en efectuarse y genera algún tipo de trabajo en un tiempo prolongado a los implicados.

Para las pruebas del laboratorio de análisis petrofísico, se dividió cada toma de tiempo entre el número de muestras analizadas y con base en este resultado se calculó este tiempo promedio por muestra.

La cromatografía, como se explicó anteriormente, se tuvo en cuenta para calcular el tiempo total de las pruebas en donde se encuentra incluida. Ya que este proceso de cromatografía tarda alrededor de 36 horas antes de retornar al laboratorio; este tiempo se tomó desde el momento en que es necesario llevar las muestras hasta su regreso. Cabe aclarar que este proceso se realiza generalmente al final de la proceso, por lo cual durante este periodo de tiempo se puede continuar con las actividades que comprenden la proceso de mantenimiento de las pruebas y los resultados de cromatografía son necesarios únicamente al momento de llevar a cabo el informe.



**Tabla 1:** Tiempo de la prueba RPV

<b>Nombre de la prueba:</b> RPV					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Determinar el punto de formación de las dos fases en un fluido de yacimiento mediante la disminución por procesos de la presión.					
<b>Proceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inductor</b>	<b>Recurso Humano</b>	<b>Equipo</b>	
			<b>Tiempo en Horas</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tiempo en Horas</b>
			<b>T P</b>		<b>T P</b>
Alistamiento celda visual Ruska	Verificar conexiones	Horas-Hombre	0,31		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Llenar bomba de desplazamiento positivo	Tiempo en que se llena la bomba	1,44	Bomba de desplazamiento positivo	1,44
	Desplazar el mercurio a la celda	Tiempo de desplazamientos	11,34	Bomba de desplazamiento positivo	11,34
Transferencia	Conectar cilindro de la muestra a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37
	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido de muestreo	Horas-Hombre	0,73	Bomba de desplazamiento positivo	0,73
Prueba	Calentar isobárico	Horas-Maquina		Celda Visual Ruska	5,13
	Expandir isotérmica	Tiempo en que se realiza expansión	0,30	Bomba de desplazamiento positivo	0,30
	Agitar celda y revisar presiones	Tiempo en que se agita	1,58	Celda Visual Ruska	11,36
Mantenimiento	Enfriar	Horas-Máquina		Celda Visual Ruska	8
	Drenar el hidrocarburo	Horas-Hombre	0,61	Celda Visual Ruska	0,29
				Extractor C*90	0,32
	Drenar el mercurio	Horas-Hombre	0,49	Extractor C*90	0,41



				Compresor GAST	0,48
	Inyectar el Varsol y Nitrógeno	Tiempo de inyecciones	0,51		
	Limpiar de la celda	Horas-Hombre	1,09		
	Hacer vacío	Horas-Maquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>24,96</b>		<b>43,78</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 24,59	T2: 24,76	T3: 25,54	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>48,27</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 2:** Tiempo de la prueba Análisis de Viscosidad

<b>Nombre de la prueba:</b> Análisis de Viscosidad					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Determinar la variación de la viscosidad del fluido a temperatura de yacimiento, desde la presión inicial de yacimiento hasta la presión atmosférica.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento celda visual Ruska	Verificar conexiones	Horas-Hombre	0,31		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Llenar bomba de desplazamiento positivo	Tiempo en que se llena la bomba	1,44	Bomba de desplazamiento positivo	1,44
	Desplazar el mercurio a la celda	Tiempo de desplazamientos	11,34	Bomba de desplazamiento positivo	11,34
Transferencia	Conectar cilindro a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37



	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido de muestreo	Horas-Hombre	0,73	Bomba de desplazamiento positivo	0,73
Prueba	Realizar conexiones	Horas-Hombre	0,24		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,27	Bomba de Vacío	0,27
	Transferir la muestra	Horas-Hombre	0,25	Celda Visual Ruska	0,25
	Regular temperatura	Tiempo de regulaciones	0,89	Baño de recirculación	0,89
	Soltar balín y registrar tiempos	Tiempo en que se suelta el balín	7,32	Viscosímetro	7,32
	Agitar viscosímetro	Horas-Hombre	1,46	Regulador de viscosidad	7,32
Mantenimiento	Enfriar	Horas-Máquina		Celda Visual Ruska	8
	Drenar el hidrocarburo	Horas-Hombre	0,61	Celda Visual Ruska	0,29
	Drenar el mercurio	Horas-Hombre	0,49	Extractor C*90	0,32
				Extractor C*90	0,41
	Inyectar el Varsol y Nitrógeno	Tiempo de inyecciones	0,51	Compresor GAST	0,48
	Limpiar de la celda	Horas-Hombre	1,09		
Hacer vacío	Horas-Maquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47	
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>33,51</b>		<b>35,72</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 33,53	T2: 33,46	T3: 33,51	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>41,91</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 3:** Tiempo de la prueba Liberación Instantánea

<b>Nombre de la prueba:</b> Liberación Instantánea					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Simular el proceso de producción de crudo desde las condiciones del yacimiento hasta las condiciones del separador en superficie con el fin de determinar las condiciones óptimas de contra-presión en superficie para obtener un mayor rendimiento de hidrocarburos líquidos.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento celda visual Ruska	Verificar conexiones	Horas-Hombre	0,31		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Llenar bomba de desplazamiento positivo	Tiempo en que se llena la bomba	1,44	Bomba de desplazamiento positivo	1,44
	Desplazar el mercurio a la celda	Tiempo de desplazamientos	11,34	Bomba de desplazamiento positivo	11,34
Transferencia	Conectar cilindro a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37
	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido de muestreo	Horas-Hombre	0,73	Bomba de desplazamiento positivo	0,73
Prueba	Realizar conexiones	Horas-Hombre	0,24		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,27	Bomba de Vacío	0,27
	Transferir la muestra	Horas-Hombre	0,25	Celda Visual Ruska	0,25
	Regular temperatura	Tiempo de regulaciones	0,89	Baño de recirculación	0,89
	Hacer vacío a picnómetros	Horas-Máquina	0,17	Bomba de Vacío	0,17
	Pesar picnómetros y probeta	Tiempo en que se pesan	0,2	Balanza digital	0,2



	Conectar picnómetro y probeta	Horas-Hombre	0,15		
	Inyectar la muestra	Tiempo en que se inyecta	1,57		
	Fijar temperatura y presión	Horas-Máquina	0,99	Baño de recirculación	0,99
				Separador Flash	0,99
	Recolectar gas de 1°, 2° proceso y líquido	Tiempo en que se recolecta	2,09	Separador Flash	2,09
Mantenimiento	Enfriar	Horas-Máquina		Celda Visual Ruska	8
	Drenar el hidrocarburo	Horas-Hombre	0,61	Celda Visual Ruska	0,29
				Extractor C*90	0,32
	Drenar el mercurio	Horas-Hombre	0,49	Extractor C*90	0,41
				Compresor GAST	0,48
		Inyectar el Varsol y Nitrógeno	Tiempo de inyecciones	0,51	
	Limpiar de la celda	Horas-Hombre	1,09		
	Hacer vacío	Horas-Maquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>29,90</b>		<b>32,84</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 29,92	T2: 29,87	T3: 29,91	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>62,73</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 4:** Tiempo de la prueba Liberación Diferencial

<b>Nombre de la prueba:</b> Liberación Diferencial					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Simular el agotamiento del yacimiento por efectos de la producción desde la presión del punto de burbuja hasta la presión atmosférica.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P





Alistamiento celda visual Ruska	Verificar conexiones	Horas-Hombre	0,31		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Llenar bomba de desplazamiento positivo	Tiempo en que se llena la bomba	1,44	Bomba de desplazamiento positivo	1,44
	Desplazar el mercurio a la celda	Tiempo de desplazamientos	11,34	Bomba de desplazamiento positivo	11,34
Transferencia	Conectar cilindro a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37
	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido de muestreo	Horas-Hombre	0,73	Bomba de desplazamiento positivo	0,73
Prueba	Calentamiento isobárico	Horas-Maquina		Celda Visual Ruska	5,13
	Expansión isotérmica	Tiempo en que se realiza expansión	0,30	Bomba de desplazamiento positivo	0,30
	Agitar celda y revisar presiones	Tiempo en que se agita	1,58	Celda Visual Ruska	11,36
	Hacer vacío a picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,51	Bomba de Vacío	0,51
	Pesar picnómetros	Tiempo de picnómetros que se pesan	0,25	Balanza Digital	0,25
	Recolectar muestras en picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	1,11		
Mantenimiento	Enfriar	Horas-Máquina		Celda Visual Ruska	8
	Drenar del hidrocarburo	Horas-Hombre	0,61	Celda Visual Ruska	0,29
				Extractor C*90	0,32
	Drenar del mercurio	Horas-Hombre	0,49	Extractor C*90	0,41
				Compresor GAST	0,48
	Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Tiempo de inyecciones	0,51		
	Limpieza de la celda	Horas-Hombre	1,09		
Hacer vacío	Horas-Maquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47	
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96



	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>26,83</b>		<b>44,54</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 26,82	T2: 26,80	T3: 26,86	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>74,57</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 5:** Tiempo de la prueba Recombinación de muestras

<b>Nombre de la prueba:</b> Recombinación de muestras					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Obtener muestra monofásica representativa del fluido de yacimiento.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento celda visual Ruska	Verificar conexiones	Horas-Hombre	0,31		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Llenar bomba de desplazamiento positivo	Tiempo en que se llena la bomba	1,44	Bomba de desplazamiento positivo	1,44
	Desplazar el mercurio a la celda	Tiempo de desplazamientos	11,34	Bomba de desplazamiento positivo	11,34
Transferencia	Conectar cilindro a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37
	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido de muestreo	Horas-Hombre	0,73	Bomba de desplazamiento positivo	0,73
Prueba	Hacer vacío a picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,42	Bomba de Vacío	0,42



	Pesar picnómetros	Tiempo en que se pesan	0,34	Balanza Digital	0,34
	Conectar picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,24		
	Hacer densidad al aceite	Horas-Hombre	0,49		
	Conectar cilindro a la celda y a la bomba	Horas-Hombre	0,49		
	Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Horas-Maquina	0,37	Bomba de Vacío	0,37
	Llevar el sistema a la presión requerida	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Transferir el fluido y del gas	Horas-Hombre	0,80	Bomba de desplazamiento positivo	0,80
	Graduar Presión y Temperatura	Horas-Hombre	0,98		
	Agitar la celda	Horas-Máquina	3,76	Celda Visual Ruska	41
	Sacar Muestra	Horas-Hombre	0,50		
	Entra en Gor Apparatus	Horas-Máquina	0,51	Gor Apparatus	0,51
Mantenimiento	Enfriar	Horas-Máquina		Celda Visual Ruska	8
	Drenar del hidrocarburo	Horas-Hombre	0,61	Celda Visual Ruska	0,29
	Drenar del mercurio	Horas-Hombre	0,49	Extractor C*90	0,32
				Extractor C*90	0,41
				Compresor GAST	0,48
	Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Tiempo de inyecciones	0,51		
Limpiar la celda	Horas-Hombre	1,09			
	Hacer vacío	Horas-Maquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>32,16</b>		<b>70,61</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 32,19	T2: 32,12	T3: 32,17	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>102,23</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 6:** Tiempo de la prueba Control de Calidad

<b>Nombre de la prueba:</b> Control de Calidad					
<b>Laboratorio:</b> PVT					
<b>Objetivo:</b> Verificar que las muestras ingresen al laboratorio de análisis P.V.T. en las condiciones en que se realizó el muestreo.					
<b>Proceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Inductor</b>	<b>Recurso Humano</b>	<b>Equipo</b>	
			<b>Tiempo en Horas</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tiempo en Horas</b>
			<b>T P</b>		<b>T P</b>
Control preliminar	Conectar manómetro y termómetro en salida del cilindro	Horas-Hombre	0,24		
	Verificar temperatura y presión	Tiempo de verificaciones	0,22	Termómetro digital	0,13
				Manómetro	0,09
	Llenar formato UIS	Horas-Hombre	0,16		
	Conectar cilindro con bomba	Horas-Hombre	0,22		
BSW	Combinar la muestra	Horas-Hombre	0,08		
	Hacer Centrifugado	Horas-Maquina		Centrifuga	0,24
	Observar comportamiento	Numero de observaciones	0,07		
	Deshidratar	Horas-Hombre	11		
Control Final	Hacer Vacío entre conexiones	Horas-Máquina	0,29	Bomba de Vacío	0,29
	Conectar cilindro a bomba de desplazamiento positivo	Horas-Hombre	0,28		
	Llenar reservorio	Tiempo en que se llena el reservorio	0,57		
	Aumentar la Presión	Horas-Hombre	0,18	Bomba de desplazamiento positivo	0,18
	Hacer vacío a picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,08	Bomba de Vacío	0,08
	Pesar picnómetros	Tiempo en que se pesan	0,09	Balanza digital	0,09
	Conectar picnómetros	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,14		
	Realizar separación instantánea	Horas-Máquina		Gor Apparatus	0,53



	Realizar cálculos	Horas-Hombre	0,20	Computador	0,20
Mantenimiento	Vaciar, limpiar y secar con agua destilada	Horas-Hombre	0,21		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,47	Bomba de Vacío	0,47
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	2,96	Computador	2,96
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	1,52		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>18,98</b>		<b>5,26</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 18,96	T2: 19,01	T3: 18,98	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>41,10</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 7:** Tiempo de la prueba Corte de Núcleos

<b>Nombre de la prueba:</b> Corte de Núcleos					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Tomar una muestra representativa de la roca de Yacimiento a una determinada profundidad.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Prueba	Seleccionar muestra para cortar	Tiempo de muestras seleccionadas	0,02		
	Perforar la muestra para la extracción del tapón	Horas-Maquina	0,08	Taladro vertical	0,08
	Cortar las caras paralelamente	Horas-Maquina	0,10	Perfilador	0,10
	Marcar los tapones	Tiempo de tapones para marcar	0,08		
	Limpiar el taladro	Horas-Hombre	0,05		
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0,17	Computador	0,17
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0,03		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>0,53</b>		<b>0,35</b>



<b>Subtotal de Tiempos</b>	T1: 0,53	T2: 0,51	T3: 0,54	
<b>Total Tiempo Prueba</b>				<b>0,53</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 8:** Tiempo de la prueba Extracción de fluidos

<b>Nombre de la prueba:</b> Extracción de fluidos o limpieza					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Limpiar la muestra de roca de los fluidos de Yacimiento.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Preparación de SOXHLET	Introducir mezcla en el balón	Horas-Hombre	0,14		
	Tomar la muestra e introducirla en el Soxhlet	Horas-Hombre	0,05		
Calentamiento	Calentar el Soxhlet	Horas-Maquina	4	Calentador Eléctrico	72
Desmonte de la muestra	Enfriar	Tiempo de enfriamiento		Baño de Recirculación	4
				Soxhlet	4
	Introducir y calentar muestras en el horno	Tiempo de muestras	0,33	Horno convencional	4
	Enfriar muestras en el desecador	Horas-Maquina	0,03	Desecador de vidrio	0,97
	Revisar muestras a través de fluoroscopio	Horas-Máquina	0,05	Fluoroscopio	0,05
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0,17	Computador	0,17
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0,08		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>4,85</b>		<b>85,19</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 4,89	T2: 4,84	T3: 4,81	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>85,46</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 9:** Tiempo de la prueba Determinación de Saturaciones

<b>Nombre de la prueba:</b> Determinación de Saturaciones					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Determinar la saturación de agua y aceite de una muestra de roca por el método de “Destilación - Extracción”.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Preparación de DEAN STARK	Introducir mezcla en el balón	Horas-Hombre	0,16		
	Pesar muestra	Horas-Máquina	0,09	Balanza Digital	0,32
	Introducir muestra en Dean Stark	Horas-Hombre	0,21		
Calentamiento	Calentar el Dean Stark	Horas-Máquina	2	Calentador Eléctrico	36
Desmonte de la muestra	Enfriar	Tiempo de enfriamiento		Baño de Recirculación	4
				Dean Stark	4
	Introducir muestras en el horno	Tiempo de muestras	0,12		
	Enfriar muestras en el desecador	Horas-Maquina		Desecador	2
	Revisar muestras a través de fluoroscopio	Horas-Máquina	0,19	Fluoroscopio	0,19
	Pesar muestra	Tiempo de muestras que se pesan	0,08	Balanza Digital	0,32
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0.13	Computador	0,13
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0.25		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>2,85</b>		<b>46,96</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 2,86	T2: 2,84	T3: 2,85	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>43,7</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 10:** Tiempo de la prueba Determinación de Porosidad

<b>Nombre de la prueba:</b> Determinación de Porosidad					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Determinar la porosidad de una muestra de núcleo de un yacimiento, empleando el Porosímetro de Boyle.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento de Porosímetro	Seleccionar porta-muestra del diámetro correcto	Horas-Hombre	0,07		
	Conectar cilindro de helio al porosímetro	Horas-Hombre	0,09		
	Introducir muestra en porta-muestra	Horas-Hombre	0,05		
Medición de Porosidad	Medir longitud y diámetro de muestra	Tiempo en que se mide	0,05	Calibrador	0,05
	Llenar porta-muestra con discos metálicos	Tiempo en que se llena	0,05		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,08	Bomba de vacío	0,08
				Porosímetro	0,08
	Expandir el helio	Horas-Máquina	0,13	Porosímetro	0,13
Tomar nota del valor y calcular volúmenes		Horas-Hombre	0,15	Computador	0,15
				Porosímetro	0,15
Mantenimiento	Apagar equipo	Horas-Hombre	0,05		
	Retirar helio	Horas-Hombre	0,05		
	Limpiar y guardar discos	Tiempo de discos que se limpian y guardan	0,12		
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0,13	Computador	0,13
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0,25		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>1,27</b>		<b>0,77</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 1,25	T2: 1,29	T3: 1,26	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>1,27</b>

Fuente: Autores del proyecto





**Tabla 11:** Tiempo de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento

<b>Nombre de la prueba:</b> Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Determinar la Porosidad a presión de sobre carga.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento de Porosímetro	Seleccionar porta-muestra del diámetro de la correcto	Horas-Hombre	0,07		
	Conectar cilindro de helio al porosímetro	Horas-Hombre	0,09		
	Introducir muestra en porta-muestra	Horas-Hombre	0,05		
Medición de Porosidad	Medir longitud y diámetro de muestra	Tiempo en que se mide	0,05	Calibrador	0,05
	Llenar porta-muestra con discos metálicos	Tiempo en que se llena	0,05		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,08	Bomba de vacío	0,08
				Porosímetro	0,08
	Expandir el helio	Horas-Máquina	0,13	Porosímetro	0,13
	Tomar nota del valor y calcular volúmenes	Horas-Hombre	0,15	Computador	0,15
				Porosímetro	0,15
Montaje de muestra en Portanúcleos	Soltar cabezotes y reemplazar por nuevos	Tiempo en que se llena	0,08	Porosímetro	0,08
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,24	Porosímetro	0,24
	Introducir muestra en porta-muestra	Horas-Hombre	0,08		
				Porosímetro	0,08
	Aplicar presión	Horas-Hombre	0,17	Porosímetro	0,17
	Expandir el helio	Horas-Maquina	0,13	Porosímetro	0,13
	Tomar nota	Horas-Hombre	0,03	Porosímetro	0,03
Desmontar la muestra			0,25	Porosímetro	0,25
Mantenimiento	Apagar equipo	Horas-Hombre	0,05		
	Retirar helio	Horas-Hombre	0,05		



	Limpiar y guardar discos	Tiempo de discos que se limpian y guardan	0,12		
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0,13	Computador	0,13
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0,25		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>2,25</b>		<b>1,75</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 2,26	T2: 2,24	T3: 2,27	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>2,25</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 12:** Tiempo de la prueba Determinación de Permeabilidad

<b>Nombre de la prueba:</b> Determinación de Permeabilidad					
<b>Laboratorio:</b> Petrofísico					
<b>Objetivo:</b> Determinar la permeabilidad de una muestra de núcleo de un yacimiento, empleando el Permeámetro Core Pet.					
Proceso	Actividad	Inductor	Recurso Humano	Equipo	
			Tiempo en Horas	Nombre	Tiempo en Horas
			T P		T P
Alistamiento del Permeámetro	Seleccionar el portanúcleos	Horas-Hombre	0,07		
	Buscar cabezotes	Horas-Hombre	0,04		
	Introducir muestras en recipiente	Horas-Hombre	0,05		
	Abrir llave de Nitrógeno	Horas-Hombre	0,02		
Punto de presión	Medir longitud y diámetro de muestra	Tiempo en que se mide	0,05	Calibrador	0,05
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,08	Bomba de Vacío	0,08
	Introducir muestra en porta-muestra	Horas-Hombre	0,08		
	Aplicar presión	Tiempo de presiones que se van a analizar	0,17		
	Introducir datos en computador	Horas-Hombre	0,16	Permeámetro	0,16
				Computador	0,16
Medir en el computador	Horas-Máquina	0,16	Permeámetro	0,16	
			Computador	0,16	



Desmonte de la muestra	Apagar equipo	Horas-Hombre	0,05		
	Sacar muestras	Horas-Hombre	0,02		
	Hacer vacío	Horas-Máquina	0,09	Bomba de Vacío	0,09
	Soltar cabezotes	Horas-Hombre	0,03		
Informe	Realizar informe	Horas-Hombre	0,13	Computador	0,13
	Revisar por el especialista	Tiempo de revisiones	0,25		
<b>Subtotal Tiempo</b>			<b>1,40</b>		<b>0,78</b>
<b>Subtotal de Tiempos</b>		T1: 1,40	T2: 1,38	T3: 1,41	
<b>Total Tiempo Prueba</b>					<b>1,40</b>

Fuente: Autores del proyecto



### **7.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE COSTOS**

Actualmente, estos laboratorios no cuentan con un sistema contable para calcular con exactitud el servicio que presta, por lo tanto se propone diseñar un sistema de costos ABC para asignar los costos indirectos.

En la determinación de los costos de materiales y mano de obra directa se utilizó el costo por órdenes de trabajo, ya que el proceso de prestación de servicio inicia con la solicitud de análisis de un cliente y finaliza con un informe técnico.

Existen otros costos que le competen directamente a determinadas pruebas de laboratorio, en los que se encuentra esencialmente el procedimiento de cromatografía, el cual le implica un costo de \$360.000\* por cada muestra que se manda a analizar, agregando cuantía al costo total de las pruebas concernientes.

Adicionalmente existe un valor agregado para el tipo de pruebas que se realizan, el cual es tecnológico, en donde se concentran conocimientos de investigación en los laboratorios, en relación con los equipos utilizados y la calidad con que se manejan los procesos para la realización de las pruebas. Este costo tecnológico consiste en un porcentaje asignado al costo total, por lo cual difiere para cada prueba, dependiendo de las características nombradas anteriormente. (Ver Ítem 3.8.6)

#### **7.3.1 Costo de Insumos**

Se estableció que los insumos que intervienen en el desarrollo de las pruebas del laboratorio son en su mayoría reactivos utilizados para el análisis de las muestras. Debido a que el laboratorio en la actualidad no maneja inventarios de materiales, este costo se determinó basándose en la periodicidad de las compras, mediante la observación de los registros en los requerimientos de materiales elaboradas por los analistas y técnicos. Estos materiales se distribuirán en las pruebas de acuerdo con el volumen necesario para cada uno de los procesos de análisis.

Para la asignación del costo de los insumos a cada prueba, se tuvo en cuenta la descripción y cantidad de material consumido en cada una de las actividades durante el proceso de las pruebas. A su vez, se tomó el precio unitario de estos insumos para obtener el costo total de material por prueba, como se muestra en las tablas de la 13 a la 24.

15

---

\* Información suministrada por el equipo técnico del laboratorio de P.V.T. el día 02 de Mayo de 2009



**Tabla 13:** Insumos de la prueba RPV

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Verificar conexiones					
Llenar reservorio	Mercurio	cm cúbicos	3	0,2	0,6
Llenar bomba de desplazamiento positivo					
Desplazar el mercurio a la celda					
Conectar cilindro de la muestra a la celda y a la bomba	Teflón	Centímetros	30	1,5	45
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					
Transferir el fluido de muestreo					
Hacer calentamiento isobárico					
Hacer expansión isotérmica					
Agitar celda y revisar presiones					
Enfriar					
Drenar el hidrocarburo					
Drenar el mercurio					
Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Varsol	cm cúbicos	400	2,67	1.068
	Nitrógeno	cm cúbicos	100	0,10	10
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	628
Limpiar de la celda	Varsol	cm cúbicos	1200	2,67	3.204
	Nitrógeno	cm cúbicos	400	0,10	40
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	628
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	12	10	120
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>5.743,6</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 14:** Insumos de la prueba Análisis de Viscosidad

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Verificar conexiones					
Llenar reservorio	Mercurio	cm cúbicos	3	0,2	0,6
Llenar bomba de					



desplazamiento positivo					
Desplazar el mercurio a la celda					
Conectar cilindro de la muestra a la celda y a la bomba	Teflón	Centímetros	30	1,5	45
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					
Transferir el fluido de muestreo					
Realizar conexiones	Teflón	Centímetros	30	1,5	45
Hacer vacío	Aceite hidráulico				
Transferir la muestra					
Regular temperatura	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Soltar balín y registrar tiempos	Papel	Hojas	1	10	10
Agitar viscosímetro					
Enfriar					
Drenar el hidrocarburo					
Drenaje el mercurio					
Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Varsol	cm cúbicos	400	2,67	1.066,7
	Nitrógeno	cm cúbicos	100	0,1	10
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Limpiar de la celda	Varsol	cm cúbicos	1200	2,67	3.200
	Nitrógeno	cm cúbicos	400	0,10	40
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	12	10	120
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>5.789,7</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 15:** Insumos de la prueba Liberación Instantánea

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Verificar conexiones					
Llenar reservorio	Mercurio	cm cúbicos	3	0,2	0,6
Llenar bomba de desplazamiento positivo					
Desplazar el mercurio a la celda					
Conectar cilindro de la muestra a la celda y a la	Teflón	Centímetros	30	1,5	45



bomba					
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					
Transferir del fluido de muestreo					
Realizar conexiones					
Hacer vacío					
Transferir de muestra					
Regular temperatura	Aceite Hidráulico	-	-	-	-
Hacer vacío a picnómetros	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Pesar picnómetros y probeta					
Conectar picnómetro y probeta					
Inyectar la muestra					
Fijar temperatura y presión					
Recolectar gas de 1°, 2° proceso y líquido					
Enfriar					
Drenar el hidrocarburo					
Drenar el mercurio					
Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Varsol y	cm cúbicos	400	2,67	1.066,7
	Nitrógeno	cm cúbicos	100	0,1	10
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Limpiar la celda	Varsol y	cm cúbicos	1200	2,67	3.200
	Nitrógeno	cm cúbicos	400	0,10	40
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	12	10	120
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>5.734,7</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 16:** Insumos de la prueba Liberación Diferencial

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Verificar conexiones					
Llenar reservorio	Mercurio	cm cúbicos	3	0,2	0,6
Llenar bomba de desplazamiento positivo					
Desplazar el mercurio a la celda					
Conectar cilindro de la	Teflón	Centímetros	30	1,5	45



muestra a la celda y a la bomba					
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					
Transferir el fluido de muestreo					
Calentar isobárico					
Expansión isotérmica					
Agitar celda y revisar presiones					
Hacer vacío a picnómetros	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Pesar picnómetros					
Recolectar muestras en picnómetros					
Enfriar					
Drenar el hidrocarburo					
Drenar el mercurio					
Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Varsol y	cm cúbicos	400	2,67	1.066,7
	Nitrógeno	cm cúbicos	100	0,1	10
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Limpiar la celda	Varsol y	cm cúbicos	1200	2,67	3.200
	Nitrógeno	cm cúbicos	400	0,10	40
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	12	10	120
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>5.734,7</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 17:** Insumos de la prueba Recombinación de muestras

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Verificar conexiones					
Llenar reservorio	Mercurio	cm cúbicos	3	0,2	0,6
Llenar bomba de desplazamiento positivo					
Desplazar el mercurio a la celda					
Conectar cilindro de la muestra a la celda y a la bomba	Teflón	Centímetros	30	1,5	45
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					





Transferir el fluido de muestreo					
Hacer vacío a picnómetros	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Pesar picnómetros					
Conectar picnómetros					
Hacer densidad al aceite					
Conectar cilindro a la celda y a la bomba					
Hacer vacío a líneas intercomunicadas	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Llevar el sistema a la presión requerida					
Transferir el fluido y del gas					
Graduar Presión y Temperatura					
Agitar la celda					
Sacar Muestra					
Entra en Gor Apparatus					
Enfriar					
Drenar el hidrocarburo					
Drenar el mercurio					
Inyectar de Varsol y Nitrógeno	Varsol y	cm cúbicos	400	2,67	1.066,7
	Nitrógeno	cm cúbicos	100	0,1	10
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Limpiar la celda	Varsol y	cm cúbicos	1200	2,67	3.200
	Nitrógeno	cm cúbicos	400	0,10	40
	N hexano	cm cúbicos	400	1,57	626,2
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	12	10	120
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>5.734,7</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 18:** Insumos de la prueba Control de Calidad

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Conectar manómetro y termómetro en salida del cilindro					
Verificar temperatura y presión					
Llenar formato UIS					
Colocar en posición vertical					
Conectar cilindro con bomba					



Combinar la muestra					
Hacer Centrifugado					
Observar comportamiento					
Deshidratar					
Hacer Vacío entre conexiones	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Conectar cilindro a bomba de desplazamiento positivo					
Llenar reservorio					
Aumentar la Presión					
Hacer vacío a picnómetros	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Pesar picnómetros					
Conectar picnómetros					
Realizar separación instantánea					
Realizar cálculos					
Vaciar, limpiar y secar con agua destilada					
Hacer vacío	Aceite hidráulico	-	-	-	-
Realizar informe	Papel	Hojas	6	10	60
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>60</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 19:** Insumos de la prueba Corte de Núcleos

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Seleccionar muestra para cortar					
Perforar la muestra para la extracción del tapón	Salmuera o aceite pozo o diesel	cm cúbicos	100	0.1	10
Cortar las caras paralelamente	Salmuera o aceite pozo o diesel	cm cúbicos	100	0.1	10
Marcar los tapones	Tinta china	Mililitros	1	-	-
Limpia el taladro					
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>50</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009



**Tabla 20:** Insumos de la prueba Extracción de Fluidos ó Limpieza

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Introducir mezcla en el balón	Tolueno	cm cúbicos	300	2,04	612
	Metanol	cm cúbicos	50	0,2	10
Tomar la muestra e introducir en el Soxhlet					
Calentar el Soxhlet					
Enfriar					
Introducir muestras en el horno					
Enfriar muestras en el desecador	Alúmina	Gramos	10	0,2	2
Revisar muestras a través de fluoroscopio	Tolueno	cm cúbicos	0,15	2,04	0.31
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>654.31</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 21:** Insumos de la prueba Determinación de Saturaciones

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Introducir mezcla en el balón	Tolueno	cm cúbicos	300	2,04	612
Pesar muestra					
Introducir muestra en Dean Stark					
Calentar el Dean Stark					
Enfriamiento					
Introducir muestras en el horno					
Enfriar muestras en el desecador	Alúmina	Gramo	10	0,2	2
Revisar muestras a través de fluoroscopio	Tolueno	cm cúbicos	0,15	2,04	0,31
Pesar muestra					
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>644,31</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009



**Tabla 22:** Insumos de la prueba Determinación de Porosidad

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Seleccionar porta-muestra del diámetro de la correcto					
Conectar cilindro de helio al porosímetro	Helio	cm cúbicos	800	0,67	536
Introducir muestra en porta-muestra					
Medir longitud y diámetro de muestra					
Llenar porta-muestra con discos metálicos					
Hacer vacío	Aceite Hidráulico	-	-	-	-
Expansión del helio					
Tomar nota del valor y calcular volúmenes					
Apagar equipo					
Retirar helio					
Limpiar y guardar discos					
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>566</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 23:** Insumos de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Seleccionar porta-muestra del diámetro de la correcto					
Conectar cilindro de helio al porosímetro	Helio	cm cúbicos	800	0,67	536
Introducir muestra en porta-muestra					
Medir longitud y diámetro de muestra					
Llenar porta-muestra con discos metálicos					
Hacer vacío					
Expansión del helio					
Tomar nota del valor y calcular volúmenes					
Selección del porta núcleos adecuado					
Introducir muestra en porta-muestra					



Soltar cabezotes y reemplazar por nuevos					
Hacer conexiones					
Hacer vacío					
Montar muestra					
Aplicar presión	Aceite mineral	cm cúbicos	10	1,84	18,54
Expansión de helio					
Tomar nota					
Apagar equipo					
Retirar helio					
Limpia y guardar discos					
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>584.54</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009

**Tabla 24:** Insumos de la prueba Determinación de Permeabilidad

ACTIVIDAD	INSUMO	Unidad	Cantidad	Costo por Unidad*	Costo por Actividad
Selección del portanúcleos	Nitrógeno	cm cúbicos	800	0,1	80
Buscar cabezotes					
Introducir muestras en recipiente					
Abrir llave de Nitrógeno					
Encender equipo					
Medir longitud y diámetro de muestra					
Hacer vacío					
Introducir muestras					
Aplicar presión					
Introducir datos en computador					
Medición del computador					
Sacar muestras					
Hacer vacío					
Soltar cabezotes					
Realizar informe	Papel	Hojas	3	10	30
Revisar por el especialista					
<b>Costo total Insumo de la Prueba</b>					<b>110</b>

Fuente: Autores del proyecto

\*Información suministrada por contacto vía telefónica, por el asesor de ventas la empresa AGA S.A. el día 27 de Mayo de 2009



### 7.3.2 Costo de Mano de Obra

La determinación de la mano de obra directa se hizo con base en el tiempo que dura la prueba en horas hombre. Tanto el ingeniero especialista como el técnico de laboratorio cumplen funciones repetitivas en los procesos, por consiguiente el costo de su mano de obra se asignará únicamente a dichas actividades.

#### 7.3.2.1 Costo Hora-Hombre

Se establece el costo salarial de cada empleado se tomaron los días laborables en el mes trabajados en el laboratorio, estos equivalen a 26 días hábiles, 8 horas diarias y discriminando las prestaciones sociales y aportes parafiscales de su salario base se calculó el costo por hora para los empleados, presentados en la tabla 25.

**Tabla 25:** Liquidación de Hora-Hombre trabajada

<b>CARGO</b>	<b>Ingeniero Especialista</b>	<b>Técnico</b>
Salario	2.500.000	1.100.000
Base liquidación de prestación social	2.500.000	1.100.000
Cesantías	208.250	91.630
Prima	208.250	91.630
Intereses	25.000	11.000
Vacaciones	104.250	45.870
EPS	215.200	93.500
Pensión	300.000	132.000
ARP	61.000*	26.840*
Aportes Parafiscales	225.000	99.000
Auxilio de Transporte	0	0
Dotación	100.000	100.000
<b>Costo Total/mes</b>	<b>3.946.950</b>	<b>1.791.470</b>
<b>Costo Hora-Hombre</b>	<b>18.975,72</b>	<b>8.612,83</b>

Fuente: Autores del proyecto

\* Tipo de Riesgo 3 = 2,44%

#### 7.3.2.2 Costo Mano de Obra por Prueba

Para las pruebas que se realizan actualmente el personal involucrado comprende un Ingeniero Especialista y un Técnico, a quienes se estableció anteriormente el costo de hora-hombre tomado de la base salarial de cada uno.

Para el cálculo total de la mano de obra de cada una de las pruebas, se relacionó el costo de hora-hombre de quien la realiza, con el tiempo que le lleva realizar su determinado proceso de análisis, como se muestra en las tablas de la 26 a la 37.



**Tabla 26:** Mano de Obra de la prueba RPV

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	23,44	8.612,83	201.884,74
<b>Tiempo Total</b>	<b>24,46</b>	<b>Costo total</b>	<b>230.727,83</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 27:** Mano de Obra de la prueba Análisis de Viscosidad

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	31,99	8.612,83	275.524,43
<b>Tiempo Total</b>	<b>33,51</b>	<b>Costo total</b>	<b>304.367,53</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 28:** Mano de Obra de la prueba Liberación Instantánea

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	28,38	8.612,83	244.432,12
<b>Tiempo Total</b>	<b>29,9</b>	<b>Costo total</b>	<b>273.275,21</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 29:** Mano de Obra de la prueba Liberación Diferencial

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	25,31	8.612,83	217.990,73
<b>Tiempo Total</b>	<b>26,83</b>	<b>Costo total</b>	<b>246.833,82</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 30:** Mano de Obra de la prueba Recombinación de Muestras

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	30,64	8.612,83	263.897,11
<b>Tiempo Total</b>	<b>32,16</b>	<b>Costo total</b>	<b>292.740,21</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 31:** Mano de Obra de la prueba Control de Calidad

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	1,52	18.975,72	28.843,09
Técnico	17,46	8.612,83	150.380,01
<b>Tiempo Total</b>	<b>18,98</b>	<b>Costo total</b>	<b>179.223,11</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 32:** Mano de Obra de la prueba Corte de Núcleos

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,03	18.975,72	569,27
Técnico	0,50	8.612,83	4.306,42
<b>Tiempo Total</b>	<b>0,53</b>	<b>Costo total</b>	<b>4.875,69</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 33:** Mano de Obra de la prueba Extracción de Fluidos

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,08	18.975,72	1.518,06
Técnico	0,77	8.612,83	6.631,88
<b>Tiempo Total</b>	<b>0,85</b>	<b>Costo total</b>	<b>8.149,94</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 34:** Mano de Obra de la prueba Determinación de Saturaciones

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,25	18.975,72	4.743,93
Técnico	2,60	8.612,83	22.393,36
<b>Tiempo Total</b>	<b>2,85</b>	<b>Costo total</b>	<b>27.137,29</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 35:** Mano de Obra de la prueba Determinación de Porosidad

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,25	18.975,72	4.743,93
Técnico	1,02	8.612,83	8.785,09
<b>Tiempo Total</b>	<b>1,27</b>	<b>Costo total</b>	<b>13.529,02</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 36:** Mano de Obra de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,25	18.975,72	4.743,93
Técnico	2,00	8.612,83	17.225,66
<b>Tiempo Total</b>	<b>2,25</b>	<b>Costo total</b>	<b>21.969,59</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 37:** Mano de Obra de la prueba Permeabilidad

<b>Mano de Obra</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Costo/Hora</b>	<b>Costo Mano de Obra</b>
Ingeniero Especialista	0,25	18.975,72	4.743,93
Técnico	0,15	8.612,83	1.291,92
<b>Tiempo Total</b>	<b>0,40</b>	<b>Costo total</b>	<b>6.035,85</b>

Fuente: Autores del proyecto





### 7.3.3 Costos Indirectos de Fabricación

En las pruebas se encuentran implícitos algunos costos que no están directamente relacionados con las pruebas de laboratorio, pero le significan un costo relevante a la UIS en el proceso de prestación de servicios, para lo cual se tomó como un costo relacionado con el servicio de producción dentro de los laboratorios.

Se encuentran relacionados para el servicio de producción la suma de los siguientes costos:

#### 7.3.3.1 Servicios Públicos:

Dentro de este concepto se contemplo el costo promedio del último año de los servicios de agua y teléfono como costo indirecto. Para establecer el consumo energético se seleccionó en un costo variable por actividad y un costo fijo.

El costo fijo comprende el consumo fijo facturado, al cual se le suma el costo del aire acondicionado y la luz dentro de cada laboratorio, ya que por los reactivos que se manejan se deben mantener encendido 24 horas.

Para hallar el costo variable de cada prueba, se agruparon las actividades en sus respectivos procesos. Este costo se obtuvo mediante el valor de consumo de los equipos utilizados, según sus propias especificaciones en Kilovatios por hora (Kwh), y se multiplicó por el tiempo consumido en cada proceso, como se muestra en las tablas de la 38 a la 49.

Posteriormente se tomó el valor del KW de la factura de la luz que es \$357,25 y se multiplicó por el consumo de energía de los equipos en cada una de las procesos establecidas.

**Tabla 38:** Consumo de KW por proceso de la prueba RPV

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento celda visual Ruska	-	-	-	-	-	-	-
Transferencia	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851		357,25	30,40
Prueba	Celda Visual Ruska	0,23	16,46	3,7858		357,25	1.352,47
Mantenimiento	Celda Visual Ruska	0,23	0,29	0,0667	0,3549	357,25	126,79
	Extractor C*90	0,11	0,73	0,0803			



	Compresor GAST	0,208	0,48	0,0998				
	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081				
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52	
<b>Costo total</b>								<b>1.714,18</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 39:** Consumo de KW por proceso de la prueba Análisis de Viscosidad

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo	
Alistamiento celda visual Ruska	-	-	-	-	-	-	-	
Transferencia	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851		357,25	30,40	
Prueba	Bomba de Vacío	0,23	0,27	0,0621	1,2205	357,25	436,02	
	Celda Visual Ruska	0,23	0,25	0,0575				
	Baño de recirculación	0,25	0,89	0,2225				
	Regulador de viscosidad	0,12	7,32	0,8784				
Mantenimiento	Celda Visual Ruska	0,23	0,29	0,0667	0,3549	357,25	126,79	
	Extractor C*90	0,11	0,73	0,0803				
	Compresor GAST	0,208	0,48	0,0998				
	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081				
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52	
<b>Costo total</b>								<b>797,73</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 40:** Consumo de KW por proceso de la prueba Liberación Instantánea

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento celda visual Ruska	-	-	-	-	-	-	-
Transferencia	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851		357,25	30,40
Prueba	Bomba de Vacío	0,23	0,44	0,1012	0,6527	357,25	233,18
	Celda Visual Ruska	0,23	0,25	0,0575			



	Baño de recirculación	0,25	1,88	0,47			
	Balanza digital	0,12	0,20	0,024			
Mantenimiento	Celda Visual Ruska	0,23	0,29	0,0667	0,3549	357,25	126,79
	Extractor C*90	0,11	0,73	0,0803			
	Compresor GAST	0,208	0,48	0,0998			
	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081			
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52
<b>Costo total</b>							<b>594,89</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 41:** Consumo de KW por proceso de la prueba Liberación Diferencial

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento celda visual Ruska	-	-	-	-	-		
Transferencia	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851		357,25	30,40
Prueba	Celda Visual Ruska	0,23	16,49	3,7927	3,94	357,25	1.407,57
	Bomba de Vacío	0,23	0,51	0,1173			
	Balanza Digital	0,12	0,25	0,03			
Mantenimiento	Celda Visual Ruska	0,23	0,29	0,0667	0,3549	357,25	126,79
	Extractor C*90	0,11	0,73	0,0803			
	Compresor GAST	0,208	0,48	0,0998			
	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081			
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52
<b>Costo total</b>							<b>1.769,28</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 42:** Consumo de KW por proceso de la prueba Recombinación de Muestras

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento celda visual Ruska	-	-	-	-	-	-	-
Transferencia	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851		357,25	30,40



Prueba	Bomba de Vacío	0,23	0,79	0,1817	9,7137	357,25	3.470,22
	Balanza Digital	0,12	0,34	0,0408			
	Celda Visual Ruska	0,23	41	9,43			
	Gor Apparatus	0,12	0,51	0,612			
Mantenimiento	Celda Visual Ruska	0,23	0,29	0,0667	0,3549	357,25	126,79
	Extractor C*90	0,11	0,73	0,0803			
	Compresor GAST	0,208	0,48	0,0998			
	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081			
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52
<b>Costo total</b>							<b>3.831,93</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 43:** Consumo de KW por proceso de la prueba Control de Calidad

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Control preliminar	-	-	-	-	-	-	-
BSW	Centrifuga	0,35	0,24	0,084		357,25	30,00
Control Final	Bomba de Vacío	0,23	0,37	0,0851	0,2275	357,25	81,27
	Balanza digital	0,12	0,24	0,0288			
	Gor Apparatus	0,12	0,53	0,0636			
	Computador	0,25	0,2	0,05			
Mantenimiento	Bomba de Vacío	0,23	0,47	0,1081	0,1081	357,25	38,62
Informe	Computador	0,25	2,29	0,5725		357,25	204,52
<b>Costo total</b>							<b>354,41</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 44:** Consumo de KW por proceso de la prueba Corte de Núcleos

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Prueba	Taladro vertical	0,12	0,08	0,0096	0,0216	357,25	7,71
	Perfilador	0,12	0,10	0,012			
Informe	Computador	0,25	0,17	0,0425		357,25	15,18
<b>Costo total</b>							<b>22,89</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 45:** Consumo de KW por proceso de la prueba Extracción de fluidos

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Preparación de SOXHLET	-	-	-	-	-	-	-
Calentamiento	Calentador Eléctrico	0,35	72	25,2		357,25	9.002,7
Desmante de la muestra	Baño de Recirculación	0,25	4	1	2,57	357,25	918,13
	Horno Convencional	0,35	4	1,4			
	Desecador	0,125	0,97	0,1212			
	Fluoroscopio	0,125	0,05	0,0063			
Informe	Computador	0,25	0,17	0,0425		357,25	15,18
<b>Costo total</b>							<b>9936,01</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 46:** Consumo de KW por proceso de la prueba Determinación de Saturaciones

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Preparación de DEAN STARK	Balanza Digital	0,12	0,32	0,0384		357,25	13,74
Calentamiento	Calentador Eléctrico	0,35	36	12,6		357,25	4501,35
Desmante de la muestra	Baño de Recirculación	0,25	4	1	2,05	357,25	732,36
	Desecador	0,125	2	0,25			
	Fluoroscopio	0,125	0,19	0,0237			
	Balanza Digital	0,12	0,32	0,0384			
Informe	Computador	0,25	0,13	0,0325		357,25	11,61
<b>Costo Total</b>							<b>5259,06</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 47:** Consumo de KW por proceso de la prueba Determinación de Porosidad

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento de Porosímetro	-	-	-	-	-	-	-



Medición de Porosidad	Bomba de Vacío	0,23	0,08	0,0184	0,0991	357,25	35,40
	Porosímetro	0,12	0,36	0,0432			
	Computador	0,25	0,15	0,0375			
Mantenimiento	-	-	-	-	-	-	-
Informe	Computador	0,25	1,13	0,0325		357,25	11,61
<b>Costo total</b>							<b>47,01</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 48:** Consumo de KW por proceso de la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento de Porosímetro	-	-	-	-	-	-	-
Medición de Porosidad	Porosímetro	0,25	0,36	0,09	0,1459	357,25	52,12
	Bomba de vacío	0,23	0,08	0,0184			
	Computador	0,25	0,15	0,0375			
Montaje de muestra en Portanúcleos	Porosímetro	0,12	0,98	0,1176		357,25	42,01
Mantenimiento	-	-	-	-	-	-	-
Informe	Computador	0,25	0,13	0,0325		357,25	11,61
<b>Costo total</b>							<b>105,74</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 49:** Consumo de KW por proceso de la prueba Permeabilidad

Proceso	Equipo	Consumo en Kw/hr	Tiempo (Horas)	Subtotal KW	Total KW	Valor Kw/hr	Costo
Alistamiento del Permeámetro	-	-	-	-	-	-	-
Punto de Presión	Permeámetro	0,12	0,32	0,0384	0,128	357,25	45,73
	Bomba de Vacío	0,12	0,08	0,0096			
	Computador	0,25	0,32	0,08			
Desmonte de la muestra	Bomba de Vacío	0,12	0,09	0,0108		357,25	3,86
Informe	Computador	0,25	0,13	0,0325		357,25	11,61
<b>Costo total</b>							<b>61,2</b>

Fuente: Autores del proyecto



### 7.3.4 Costo de utilización de Equipos

Los activos se deprecian considerando el lapso de tiempo en que son utilizados dentro de la actividad productiva, ya que con el paso del tiempo el bien pierde su valor por el desgaste que sufre durante su vida útil de servicio.

Los equipos de laboratorio empleados para realizar las diferentes pruebas, cuentan con un valor de depreciación correspondiente desde el día que comenzó su funcionamiento, por ello se analizó la depreciación en línea recta en función de la vida útil. Los costos de utilización de equipos se fijaron de acuerdo con el valor total de cada equipo, multiplicado por el tiempo de utilización del mismo durante la prueba. Este valor se dividió en los años de vida útil del equipo por las horas trabajadas en el año, como se muestra en las tablas de la 50 a la 61.

Horas laborables año=2496

- Bomba de desplazamiento positivo =  $\left( \frac{27.231.000 * 13,99}{2496 * 10} \right) = \$15.262.89$

**Tabla 50:** Costo de utilización de Equipos para prueba RPV

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Bomba de desplazamiento positivo	27.231.000	13,99	10 años	15.262,89
Bomba de Vacío	5.824.600	0,84	10 años	196,02
Celda Visual Ruska	166.785.000	24,78	10 años	165.582,23
Extractor C*90	15.000.000	0,73	10 años	438,70
Compresor GAST	8.506.000	0,48	10 años	163,59
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>185.912,66</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 51:** Costo de utilización de Equipos para prueba Análisis de Viscosidad

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Bomba de desplazamiento positivo	27.231.000	13,69	10 años	14.935,59
Bomba de Vacío	5.824.600	1,11	10 años	259,03
Celda Visual Ruska	166.785.000	8,54	10 años	57.065,06
Baño de recirculación	14.694.000	0,81	10 años	476,85



Viscosímetro	8.789.000	7,32	10 años	2.577,54
Regulador de viscosidad	480.000	7,32	10 años	140,77
Extractor C*90	15.000.000	0,73	10 años	438,70
Compresor GAST	8.506.000	0,48	10 años	163,59
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>80.326,36</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 52:** Costo de utilización de Equipos para prueba Liberación Instantánea

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Bomba de desplazamiento positivo	27.231.000	13,69	10 años	14.935,59
Bomba de Vacío	5.824.600	1,28	10 años	298,70
Celda Visual Ruska	166.785.000	8,54	10 años	57.065,06
Baño de recirculación	14.694.000	1,88	10 años	1.106,76
Balanza digital	114.700	0,20	10 años	0,92
Separador Flash	11.269.000	3,08	10 años	1.390,56
Extractor C*90	15.000.000	0,73	10 años	438,70
Compresor GAST	8.506.000	0,48	10 años	163,59
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>79.669,11</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 53:** Costo de utilización de Equipos para prueba Liberación Diferencial

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Bomba de desplazamiento positivo	27.231.000	13,99	10 años	15.262,89
Bomba de Vacío	5.824.600	1,35	10 años	315,03
Celda Visual Ruska	166.785.000	24,78	10 años	165.582,22
Balanza Digital	114.700	0,25	10 años	1,15
Extractor C*90	15.000.000	0,73	10 años	438,70
Compresor GAST	8.506.000	0,48	10 años	163,59
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>186.032,81</b>

Fuente: Autores del proyecto





**Tabla 54:** Costo de utilización de Equipos para prueba Recombinación de Muestras

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Bomba de desplazamiento positivo	27.231.000	14,67	10 años	16.004,76
Bomba de Vacío	5.824.600	1,63	10 años	380,37
Balanza Digital	114.700	0,34	10 años	1,56
Celda Visual Ruska	166.785.000	49,29	10 años	329.360,28
Gor Apparatus	53.000.000	0,51	10 años	1.082,93
Extractor C*90	15.000.000	0,73	10 años	438,70
Compresor GAST	8.506.000	0,48	10 años	163,59
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>251.701,42</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 55:** Costo de utilización de Equipos para prueba Control de Calidad

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Termómetro digital	70.000	0,13	10 años	0,36
Manómetro	116.100	0,09	10 años	0,41
Centrifuga	7.493.600	0,24	10 años	72,05
Bomba de Vacío	5.824.600	0,84	10 años	196,02
Bomba de desplazamiento positivo	27.30231.000	0,18	10 años	19.689,17
Balanza digital	114.700	0,09	10 años	0,41
Gor Apparatus	53.000.000	0,53	10 años	1.125,40
Computador	1.800.000	3,16	5 años	227,88
<b>Costo Total</b>				<b>21.308,7</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 56:** Costo de utilización de Equipos para prueba Corte de Núcleos

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Taladro vertical	8.500.000	0,08	10 años	27,24
Perfilador	1.500.000	0,10	10 años	6,01
Computador	1.800.000	0,17	5 años	24,52
<b>Costo Total</b>				<b>57,77</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 57:** Costo de utilización de Equipos para prueba Extracción de Fluidos

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Calentador Eléctrico	12.000.000	72	10 años	34.615,38
Baño de Recirculación	14.694.000	4	10 años	2.354,81
Soxhlet	250.000	4	10 años	40,06
Horno convencional	12.000.000	4	10 años	1.923,08
Desecador	3.012.000	0,97	10 años	117,05
Fluoroscopio	1.000.000	0,05	10 años	2,00
Computador	1.800.000	0.17	5 años	24,52
<b>Costo Total</b>				<b>39.297,57</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 58:** Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Saturaciones

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Balanza Digital	114.700	0,64	10 años	2,94
Calentador Eléctrico	12.000.000	36	10 años	17.307,69
Baño de Recirculación	14.694.000	4	10 años	1.923,08
Dean Stark	250.000	4	10 años	40,06
Desecador	3.012.000	2	10 años	241,35
Fluoroscopio	1.000.000	0.19	10 años	7,61
Computador	1.800.000	2,96	5 años	4.269,23
<b>Costo Total</b>				<b>23.791,96</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 59:** Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Porosidad

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Calibrador	68.000	0,05	10 años	0,14
Bomba de Vacío	1.600.000	0,08	10 años	5,13
Porosímetro	46.300.000	0,36	10 años	667,78
Computador	1.800.000	3,11	5 años	448,56
<b>Costo Total</b>				<b>1.121,61</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 60:** Costo de utilización de Equipos para prueba Determinación de Porosidad a Condiciones de Yacimiento

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Core Holder	80.000.000	0,18	10 años	576,92
Calibrador	68.000	0,05	10 años	0,14
Bomba de Vacío	1.600.000	0,08	10 años	5,13
Porosímetro	46.300.000.	1,34	10 años	2.217,23
Computador	1.800.000	3,11	5 años	448,56
<b>Costo Total</b>				<b>3.247,98</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 61:** Costo de utilización de Equipos para prueba Permeabilidad

Equipo	Valor del Equipo Útil	Tiempo en hrs de Utilización Equipo	Vida Útil del Equipo	Valor Total
Calibrador	68.000	0,05	10 años	0,14
Bomba de Vacío	1.600.000	0,17	10 años	10,90
Core Holder	80.000.000	0,08	10 años	256,41
Permeámetro	68.400.000	0,32	10 años	876,92
Computador	1.800.000	3,28	5 años	473,08
<b>Costo Total</b>				<b>1.617,45</b>

Fuente: Autores del proyecto

### 7.3.5 Costo de Espacio Físico

La sede de Guatiguará también cuenta con un desgaste como activo fijo en su vida útil, el cual comienza cuando se explota económicamente hasta la fecha que cumple con su depreciación total.

La ley tributaria colombiana determina la vida legal de los activos fijos depreciables, para este caso la sede, en 20 años.

La sede de Guatiguará, comprende un área construida de 103.000 m<sup>2</sup>. Sabiendo esto, el análisis para incluir el costo del espacio físico por proceso de trabajo realizado durante cada una de las pruebas, se estimó de esta forma:

$$\text{Valor de m}^2 = \$15.457,49^*$$

$$\text{Depreciación de Planta} = 240 \text{ meses} * 208 \text{ horas laborables} = 49920 \text{ horas}$$

$$\text{Valor de m}^2 \text{ en Horas} = \left( \frac{15.457,49}{49920} \right) = \$0,31$$

\*Información suministrada por la Universidad Industrial de Santander, por el Ingeniero Luis Eugenio Díaz, Director de la sede de Guatiguará, el día 25 de Mayo de 2009



De acuerdo con esto, el costo de utilización del inmueble por área de trabajo, se logró multiplicando el valor de m<sup>2</sup> por hora, el tiempo transcurrido en el proceso y el área utilizada por el operador, como lo muestran las tablas de la 62 a la 73.

**Tabla 62:** Costo de Espacio Físico para la prueba RPV

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento celda visual Ruska	\$0,31	13,66	2,84	12,01
Transferencia		1,77	3,91	16,54
Prueba		16,79	3,76	19,55
Mantenimiento		11,57	5,48	28,49
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>78,42</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 63:** Costo de Espacio Físico para la prueba Análisis de Viscosidad

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento celda visual Ruska	\$0,31	13,66	2,84	12,01
Transferencia		1,77	3,91	0,61
Prueba		10,43	5,79	18,70
Mantenimiento		11,57	5,48	19,63
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>52,78</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 64:** Costo de Espacio Físico para la prueba Liberación Instantánea

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento celda visual Ruska	\$0,31	13,66	2,84	12,01
Transferencia		1,77	3,91	0,61
Prueba		6,82	6,49	13,71
Mantenimiento		11,57	5,48	19,63
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>47,79</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 65:** Costo de Espacio Físico para la prueba Liberación Diferencial

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento celda visual Ruska	\$0,31	13,66	2,84	12,01
Transferencia		1,77	3,91	0,61
Prueba		18,66	7,35	42,47
Mantenimiento		11,57	5,48	19,63
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>76,55</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 66:** Costo de Espacio Físico para la prueba Recombinación de Muestras

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento celda visual Ruska	\$0,31	13,66	2,84	12,01
Transferencia		1,77	3,91	0,61
Prueba		46,32	7,48	107,28
Mantenimiento		11,57	5,48	19,63
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>141,36</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 67:** Costo de Espacio Físico para la prueba Control de Calidad

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Control preliminar	\$0,31	0,84	1,06	0,28
BSW		11,39	1,18	4,16
Control Final		2,36	7,43	5,43
Mantenimiento		0,68	1,07	0,23
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>11,93</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 68:** Costo de Espacio Físico para la prueba Corte de Núcleos

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Prueba	\$0,31	0,33	1,61	0,16
Informe		0,20	1,32	0,2
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>0,18</b>

Fuente: Autores del proyecto



**Tabla 69:** Costo de Espacio Físico para la prueba Extracción de Fluidos

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Preparación de SOXHLET	\$0,31	0,19	1	0,06
Calentamiento		72	1,32	29,43
Desmote de la muestra		13,02	5,73	23,10
Informe		0,25	1,32	0,10
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>52,69</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 70:** Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Saturaciones

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Preparación de DEAN STARK	\$0,31	0,69	1,07	0,23
Calentamiento		36	1,32	14,71
Desmote de la muestra		10,63	5,54	18,23
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>35</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 71:** Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Porosidad

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento de Porosímetro	\$0,31	0,21	1,30	0,08
Medición de Porosidad		0,46	3,93	0,56
Mantenimiento		0,22	3	0,20
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>2,67</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 72:** Costo de Espacio Físico para la prueba Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento de Porosímetro	\$0,31	0,21	1,30	0,08
Medición de Porosidad		0,46	3,93	0,56
Montaje de muestra en Portanúcleos		0,98	2,81	0,85
Mantenimiento		0,22	3	0,20



Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>3,52</b>

Fuente: Autores del proyecto

**Tabla 73:** Costo de Espacio Físico para la prueba Permeabilidad

Proceso	Valor m <sup>2</sup> por Hora	Tiempo de Proceso (Horas)	Área Utilizada (m <sup>2</sup> )	Costo Espacio Físico
Alistamiento del Permeámetro	\$0,31	0,18	2	0,11
Punto de presión		0,70	3,87	0,84
Desmante de la muestra		0,19	1,09	0,06
Informe		4,48	1,32	1,83
<b>Costo Espacio Físico Total</b>				<b>2,84</b>

Fuente: Autores del proyecto

### 7.3.6 Costo Tecnológico

El costo tecnológico expresado como un porcentaje agregado a cada una de las pruebas de laboratorio, fué uno de los más difíciles de estimar en este proceso, ya que una parte significativa de su procedencia es producto del cálculo de aspectos intangibles como preparación, conocimiento e investigación realizada en el campo del hidrocarburo y más específicamente para cada una de la pruebas.

Además de la parte intangible, este costo incluye el consumo de diferentes recursos asociados directamente a la realización de los procesos de producción que combinan mano de obra especializada, equipos tecnológicos, calidad de insumos y de procesos en la ejecución de las pruebas. De acuerdo con esto se analizó para cada una de las pruebas estudiadas el valor de porcentaje tecnológico según sus especificaciones, asignándolos de la siguiente forma:

#### Asignación porcentual para cada prueba de laboratorio de P.V.T y Petrofísico

- RPV a condiciones Ambiente y de Yacimiento = 15%
- Análisis de Viscosidad = 15%
- Liberación Instantánea = 16%
- Liberación Diferencial = 16%
- Recombinación de Muestras =14%
- Control de Calidad = 14%
- Corte de Núcleos = 13%
- Extracción de Fluidos = 15%
- Determinación de Saturaciones = 15%
- Determinación de Porosidad = 16%
- Determinación de Porosidad a condiciones de Yacimiento = 16%
- Permeabilidad = 16%



La correspondiente asignación no es un valor específico, ya que para su determinación final se contemplan diferentes aspectos ya mencionados, en los que el área técnica tiene su propio criterio para cuantificarlos de acuerdo con cada una de las pruebas que realiza.

Fuente: Director de los laboratorios de P.V.T y petrofísica. Hernando Buendía.  
Fecha: 10 de Junio de 2009.

## 7.4 CÁLCULO DE LOS COSTOS TOTALES

Basado en los costos indicados anteriormente, se determinó el costo total de realizar un análisis de acuerdo con la prueba que se realiza y se obtuvieron los resultados como lo muestran las tablas 85 y 86.

El costo tecnológico se calculó basado en la sumatoria de los costos directos e indirectos del sistema.

**Tabla 74:** Total de Costos en pesos para las pruebas de laboratorio PVT

<b>COSTO</b>	<b>RPV</b>	<b>Análisis de Viscosidad</b>	<b>Liberación Instantánea</b>	<b>Liberación Diferencial</b>	<b>Recombinación de Muestras</b>	<b>Control de Calidad</b>
Insumos	5.743,60	5.789,7	5.734,7	5.734,7	5.734,7	60
Mano de Obra	230.727,8	304.367,53	273.275,21	246.833,82	292.740,21	179.223,11
Servicio de Producción	5,33	5,24	4,76	7,54	13,82	1,15
Costo de utilización de Equipos	185.912,6	80.326,36	79.669,11	186.032,81	251.701,42	21.308,7
Costo espacio Físico	78,42	52,78	47,79	76,55	141,36	11,93
<b>Suma Costos</b>	<b>422.467,7</b>	<b>390.541,61</b>	<b>358.731,57</b>	<b>438685,42</b>	<b>550331,51</b>	<b>200604,89</b>
Tecnología	15%	15%	16%	16%	14%	14%
	63370,16	58581,24	57397,05	70189,67	77046,41	28084,68
Otros Costos	-	-	360.000	360.000	720.000	360.000
<b>Costo Total</b>	<b>485.837,9</b>	<b>391.127,42</b>	<b>719.305,54</b>	<b>799.387,32</b>	<b>1.271.101,97</b>	<b>560.885,74</b>

Fuente: Autores del proyecto





**Tabla 75:** Total de Costos en pesos para las pruebas de laboratorio Petrofísico

<b>COSTO</b>	<b>Corte de Núcleos</b>	<b>Extracción de Fluidos</b>	<b>Determinación de Saturaciones</b>	<b>Determinación de Porosidad</b>	<b>Determinación de Porosidad condiciones Yacimiento</b>	<b>Permeabilidad</b>
Insumos	50	654.31	644,31	566	584.54	110
Mano de Obra	4.875,69	8.149,94	27.137,29	13.529,02	21.969,59	6.035,85
Servicio de Producción	0,03	4,65	3,39	0,26	0,34	0,28
Costo de utilización de Equipos	57,77	39297,57	23.791,96	1.121,61	3.247,98	1.617,45
Costo Espacio Físico	0,18	52,69	35	2,67	3,52	2,84
<b>Suma Costos</b>	<b>4.983,67</b>	<b>47.504,85</b>	<b>51.611,95</b>	<b>15.219,56</b>	<b>25.221,43</b>	<b>7.766,42</b>
Tecnología	13%	15%	15%	16%	16%	16%
	647,87	7125,72	7741,79	2435,13	4035,42	1242,62
Otros Costos	-	-	-	-	-	-
<b>Costo Total</b>	<b>5.631,54</b>	<b>54.630,57</b>	<b>59.353,74</b>	<b>17654,68</b>	<b>29.256,85</b>	<b>9.009,05</b>

Fuente: Autores del proyecto

El alcance del proyecto para los laboratorios de P.V.T y Petrofísico de la UIS, contemplo la ejecución de un sistema de costos para la creación de una herramienta que se limitara a establecer los costos totales de las pruebas que se analizaron. Con base en esto, la UIS establece el margen de utilidad de acuerdo a criterios propios que se manejan en esta industria y que son de mucha confidencialidad, donde el precio final de estas pruebas pueden exceder con una gran diferencia el total de los costos.



## 8. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA DE COSTOS

Para la ejecución de la herramienta se condensó el sistema de costos realizado anteriormente, en cada una de sus Procesos sintetizando algunos de ellos para hacerla más conveniente al laboratorio y sus operadores. Dentro de este instrumento se mantuvieron unos valores fijos que son iguales para todas las pruebas y se dejaron en blanco otros que se alimentan cada vez que se realiza una prueba nueva.

Por esta razón se trata de una herramienta extendible para que cualquier laboratorio determine sus costos, cambiando los datos internos para que apliquen a su empresa.

### 8.1 ESQUEMA DE COSTOS EN EXCEL

Los costos asignados a las pruebas de cada laboratorio se introdujeron en 6 hojas de Excel repartiéndose así:

- Una hoja de reportes en donde aparecen los datos relacionados para definir la prueba que se va a realizar mencionando el laboratorio en el cual se ejecuta, el nombre de quien la realiza y la fecha correspondiente. Igualmente se encuentran los totales de cada ítem analizado por Proceso para calcular el costo total por prueba.
- Las 5 hojas restantes incluyen los costos discriminados en 7 grupos que corresponden a los siguientes:

#### Costo de Espacio Físico

El espacio físico genera un costo para las pruebas donde se comprenden los siguientes ítems, que son analizados para abarcar la sección de la sede de Guatiguará.

- Valor m<sup>2</sup>
- Área total Utilizada por Proceso
- Tiempo Utilizado por Proceso
- Horas Laborales/mes
- Mes de vida útil de la Sede

#### Costo Servicio de Producción

En este segmento se involucran aquellos costos pertenecientes al espacio



específico de la sede, en donde se realiza el trabajo; como:

- Área Total Utilizada por Proceso
- Valor Servicios públicos/mes
- Energía
- Tiempo Utilizado por Proceso
- Área Total de la Sede
- Horas Laborales/mes

### **Costo Utilización de Equipos**

Este costo se realizó de acuerdo con el valor comercial del equipo y la depreciación normal que sufren los equipos por su tiempo de utilización en cada una de las pruebas.

### **Costo del Recurso Humano**

El recurso Humano es parte primordial de la ejecución de las pruebas, donde se tiene en cuenta el personal que interviene directamente, cuantificando el costo de Hora-Hombre por proceso.

### **Costo de Materiales**

El material directo consumido en las pruebas genera otro costo, el cual incluye para totalizar el costo por prueba realizada.

### **Costo de Fungibles**

Este costo se agrego en la herramienta ya que podría existir en cualquiera de los laboratorios materiales que se consumen.

### **Costo de Tecnología**

Un determinado costo tecnológico adicionado en cada prueba dependiendo del valor registrado para las pruebas.

## **8.2 FUNCIONES DE LA HERRAMIENTA DE COSTOS**

La utilización de la herramienta en Excel, se elaboró pensando en los instrumentos que permite manejar el programa de manera funcional y atractiva para el usuario.

Entre los instrumentos que ofrece, se recurrió a Visual Basic, en donde se programaron unas macros que permiten dos opciones específicas: costear una nueva prueba o actualizar datos a medida que lo requiera. La primera borra los



datos que no son fijos y deja en blanco las celdas necesarias para alimentar la nueva prueba. La segunda bloquea y desbloquea las casillas fijas de manera que se puedan cambiar y actualizar estos datos según se requiera.

Otro instrumento empleado en las hojas de Excel fueron pestañas para seleccionar; en la hoja principal la prueba que se va a ejecutar y en la de utilización de equipos, los requeridos en la prueba con su valor comercial y su respectiva depreciación en años, permitiendo conservar la correlación entre los equipos y sus valores.

### **8.3 VERSIONES DE LA HERRAMIENTA**

Durante el desarrollo de la herramienta se generó una versión inicial conocida como versión beta, la cual se probó conjuntamente con los operadores de los laboratorios. De acuerdo con sus observaciones se desarrolló la presente versión, la cual recoge prácticamente todas las observaciones planteadas por los usuarios finales. Se acordó dejar unas celdas, las cuales contienen la información fija –valor de servicios, valor del m<sup>2</sup>, etc- las cuales sólo pueden ser modificadas por el Jefe del laboratorio, previa utilización de contraseñas.

La herramienta se corrió para determinar el costo total de las pruebas ofrecidas por los laboratorios de PVT y petrofísicos; arrojando los mismos resultados presentados en los capítulos anteriores. Esto demuestra que efectivamente se cumple con las expectativas del proyecto y de los laboratorios.

Con base en estos resultados, el personal de los laboratorios correspondientes de la UIS, fijó las tarifas para ofrecer servicios a la industria petrolera nacional e internacional.



## CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados y con el propósito de suplir la necesidad de la Facultad de Petróleos de la UIS, se diseñó una herramienta para determinar los costos de las pruebas realizadas en los laboratorios de análisis PVT y petrofísicos, ubicados en Guatiguará, Piedecuesta. Esta herramienta puede aplicarse para costear cualquier prueba de laboratorio.

La herramienta se ajusta a la estructura de los Laboratorios, mediante el sistema de costos basado en actividades (ABC) determina los costos directos e indirectos. Para los materiales y la mano de obra se utilizó el sistema de costos por orden de servicio ya que los análisis se realizan de acuerdo con la solicitud específica del cliente.

Se utilizó el sistema de costos basado en actividades porque por medio de las actividades se pueden asignar de manera más exacta los recursos por estos conceptos. El sistema ABC da a la organización la oportunidad de contar con información oportuna y confiable sobre los procesos y actividades para la toma de decisiones a la hora de hacer cualquier estructuración a los procesos.

Los costos finales se ven afectados en mayor proporción por la mano de obra, la cual corresponde en promedio a un 27% del costo total y a maquinaria con un promedio de 23% del costo total. Estas cifras indican que las pruebas costeadas contienen un alto componente tecnológico.

El valor tecnológico que se tuvo en cuenta para calcular el costo final de las pruebas, se tomó como un porcentaje asignado según el nivel de tecnología comprendido por cada una de ellas; este valor varió entre un 13% y un 16%. Sin embargo al momento de establecer precios, en la industria existe un gran margen de diferencia con los costos ya que según el factor tecnológico que incluya la realización de cada prueba, puede llegar a exceder en más del 15% del valor total de los costos.

La herramienta se desarrolló en Excel, recurriendo a Visual Basic para realizar su parte funcional; con esto se garantizó la facilidad de su uso por parte del usuario y el correcto costeo de las pruebas.



Durante la ejecución del proyecto en el trabajo de campo, se aprovechó toda la información recolectada a lo largo del estudio por parte de los laboratorios, el personal técnico, sus directivos y por los autores, estructurando los costos totales de las pruebas, para finalmente condensar toda la información en la herramienta de costeo.

Según los usuarios de la herramienta, el programa desarrollado determina el costo real de las pruebas analizadas, de acuerdo con las condiciones del mercado.



## RECOMENDACIONES

Al hallar los costos totales se determinó un incremento en algunas pruebas que contenían la fase de cromatografía, por ello es recomendable realizar esta parte dentro de los laboratorios, para poder lograr un mayor control de la variable.

Para las nuevas pruebas que se vayan a implementar en los laboratorios, es favorable efectuar el sistema de costos estudiado anteriormente, ya que se observó la existencia de factores relevantes en los costos de los laboratorios,

Es conveniente para los laboratorios de la UIS realizar un benchmarking a la hora de establecer los precios de venta de las pruebas, el margen de utilidad, ya que analizando la competencia directa, su capacidad de producción, calidad, procesos de desarrollo del servicio, etc, puede lograr mejor posicionamiento en el sector.

La información suministrada por este proyecto debe ser periódicamente ajustada o actualizada, con el fin de lograr la mayor exactitud en el proceso de costeo.

La herramienta desarrollada en este proyecto puede implementarse como sistema de costeo para los laboratorios que contiene la Universidad Pontificia Bolivariana, con el debido ajuste de los datos correspondientes a esta entidad, para establecer el precio de venta si se desean prestar servicios al sector específico del laboratorio.

El programa entregado a los usuarios finales podrá servir para fijar los precios de los servicios prestados a la industria.