

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

REINGENIERÍA DE MÉTODOS DE TRABAJO EN LOS LABORATORIOS DE BROMATOLOGÍA, MICROBIOLOGÍA, HPLC Y ABSORCIÓN ATÓMICA DEL DECAB

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

ELENA DEL ROCÍO COYAGO CRUZ

elena.coyago@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PABLO PÓLIT, MSc.

politp65@gmail.com

Quito, agosto 2013

MSc.

Elena del Rocío Coyago Cruz

Agosto, 2013

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**REINGENIERÍA DE MÉTODOS DE TRABAJO EN LOS
LABORATORIOS DE BROMATOLOGÍA, MICROBIOLOGÍA, HPLC
Y ABSORCIÓN ATÓMICA DEL DECAB**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGISTER (MSc.) EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

ING. ELENA DEL ROCÍO COYAGO CRUZ

elena.coyago@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. PABLO PÓLIT, MSc.

politp65@gmail.com

Quito, agosto 2013

© Escuela Politécnica Nacional (2013)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Elena del Rocío Coyago Cruz, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ing. Elena del Rocío Coyago Cruz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Ing. Elena del Rocío Coyago Cruz, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Pólit Corral M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A todas y cada una de las personas que hacen de mi vida un camino de rosas sin olvidar que estas tienen espinas. A las espinas que dificultan mi caminar porque con ellas puedo demostrar la fortaleza y tenacidad para sobrepasar los obstáculos. Gracias por existir.

A mi Angelito que no pudo ver este trabajo finalizado
A Mely, Mateito y Kary por su paciencia y cariño

A mis Chulitos por ser un ejemplo de vida

A mi familia por estar siempre conmigo

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María por el sol, el cielo y las estrellas; por el despertar de cada mañana y el atardecer de un día más de vida.

A mi papi Miguelito por enseñarme a alcanzar metas muy grandes; a mi mami Marthita por darme esa fuerza, valentía y tenacidad para alcanzarlas. No es importante cuantas veces te caes si no cuantas te levantas; esa enseñanza de vida les debo a mis CHULITOS QUERIDOS, un verdadero ejemplo de vida, fortaleza, paciencia, amor y superación.

A mis hijos: Meli, La princesa de mis sueños que siempre está descubriendo el mundo con su inquietud, firmeza y fortaleza, y Matius, mi príncipe, por su dulzura, cariño, fortaleza y tranquilidad. El mundo es de los fuertes e inteligentes como ustedes, sin olvidar el corazón que se debe poner a las cosas que uno hace, no existe límites para alcanzar lo que uno quiere, los límites y barreras están en nuestra mente, ustedes son mis estrellas, sol, luna, agua y aire en una sola palabra amor.

A Nuvy, Paty y Tita por ese cariño y ayuda incondicional que siempre me han brindado. Un especial agradecimiento a Tita y Mani Chuli por estar siempre a mi lado y ser las segundas madres de mis hijos.

A Xavy por soportar muchos días de lágrimas y desilusión en la realización de este trabajo.

A mis peques:

- Evita: por su cariño y control. Perdón por no regalarte un minuto de mi tiempo y dejar que esas manitos calientes que rodeaban mi cuello se hayan apagado sin una despedida. Siempre brillarás en el cielo como una estrella que ilumina los corazones de todos los que te amamos.
- Mishu: por su dulzura y tranquilidad.

- Nico: por su inquietud; más que un fosforito es una dinamita
- Josué: gracias bebé por tu dulzura.
- Agustín: fosforito II

A cada una de las personas que directa o indirectamente forman parte de mi vida, recordando siempre que uno puede volar, sin olvidar que se debe tener los pies bien conectados a la tierra.

A mis amigas y amigos en especial a Elenita B., Gabi B., Mayra B., Juanito B., Humberto R., Ximena B., Renato S. por su amistad incondicional y por todo el tiempo compartido.

A todo el personal del DECAB y EPN por su cariño y compañerismo demostrado todos estos años de continuo trabajo, especialmente al Ing. Jorge Dávila, Ing. Oswaldo Acuña, Jenny Ruales Ph.D., Silvia Valencia Ph.D., Edwin Vera Ph.D., Dra. Susana Fuertes, Dra. Rosario Barrera, Sr. Germán Romo y Sr. Héctor Ortiz, por sus consejos, enseñanzas compartidas y amistad incondicional.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Ambiental y el personal administrativo de la Universidad Politécnica Salesiana por el cariño demostrado, especialmente al Ing. Miguel Araque, Ing. Renato Sánchez, Dra. Cecilia Barba, Ing. Ximena Borja, Ing. Edwin Arias, Msc. Viviana Montalvo, Lic. Humberto Rosero, Econ. Amparito Valdez, Lic. Elizabeth Salazar, Lic. Patricia Quiroz, Econ. Patricia Pérez.

Un especial reconocimiento al Sr. Luis Rodríguez por la ayuda incondicional y largas horas de pelea con el formato de esta tesis. Gracias, mil gracias.

A la Escuela Politécnica Nacional, a mis profesores y compañeros, gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	xvi
1. PARTE TEÓRICA	1
1.1. Reingeniería de métodos	2
1.1.1. Principio de reingeniería	5
1.1.2. Procesos	6
1.1.3. Procesos vs Reingeniería	8
1.2. Estudio de tiempos y movimientos	10
1.2.1. Técnicas para el estudio de tiempos	13
1.2.1.1. Estándares de tiempo	13
1.2.1.2. Técnicas para el diseño de métodos	16
1.3. Costos de implementación de proyectos	21
1.3.1. Reducción de costos	22
2. METODOLOGÍA	26
2.1. Selección de analitos de mayor venta	26
2.2. Evaluación de la situación actual de los analitos seleccionados	28
2.3. Elaboración de mapas de procesos actuales y estudio de tiempos y movimientos	29
2.4. Definición de procesos mejorados	32
2.5. Estimación de costos	34
2.6. Estimación de la posible mejora	35
2.7. Costos de implementación del proyecto	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1. Selección de analitos de mayor venta	37
3.1.1. Selección de servicios de análisis a estudiar	48
3.2. Evaluación de la situación actual de los analitos que presentaron mayor oferta de servicios	61

3.3.	Elaboración de mapas de procesos actuales y estudio de tiempos y movimientos	63
3.3.1.	Subproceso de proforma de servicios	65
3.3.2.	Subproceso de recepción de muestras	66
3.3.3.	Subproceso de ejecución del servicio de análisis ofertado	68
3.3.4.	Subproceso de entrega de resultados	70
3.4.	Definición de procesos mejorados	95
3.5.	Estimación de costos	105
3.6.	Estimación de la posible mejora	113
3.7.	Costos de implementación del proyecto	120
3.7.1.	Estudio preliminar de mercado	120
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
4.1.	Conclusiones	129
4.2.	Recomendaciones	132
	BIBLIOGRAFÍA	133
	ANEXOS	140

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Conjunto estándar de símbolos para diagramas de flujo del proceso	18
Tabla 1.2.	Cursograma analítico de material para la preparación de publicidad directa por correo	19
Tabla 1.3.	Costos de manufactura y operación	21
Tabla 1.4.	Preguntas que se deben formular para reducir costos	23
Tabla 2.1.	Formato cursograma analítico	31
Tabla 2.2.	Cursograma analítico señalando la propuesta de las actividades a realizarse	32
Tabla 2.3.	Cursograma analítico señalando la economía del estudio de tiempos y movimientos	33
Tabla 2.4.	Formato para el costeo de análisis	35
Tabla 3.1.	Número de servicios ofertados por los diferentes laboratorios del DECAB	38
Tabla 3.2.	Analitos acreditados y PT realizados durante el período en estudio	40
Tabla 3.3.	Número de muestras analizadas por laboratorio durante el período en estudio	43
Tabla 3.4.	Número de muestras analizadas por laboratorio y usuarios durante los años de estudio	44
Tabla 3.5.	Servicios ofertados que no presentaron demanda interna en el periodo en estudio	46
Tabla 3.6.	Servicios que presentaron demanda y no se encuentran incluidos en la lista de análisis DECAB en el periodo en estudio	47
Tabla 3.7.	Lista depurada de servicios que presentaron demanda y no se encuentran incluidos en la lista de precios DECAB 2010	48
Tabla 3.8.	Analitos pre-seleccionados en el estudio de ingresos y frecuencia de análisis	57

Tabla 3.9.	Lista de analitos seleccionados	59
Tabla 3.10.	Capacidad de recepción simultanea de muestras para cada analito y tiempo de entrega de resultados	62
Tabla 3.11.	Cursograma analítico de características funcionales	82
Tabla 3.12.	Número total de etapas por metodología	83
Tabla 3.13.	Estudio de tiempos para los análisis seleccionados	84
Tabla 3.14.	Resumen de cuellos de botella para las metodologías seleccionadas	94
Tabla 3.15.	Ejemplo cursograma analítico del proceso mejorado de Ceniza	95
Tabla 3.16.	Tiempos propuestos para la cuantificación de los diferentes analitos	101
Tabla 3.17.	Porcentaje de economía de tiempos y movimientos	103
Tabla 3.18.	Cálculo de tiempos estándar	104
Tabla 3.19.	Costos de personal del DECAB por hora	105
Tabla 3.20.	Costo total de personal de mantenimiento por hora	106
Tabla 3.21.	Costo total de personal administrativo por hora	106
Tabla 3.22.	Depreciación de equipos y material Laboratorio de Bromatología y Microbiología	106
Tabla 3.23.	Depreciación de material de vidrio en los laboratorios de Bromatología y Microbiología	107
Tabla 3.24.	Depreciación equipos de los Laboratorios Absorción Atómica y QAN	107
Tabla 3.25.	Depreciación de material de vidrio de los laboratorios de Absorción atómica y QAN	108
Tabla 3.26.	Ejemplo de cálculo de costos para el análisis de ceniza	108
Tabla 3.27.	Estimación de costos para los analitos seleccionados	109
Tabla 3.28.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Vitamina A por HPLC	110

Tabla 3.29.	Estimación de costos para los analitos seleccionados después del estudio de tiempos y movimientos	112
Tabla 3.30.	Estimación de la posible mejora	113
Tabla 3.31.	Incremento porcentual de muestras a analizar luego de la reingeniería	115
Tabla 3.32.	Porcentaje de reducción de costos	116
Tabla 3.33.	Incremento de productividad luego de la reingeniería	118
Tabla 3.34.	Clientes solicitantes de servicios del DECAB	121
Tabla 3.35.	Posibles competidores acreditados por el OAE y ubicados en Quito que ofrecen servicios analizados	121
Tabla 3.36.	Precios de venta sin IVA*	123
Tabla 3.37.	Costo de equipos y material fungible para la implementación del proyecto	126
Tabla 3.38.	Propuesta de cursos de capacitación	127
Tabla 3.39.	Costo de implementación proyecto de reingeniería	128
Tabla AIV.1.	Lista de analitos acreditados bajo la certificación de A2LA y OAE y el respectivo control con muestras QC y PT	150
Tabla AIV.2.	Lista conjugada con relación al número total de muestras QC y PT	152
Tabla AVII.1.	Cursograma analítico del análisis Ceniza	160
Tabla AVII.2.	Cursograma analítico del análisis Proteína	160
Tabla AVII.3.	Cursograma analítico del análisis Extracto etéreo	160
Tabla AVII.4.	Cursograma analítico del análisis Fibra cruda	160
Tabla AVII.5.	Cursograma analítico del análisis Humedad	160
Tabla AVII.6.	Cursograma analítico del análisis Humedad en estufa de vacío	160
Tabla AVII.7.	Cursograma analítico del análisis Consistencia	160
Tabla AVII.8.	Cursograma analítico del análisis Características funcionales	160

Tabla AVII.9.	Cursograma analítico del análisis Coliformes Número más probable (NMP)	160
Tabla AVII.10.	Cursograma analítico del análisis Estafilococos Áureos-Contaje en placa	160
Tabla AVII.11.	Cursograma analítico del análisis Hongos y levaduras	160
Tabla AVII.12.	Cursograma analítico del análisis Salmonella	160
Tabla AVII.13.	Cursograma analítico del análisis Minerales por digestión microondas	160
Tabla AVII.14.	Cursograma analítico del análisis Porcentaje de gelatinización	160
Tabla AVII.15.	Cursograma analítico del análisis Ácidos orgánicos por HPLC	160
Tabla AVII.16.	Cursograma analítico del análisis Azúcares por HPLC	160
Tabla AVII.17.	Cursograma analítico del análisis Beta carotenos por HPLC	160
Tabla AVII.18.	Cursograma analítico del análisis Vitamina C (Ácido ascórbico) por PLC	160
Tabla AVII.19.	Cursograma analítico del análisis Vitamina A (Retinol-Acetato) por HPLC	161
Tabla AVII.20.	Cursograma analítico del análisis Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC	161
Tabla AVIII.1.	Cursograma analítico Ceniza-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.2.	Cursograma analítico Proteína-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.3.	Cursograma analítico Extracto etéreo-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.4.	Cursograma analítico Fibra cruda-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.5.	Cursograma analítico Humedad-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.6.	Cursograma analítico Humedad en estufa al vacío-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.7.	Cursograma analítico Consistencia-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.8.	Cursograma analítico Características funcionales-Proceso mejorado	162

Tabla AVIII.9.	Cursograma analítico Coliformes NMP-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.10.	Cursograma analítico Estafilococos aureus-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.11.	Cursograma analítico Hongos y levaduras-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.12.	Cursograma analítico Salmonella-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.13.	Cursograma analítico Minerales por digestión microondas-proceso mejorado	162
Tabla AVIII.14.	Cursograma analítico Porcentaje de gelatinización-Proceso mejorado	162
Tabla AVIII.15.	Cursograma analítico Ácidos orgánicos por HPLC-Proceso mejorado	163
Tabla AVIII.16.	Cursograma analítico Azúcares por HPLC-Proceso mejorado	163
Tabla AVIII.17.	Cursograma analítico Beta caroteno por HPLC-Proceso mejorado	163
Tabla AVIII.18.	Cursograma analítico Vitamina C por HPLC- Proceso mejorado	163
Tabla AVIII.19.	Cursograma analítico Vitamina A por HPLC- Proceso mejorado	163
Tabla AVIII.20.	Cursograma analítico Vitamina B1 por HPLC- Proceso mejorado	163
Tabla AIX.1.	Costo de reactivos – Bromatología y Microbiología	165
Tabla AIX.2.	Costo de reactivos – Absorción atómica y QAN	166
Tabla AIX.3.	Costo insumos laboratorios Absorción atómica y QAN	167
Tabla AX.1.	Cálculo de costos para el análisis de Ceniza	168
Tabla AX.2.	Cálculo de costos para el análisis de Proteína	168
Tabla AX.3.	Cálculo de costos para el análisis de Extracto etéreo	168
Tabla AX.4.	Cálculo de costos para el análisis de Fibra cruda	168
Tabla AX.5.	Cálculo de costos para el análisis de Humedad	168

Tabla AX.6.	Cálculo de costos para el análisis de Humedad en estufa de vacío	168
Tabla AX.7.	Cálculo de costos para el análisis de Consistencia	168
Tabla AX.8.	Cálculo de costos para el análisis de Características funcionales	168
Tabla AX.9.	Cálculo de costos para el análisis de Coliformes	168
Tabla AX.10.	Cálculo de costos para el análisis de Estafilococos áureos	168
Tabla AX.11.	Cálculo de costos para el análisis de Hongos y levaduras	168
Tabla AX.12.	Cálculo de costos para el análisis de Salmonella	168
Tabla AX.13.	Cálculo de costos para el análisis de Minerales por digestión microondas	168
Tabla AX.14.	Cálculo de costos para el análisis de Porcentaje de gelatinización	168
Tabla AX.15.	Cálculo de costos para el análisis de Ácidos orgánicos por HPLC	168
Tabla AX.16.	Cálculo de costos para el análisis de Azúcares por HPLC	168
Tabla AX.17.	Cálculo de costos para el análisis de Beta carotenos por HPLC	168
Tabla AX.18.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina C por HPLC	168
Tabla AX.19.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina A por HPLC	169
Tabla AX.20.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina B1 por HPLC	169
Tabla AXI.1.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Ceniza	170
Tabla AXI.2.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Proteína	170
Tabla AXI.3.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Extracto etéreo	170
Tabla AXI.4.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Fibra cruda	170
Tabla AXI.5.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Humedad	170

Tabla AXI.6.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Humedad en estufa al vacío	170
Tabla AXI.7.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Consistencia.	170
Tabla AXI.8.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Características funcionales	170
Tabla AXI.9.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Coliformes	170
Tabla AXI.10.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Estafilococos áureos	170
Tabla AXI.11.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Hongos y levaduras	170
Tabla AXI.12.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Salmonella	170
Tabla AXI.13.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Minerales por digestión microondas	170
Tabla AXI.14.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Porcentaje de gelatinización	170
Tabla AXI.15.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Ácidos orgánicos por HPLC	170
Tabla AXI.16.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Azúcares por HPLC	170
Tabla AXI.17.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Beta carotenos por HPLC	171
Tabla AXI.18.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Vitamina C por HPLC	171
Tabla AXI.19.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Vitamina A por HPLC	171
Tabla AXI.20.	Cálculo de costos propuestos para el análisis de Vitamina B1 por HPLC	171

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Proceso de transformación	4
Figura 1.2.	Oportunidades de ahorro con la aplicación de ingeniería de métodos y estudio de tiempos	9
Figura 1.3.	Reingeniería de procesos	10
Figura 1.4.	Simbología convencional para los diagramas de proceso	16
Figura 1.5.	Ejemplo de diagrama de proceso	17
Figura 3.1.	Número de análisis realizados en el DECAB y número de laboratorios acreditados por año	41
Figura 3.2.	Distribución del número de análisis por laboratorio en el período 2006-2009 para las áreas de estudio	43
Figura 3.3.	Ingresos de análisis clientes externos por año	44
Figura 3.4.	Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Bromatología	50
Figura 3.5.	Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Bromatología	51
Figura 3.6.	Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Absorción Atómica	52
Figura 3.7.	Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Absorción Atómica	52
Figura 3.8.	Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Microbiología	53
Figura 3.9.	Gráfico de barras de lo ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Microbiología	53

Figura 3.10.	Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de HPLC (QAN1)	54
Figura 3.11.	Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de HPL (QAN1)	54
Figura 3.12.	Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de DSC (QAN2)	55
Figura 3.13.	Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de DSC (QAN2)	55
Figura 3.14.	Proceso de análisis.	63
Figura 3.15.	Procedimiento de proceso de análisis	64
Figura 3.16.	Subproceso de proforma servicio	65
Figura 3.17.	Procedimiento de proforma servicio	66
Figura 3.18.	Subproceso de recepción de muestras	67
Figura 3.19.	Procedimiento Subproceso de recepción de muestras	67
Figura 3.20.	Subproceso de ejecución del servicio de análisis ofertado	68
Figura 3.21.	Procedimiento ejecución del servicio de análisis ofertado	69
Figura 3.22.	Subproceso de entrega de resultados	70
Figura 3.23.	Procedimiento entrega de resultados	71
Figura 3.24.	Ejemplo de diagrama de proceso del análisis de Vitamina B1	73
Figura 3.25.	Diagrama de distribución del Laboratorio de Microbiología	75
Figura 3.26.	Diagrama de distribución Laboratorio de Bromatología	76
Figura 3.27.	Diagrama de distribución del Laboratorio de Absorción atómica	77

Figura 3.28.	Diagrama de distribución del Laboratorio de HPLC (QAN1)	78
Figura 3.29.	Diagrama de distribución del Laboratorio QAN 2	79
Figura 3.30.	Diagrama de distribución del Laboratorio QAN 3	80
Figura 3.31.	Plano DECAB	86
Figura 3.32.	Ejemplo de diagrama de Gantt para análisis de Ceniza	96
Figura 3.33.	Plano DECAB- Propuesta de cambio	119
Figura AVI.1.	Diagrama de proceso análisis Ceniza	158
Figura AVI.2.	Diagrama de proceso análisis Proteína	158
Figura AVI.3.	Diagrama de proceso análisis Extracto etéreo	158
Figura AVI.4.	Diagrama de proceso análisis Fibra cruda	158
Figura AVI.5.	Diagrama de proceso análisis Humedad	158
Figura AVI.6.	Diagrama de proceso análisis Humedad en estufa de vacío	158
Figura AVI.7.	Diagrama de proceso análisis Consistencia	158
Figura AVI.8.	Diagrama de proceso análisis Características funcionales	158
Figura AVI.9.	Diagrama de proceso análisis Coliformes- Número más probable (NMP)	158
Figura AVI.10.	Diagrama de proceso análisis Estafilococos Áureos – Contaje en placa	158
Figura AVI.11.	Diagrama de proceso análisis Hongos y levaduras	158
Figura AVI.12.	Diagrama de proceso análisis Salmonella	158
Figura AVI.13.	Diagrama de proceso análisis Minerales por digestión microondas	158
Figura AVI.14.	Diagrama de proceso análisis Porcentaje de gelatinización	158
Figura AVI.15.	Diagrama de proceso análisis Ácidos orgánicos por HPLC	158
Figura AVI.16.	Diagrama de proceso análisis Azúcares por HPLC.	158

Figura AVI.17.	Diagrama de proceso análisis Beta carotenos por HPLC	158
Figura AVI.18.	Diagrama de proceso análisis Vitamina C (Acido ascórbico) por HPLC	159
Figura AVI.19.	Diagrama de proceso análisis Vitamina A (Retinol-Acetato) por HPLC	159
Figura AVI.20.	Diagrama de proceso análisis Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC	159
Figura AVIII.1.	Diagrama de Gantt Ceniza	160
Figura AVIII.2.	Diagrama de Gantt Proteína	160
Figura AVIII.3.	Diagrama de Gantt Extracto etéreo	160
Figura AVIII.4.	Diagrama de Gantt Fibra cruda	160
Figura AVIII.5.	Diagrama de Gantt Humedad	160
Figura AVIII.6.	Diagrama de Gantt Humedad en estufa de vacío	160
Figura AVIII.7.	Diagrama de Gantt Consistencia	160
Figura AVIII.8.	Diagrama de Gantt Características funcionales	160
Figura AVIII.9.	Diagrama de Gantt Coliformes- Número más probable (NMP)	160
Figura AVIII.10.	Diagrama de Gantt Estafilococos Áureos – Contaje en placa	160
Figura AVIII.11.	Diagrama de Gantt Hongos y levaduras	160
Figura AVIII.12.	Diagrama de Gantt Salmonella	160
Figura AVIII.13.	Diagrama de Gantt Minerales por digestión microondas	160
Figura AVIII.14.	Diagrama de Gantt Porcentaje de gelatinización	160
Figura AVIII.15.	Diagrama de Gantt Ácidos orgánicos por HPLC	160
Figura AVIII.16.	Diagrama de Gantt Azúcares por HPLC	160
Figura AVIII.17.	Diagrama de Gantt Beta carotenos por HPLC	160
Figura AVIII.18.	Diagrama de Gantt Vitamina C (Acido ascórbico) por HPLC	160

Figura AVIII.19.	Diagrama de Gantt Vitamina A (Retinol-Acetato) por HPLC	160
Figura AVIII.20.	Diagrama de Gantt Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC	160

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I: Lista de análisis y precios DECAB, validado desde 26 de febrero del 2010	141
ANEXO II: Formato de registro de datos para la cuantificación de Vitamina A por HPLC	144
ANEXO III: Lista conjugada con relación al número de análisis e ingresos	148
ANEXO IV: Analitos con certificación A2LA y OAE – QC y PT	150
ANEXO V: Lista conjugada – número de análisis e ingresos	154
ANEXO VI: Diagramas de proceso	158
ANEXO VII: Cursogramas analíticos	160
ANEXO VIII: Cursogramas analíticos y Diagramas de Gantt de procesos mejorados	162
ANEXO IX: Cálculo de reactivos	165
ANEXO X: Calculo de costos	168
ANEXO XI: Cálculo de costos propuestos	170
ANEXO XII Proforma de equipos	172
ANEXO XII. a: Proforma de plancha de calentamiento con agitación	172

ANEXO XII. b:	
Proforma de secador y extractor de fibra	173
ANEXO XII. c:	
Proforma sistema de cuantificación de proteína	174
ANEXO XII. d:	
Proforma multiwave 3000	175
ANEXO XII. e:	
Proforma calorímetro diferencial de barrido DSC	176

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal optimizar el proceso de análisis de los laboratorios de Absorción Atómica, Bromatología, Microbiología y Química de Alimentos y Nutrición (QAN) del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología (DECAB), con miras a mejorar la productividad, definida como “número de análisis por unidad de tiempo”.

Para cumplir el objetivo planteado se procedió de la siguiente manera:

Se tabularon los servicios de análisis ofertados en el DECAB durante los años 2006, 2007, 2008 y 2009, y se compararon con los que figuran en la lista depurada de servicios que se estableció el 26 de febrero del 2010 y se encuentra listada en el Anexo I. Estas listas se conjugaron en una tercera lista, que se encuentra referenciada en el Anexo III y contiene la cuantificación por año del número de análisis realizados y los ingresos generados de 103 servicios ofertados.

La lista conjugada permitió realizar la comparación con la lista de análisis que tenían acreditación con A2LA y el OAE hasta el 2009 y las muestras de control y PT realizadas durante el período de estudio como se muestra en la Tabla AIV.2. El análisis de los datos reportó que 26 servicios presentaron control de QC y PT y tenían alguna acreditación y los 77 no presentaron control. Además se pudo observar que los 26 servicios que tenían acreditación estaban acreditados en diferentes matrices dando un total de 96 analitos que debían mantener control de QC y PT, por ejemplo el servicio ceniza tenía acreditación en la matriz carnes y productos cárnicos y cereales y derivados como se muestra en la Tabla AIV.1.

Para el análisis se realizaron dos tabulaciones básicas que provienen de la lista conjugada. La primera de ellas correlaciona los laboratorios del DECAB (ver lista en el Anexo V Tabla AV.1.) con el nombre de cada servicio ofertado, y con el número de prestaciones generadas durante los años 2006, 2007, 2008 y 2009 y la segunda tabulación que se realizó, correspondió a los mismos servicios,

laboratorios, y años mencionados en la primera, pero correlacionándolos con los ingresos en dólares generados (ver lista en el Anexo V, Tabla AV.2.).

Las tabulaciones mencionadas permitieron confeccionar histogramas para los servicios de análisis y gráficos de barras para los ingresos generados, estos se pueden encontrar en las páginas 49 a la 54. En los gráficos no se pudo identificar estadígrafos de tendencia central, por esta razón se aplicó la regla del 80:20 o Pareto y se seleccionaron 20 analitos para analizarlos a profundidad, estos se pueden encontrar en la Tabla 3. 9.

El procedimiento correspondiente a cada una de las metodologías seleccionadas fue sometido a una revisión bibliográfica y elaboración de diagramas de flujo de proceso detallados, que se validaron en cada laboratorio; los diagramas de flujo del proceso se construyeron utilizando simbología estándar ASME, 2004; ISO, 2005 y ANSI, 2011 y los documentos respectivos pueden encontrarse en el archivo electrónico pertinente Anexo VI, en el CD adjunto; estos diagramas mostraron una gran variedad de actividades propias de cada metodología y que constituyen una fuente importante para los procesos de capacitación de nuevo personal.

Para cada uno de los procedimientos se realizó el respectivo levantamiento de tiempos y movimientos que consistió en cuantificar por varias ocasiones los tiempos respectivos de procesamiento para una determinada matriz y el registro en los cursogramas analíticos que se pueden encontrar en el archivo electrónico Anexo VII, en el CD adjunto; estos cursogramas contienen la cuantificación de tiempos totales, operación, transporte, espera e inspección y las respectivas distancias relacionadas al proceso reportando diferentes tiempos y distancias para cada una de las metodologías seleccionadas, estos tiempos permitieron realizar una estimación de costos para cada una de las metodologías.

El levantamiento inicial de la información permitió analizar posibles mejoras que pueden contribuir a disminuir tiempos totales de procesamiento y la cuantificación de tiempos estándar con el reporte de economía de tiempos de alrededor del

79%, estos resultados permitieron estimar costos con reducciones de hasta el 78%.

Los métodos empleados en su gran mayoría son estandarizados y no permiten cambios drásticos en la cuantificación de un determinado analito, pero se encontró que aplicando una distribución adecuada del trabajo se podría lograr un ahorro de tiempo de alrededor del 74% como se muestra en la Tabla 3.30.

Los resultados encontrados permitieron realizar un estudio preliminar de mercado que consistió en determinar el número de clientes por año que solicitaron el servicio de análisis, observándose una mayor afluencia de clientes en el año 2008 y la posible competencia de ocho laboratorios acreditados en la ciudad de Quito, especialmente en el área de bromatología y microbiología; estos factores obligan al DECAB a actualizar la tecnología existente con la adquisición de equipos que procesen mayor cantidad de muestras en tiempos más cortos, material fungible y capacitación del personal con un total de inversión de 321 000 dólares recuperados en 6 años considerando ingresos promedios de 35 000 dólares.

La reingeniería involucra cambios, que en algunos casos se convierten en radicales, así por ejemplo si se conjuga la adopción de nuevas metodologías en el laboratorio de Microbiología y cambios de tecnología e instalaciones junto a capacitación continua y cambio de hábitos en el personal que forman parte del proceso de análisis, se puede lograr una mayor satisfacción del cliente en cuanto a tiempo y costo del servicio se refiere.

INTRODUCCIÓN

El DECAB es un departamento de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional (EPN), que realiza actividades de docencia, investigación y extensión, como una de las actividades de extensión el DECAB presta servicios de análisis físicos, químicos y microbiológicos para usuarios internos y externos, los cuales proporcionan ingresos al departamento y a la EPN.

En el área de servicios, el DECAB mantiene los laboratorios de Bromatología, Microbiología, Química de Alimentos y Nutrición, Bioprocesos, Planta Piloto, Pulpa y Papel, Pos cosecha y Centro de Investigaciones Aplicada a Polímeros; cada uno de estos con su propia infraestructura y equipos para la realización de análisis específicos.

En la actualidad los clientes exigen que los servicios se realicen a menor costo y con mayor calidad, por ello el costo y la calidad son características fundamentales que se deben tener en cuenta al momento de ofertar un servicio; para esto se debe administrar cuidadosamente los recursos productivos, por tanto la interacción cliente – servicio- cliente es la esencia de muchos sistemas de prestaciones de servicio (Lefcovich, 2009, p. 42).

Por otra parte, el incremento de laboratorios acreditados que compiten directamente con el DECAB causó una disminución en la demanda e ingresos en el servicio de análisis, este decremento sugirió la necesidad de abordar esta problemática durante las jefaturas 2002- 2005 y 2005-2008.

El estudio de la problemática planteada incluirá el uso de la reingeniería de métodos que es una técnica que permite aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción (Bello, 2006, p.346). Entre la diversidad de metodologías que se pueden aplicar para mejorar los procesos productivos, se escogió el estudio de tiempos y movimientos de trabajo, el cual

puede ayudar a encontrar una mejor alternativa para producir, controlando los tiempos y distancias involucradas en cada actividad (Niebel y Freivalds, 2004, p. 373).

La técnica de el estudio de tiempos y movimientos de trabajo para el estudio de servicios ofertados por el DECAB, utilizará la técnica de estudio de tiempos con cronómetro, estudio de tiempos de opinión experta, tiempos predeterminados y datos históricos (Meyers, 2000, p. 5), que permitirán plantear posibles reestructuraciones de estrategias, acciones y políticas a implementar, considerando las mejores opciones para abrir la posibilidad de competir en el mercado de análisis y generar mayores beneficios para la EPN.

El estudio planteado consistió en establecer la capacidad de producción y los costos reales de los análisis ofertados por el DECAB evaluando la situación actual correspondiente a los años 2009, 2010 y 2011, para posteriormente sugerir cambios a los procesos de análisis de los laboratorios de Bromatología, Microbiología, Absorción Atómica y Química de Alimentos y Nutrición. Los resultados obtenidos ayudarán a orientar posibles reestructuraciones de estrategias, acciones y políticas a implementar.

GLOSARIO DE SIGLAS

EPN	Escuela Politécnica Nacional
DECAB	Departamento de Ciencia de los Alimentos y Biotecnología
HPLC	Cromatografía líquida de alta resolución (siglas en inglés)
NMP	Número más probable
m/o	Microorganismos
PTSS	Sistema de estándares de tiempo predeterminados (siglas en inglés)
PV	Precio de venta
TN	Tiempo normal
TO	Tiempo medio observado

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS: Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles para estudiarlos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra (Escalona, 2009, p. 8).

ESTUDIO DE TIEMPOS: Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo y el tiempo relacionado a cada una de las actividades (Escalona, 2009, p. 8).

MEDICIÓN DEL TRABAJO: Aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida al efectuarla según una norma de ejecución preestablecida (Escalona, 2009, p. 25).

MÉTODO: Es una palabra que proviene del término griego *methodos* “camino o vía” y que se refiere al medio utilizado para llegar a un fin (Eyssautier, 2006, p. 92); por tanto en reingeniería se refiere a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción.

PROCEDIMIENTO: Se define como la presentación por escrito, en forma narrativa y secuencial, de cada una de las operaciones que se realizan en una determinada actividad, explicando en qué consisten, cuánto, cómo, dónde, con qué, y cuánto tiempo se hacen y señala los responsables de llevarlas a cabo (Palma, 2009, p. 5).

PROCESO: Conjunto de actividades relacionadas y secuenciales que convierte unos factores iniciales (inputs) en bienes o servicios deseados (outputs), y les añade un valor a los mismos (Lefcovich, 2009, p. 10).

PRODUCTIVIDAD: Puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados es decir salida/entradas (Jiménez et al., 2009, p. 6)

REINGENIERÍA: Es la revisión de los procesos, a fin de hacerlos mucho más efectivos (Mora y Schupnik, 2009, p. 5).

1. PARTE TEÓRICA

El hombre continuamente se encuentra buscando respuestas a las diferentes interrogantes que encuentra y una vez que soluciona estas respuestas encuentra nuevas; esto ha hecho que el funcionamiento de las empresas haya evolucionado desde su creación hasta la actualidad y haya mejorado su especialización, con cambios no solo al material sino también a la productividad y trabajo mental.

Actualmente se notan dos problemas de la especialización en las diferentes áreas de trabajo:

- Cada persona es responsable de una parte del proceso, nadie es responsable del total y del producto del proceso.
- No se aprovecha las destrezas, habilidades y conocimiento del trabajador (Mora y Schupnik, 2009, p. 4).

Estos problemas de la especialización conllevan a una respuesta lenta por parte de la empresa frente a los cambios que exige el mercado, en esta época de cambio acelerado en los aspectos sociales, económicos y tecnológicos; el modelo de mando y control de la administración se ve como un sistema organizativo cada vez menos eficiente y las estructuras no logran responder a los cambios antes mencionados (Giannetto, 2011, p. 24; Albani y Dietz, 2009, p. 275).

Los cambios acelerados en el mercado de productos y servicios obligan a las organizaciones a reaccionar ante esta situación y aplicar reingeniería en la cadena productiva (Hammer y Stanton, 1995, p. 101; Champy, 1996, p. 9), para lograr procesos eficientes que generen la satisfacción de los clientes y la erradicación de antiguas prácticas de funcionamiento de las empresas (Fornell, 2008, p. 17); además la reingeniería busca mejorar los procesos productivos con la integración del trabajo, el trabajador, la organización y su cultura para maximizar la rentabilidad de la organización (Manganelli y Klein, 2004, p. 10).

En la actualidad la creación de una empresa se ve justificada por la presencia del cliente, quien recibe bienes y servicios que satisfacen sus necesidades, por tanto

la reingeniería debe concentrar su mayor esfuerzo en establecer estrategia corporativas que eliminen todo lo que no tenga valor para el cliente (Alarcón, 1998, p. 21).

1.1. REINGENIERÍA DE MÉTODOS

La reingeniería según establecen varios autores es “el acto de volver a pensar en los fundamentos y el rediseño de los procesos de negocios, con el fin de lograr mejoras considerables en las medidas críticas contemporáneas del desempeño, tales como costo, calidad, servicio, mayor ventaja competitiva de la organización y rapidez” (Manganelli y Klein, 2004, p. 10; Hammer y Stanton, 1995, p. 17; Hammer y Champy, 1995, p. 33; Morris y Brandon, 1996, p. 57).

Además la reingeniería según el nuevo concepto administrativo se le conoce con el nombre de “recomienzo” o “reinicio”, ya que las estrategias de cambio deben estar orientadas con base en la siguiente reflexión: Si hoy volviera a comenzar la compañía desde cero con todas las experiencias vividas y la tecnología actual, ¿cómo sería?” (Hammer y Champy, 1994, p. 35; Koontz y Weihrich, 2004. p. 33).

Por ello, para que una empresa realice reingeniería en sus procesos productivos tiene que ser capaz de deshacerse de las reglas y políticas tradicionales que aplicaba con frecuencia y estar dispuesta a cambiar para generar el incremento en la productividad de la empresa; cabe recalcar que el incremento de productividad es una necesidad de una empresa o negocio para lograr el crecimiento y aumento de rentabilidad (Medina, 2005, p. 296).

La reingeniería no es solo un programa de reducción de costos o reducción de trabajo, más bien implica un cambio en toda la organización, las estrategias utilizadas, el comportamiento de las personas que están dentro de la organización (Giannetto, 2011, p. 279); sin este cambio no existe reingeniería, pues esta no implica dar pasos pequeños y cautelosos sino aprovechar la creatividad, trabajo en grupo, confianza en sí mismo y en los cambios propuestos (Alarcón, 1998, p.

58); además busca lograr un mejoramiento significativo en los procesos, de manera que se cumpla con los requerimientos del cliente en lo concerniente a calidad, rapidez, innovación y ajuste a sus necesidades (Biasca, 2005, p. 43; Alarcón, 1998, p. 57).

De lo antes señalado se puede listar los aspectos importantes que se debe considerar en la reingeniería de un proceso productivo:

- Replanteamiento fundamental de lo que hace una organización y de los motivos por los cuales lo hace
- Rediseño radical de los procesos que se siguen en una empresa
- Orientación de la empresa hacia el cliente
- Restructuración administrativa o rotura de jerarquías funcionales
- Generación de nuevos sistemas de medición e información

La eficiencia de la reingeniería radica en la integración de cada uno de los diversos subsistemas que involucran la cadena productiva como se observa en la Figura 1.1 que muestra el proceso de transformación de insumos en productos, trascendiendo el sistema del proceso de negocios (centro de atención de la reingeniería) apoyados en el sistema de manejo de información que genera una retroalimentación al proceso de transformación y la frontera de la empresa (Champy, 1996, p. 10). El proceso de transformación está constituido por cuatro subsistemas que corresponden al sistema de negociación, sistema humano, sistema administrativo y tecnológico que corresponden a los focos de atención de la reingeniería; el proceso de transformación presenta como alimentación las necesidades del cliente y como producto la satisfacción del mismo.

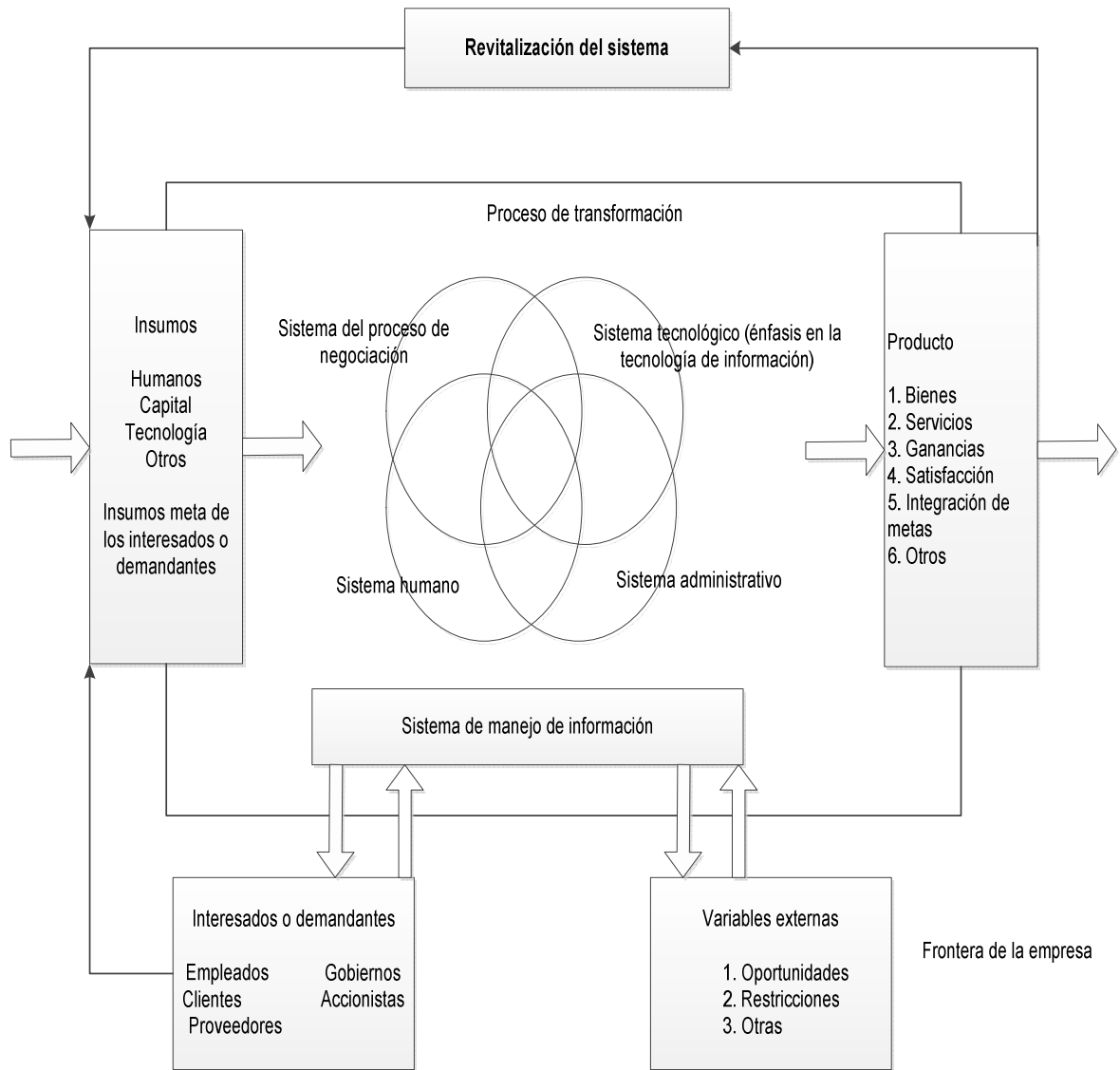


Figura 1.1. Proceso de transformación

(Buffa y Sarin, 1992)

La mejora de los procesos se ve influenciada directamente por la gente que hace realmente el trabajo; la gente es el activo más importante dentro de la organización y ella presenta mejores resultados cuando se ve involucrada en los cambios positivos de trabajo para mejorar la calidad, costos y tiempos de entrega de los servicios ofertados (Keller, 2009, p. 14; Hammer y Stanton, 1995, p. 129).

1.1.1. PRINCIPIOS DE REINGENIERÍA

La reingeniería se basa en las siguientes reglas:

Regla 1. Organizarse por resultados, no por tareas: Varias tareas se pueden combinar en un solo trabajo. El nuevo trabajo debe incluir todos los pasos para crear un resultado bien definido.

Regla 2. Eliminación de burocracia: El trabajador puede realizar sus propias compras y facilitar las adquisiciones necesarias para un ágil desempeño del proceso.

Regla 3. Recopilación y procesamiento de la información: El procesamiento de la información debe ser realizado por la persona que recopila la información; esto minimiza el tiempo necesario para que otro grupo concilie y procese esa información, disminuyendo considerablemente los errores.

Regla 4. Tratar la información dispersa como si estuviera centralizada: El trabajo en red disminuye los tiempos de búsqueda física de la información. La tecnología facilita el trabajo y mejora el control total de la empresa.

Regla 5. Controlar el proceso y situar la toma de decisiones en donde se desempeña el trabajo: Las decisiones deben ser parte del trabajo desempeñado.

Regla 6. Capturar la información en la fuente y una sola vez: La información se debe recopilar y capturar en línea solamente una vez y en la fuente en donde se generó. Este enfoque evita ingresos de datos erróneos y costosos reingresos (Grover y Kettinger, 1998, p. 45).

1.1.2. PROCESOS

Un proceso es un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y se desarrollan cronológicamente para cumplir objetivos establecidos cada actividad se forma por tareas que especifican como ejecutar el trabajo. Cada proceso ejecutado se caracteriza por la entrada y la creación de un producto o servicio de valor para los clientes internos o externos, que serán los que determinarán si el resultado obtenido responde a sus necesidades, por tanto todo proceso tiene como entrada los requerimientos del cliente y como salida la satisfacción del mismo (Alarcón, 1998, p. 16; Buffa y Sarin, 1992; Goldkuhl et al., 2008, p. 763).

La reingeniería de procesos considera las siguientes etapas (Manganelli y Klein, 2004, p. 11):

a) Plan de acción

- Identificación de usuarios y sus necesidades
- Definición de la necesidad de análisis del proceso
- Conformación de un equipo de trabajo
- Definición de la metodología a utilizar y las diferentes técnicas
- Capacitación de suministradores de información

b) Obtención de la información: Los datos recabados deben dividirse en variables discretas que son las que pueden asumir sólo ciertos valores, por lo general enteros, y en variables continuas que son las que se obtienen al medir con algún instrumento alguna característica expresándose en decimales (Marque, 1997, p. 1; Murray y Larry, 2002, p. 8; Duncan, 1990, p. 39).

c) Análisis de la información

- Definición de macroprocesos, procesos, procedimientos y tareas
- Identificación de procesos clave y procesos de soporte
- Construcción de diagramas de proceso

- Construcción de cursogramas analíticos
- Determinación de tiempos y movimientos

d) Reingeniería

La calidad, precio y tiempo de entrega de un producto o servicio se creía tradicionalmente que no podían ser mejorados en conjunto y solo podía ser mejorado uno de los tres, en la actualidad algunas organizaciones siguen conservando la creencia de que mejorar la calidad implica un precio más alto con mayor tiempo de producción del bien o servicio; sin embargo, cada día hay más empresas que saben que la calidad y la mejora de los diversos procesos influyen positivamente en los tres factores. Cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades y procesos hay equivocaciones y fallas de todo tipo, como por ejemplo (Adam y Ebert, 1991, p. 648):

- Paros y fallas en el proceso
- Re-procesos y retrasos
- Desperdicios
- Inspección excesiva para tratar que los productos de mala calidad no salgan al mercado
- Re-inspección y eliminación de rechazo
- Gastos por fallas en el producto y por devoluciones y reclamos
- Sub-utilización de recursos por una deficiente coordinación
- Problemas con proveedores
- Clientes insatisfechos y pérdida de ventas
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa

De forma contraria, algunas de las ventajas que se logran con el mejoramiento de los procesos de la empresa incluyen los siguiente (Adam y Ebert, 1991, p. 648):

- Mayor confiabilidad en los procesos de la empresa
- Menor tiempo de respuesta
- Disminución del costo

- Reducción de inventarios
- Operaciones más sencillas
- Mayor satisfacción del cliente
- Incremento de la moral de los empleados
- Incremento de las utilidades
- Menor burocracia

Es importante anotar que los procesos se mejoran para generar mayores beneficios y hacer más competitiva la empresa, por ello la inversión que se realiza vale la pena (De la Torre, 2009, p. 1).

Los procesos de mejoramiento requieren de tiempo. El cambio no se produce de la noche a la mañana. La evaluación debe ser permanente y mientras ésta se lleve a cabo, se tendrá necesidad de mantener los actuales procesos de la empresa. Algunas veces será obligatorio realizar procesos paralelos (antiguos vs. nuevos) para demostrar la efectividad del cambio propuesto (Adam y Ebert, 1991, p. 613; Chiavenato, 1993, p. 98).

1.1.3. PROCESOS vs REINGENIERÍA

La reingeniería se enfoca en lograr la competitividad de la organización, mejorando procesos desde el origen para generar ventajas competitivas basadas en los avances tecnológicos. Todo proceso de producción incluye un tiempo total que involucra una serie de tiempos, los cuales pueden ser economizados mediante la aplicación de la reingeniería de métodos. La Figura 1.2 muestra la oportunidad de reducir el tiempo de producción aplicando reingeniería de métodos y estudio de tiempos; el tiempo total de operación cuando no se utiliza ingeniería de métodos está constituido por el tiempo total de trabajo sumado a los tiempos inefectivos debido a retrasos, reprocesos, deficiencia en dirección o administración del trabajo, entre otros. La aplicación de la ingeniería de métodos

tiene por objetivo incrementar las oportunidades de economizar tiempos de trabajo (Espinosa, 2004, p. 3; Niebel y Freivalds, 2004, p. 5).

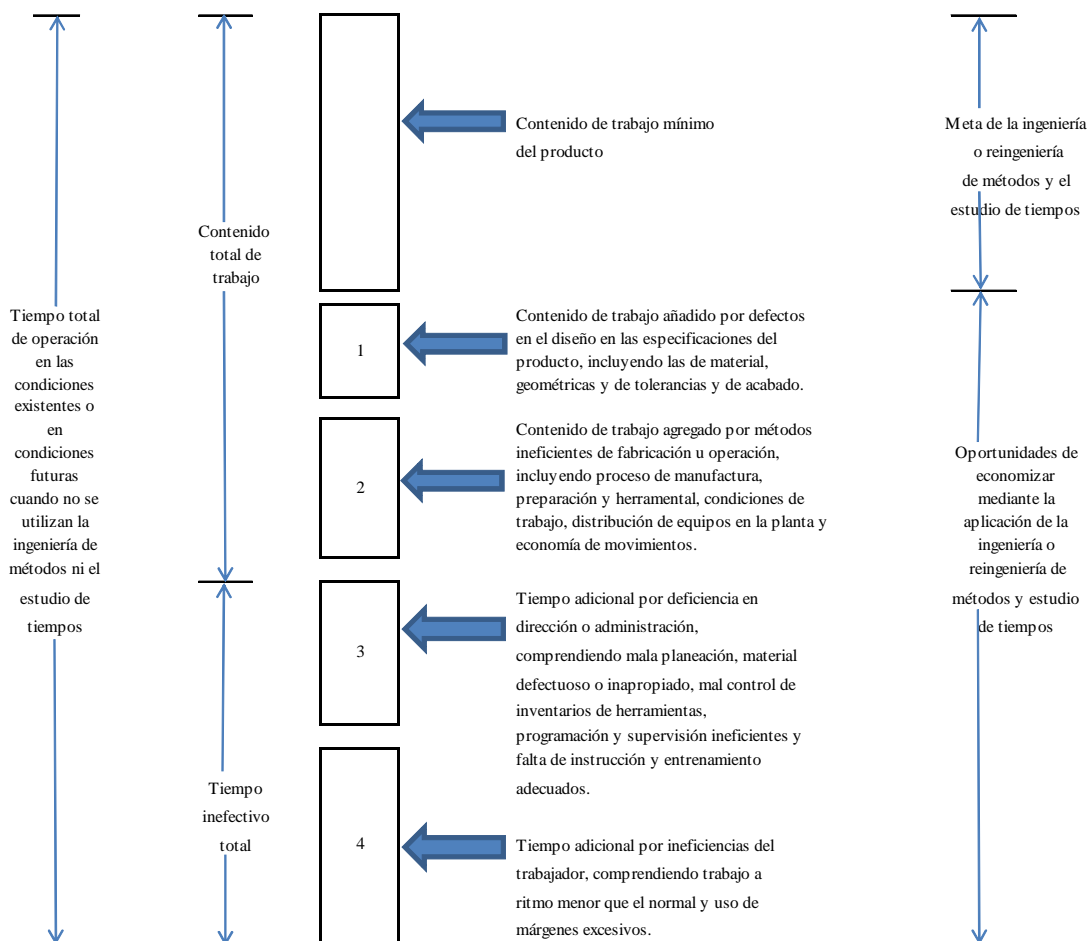


Figura 1.2. Oportunidades de ahorro con la aplicación de ingeniería de métodos y estudio de tiempos

(Espinosa, 2004, p. 3; Niebel y Freivalds, 2004, p. 5)

Los clientes en la actualidad son más exigentes y las empresas no logran satisfacerlos, una de las razones es que los métodos operativos han dejado de ser adecuados, en tal grado que el reordenamiento no es suficiente con la generación de tiempos totales de operación altos y la necesidad de re-estructurar procesos. Las características comunes en los procesos de negocios rediseñados se basan en establecimiento de procesos sencillos que generen importantes beneficios a las empresas (Grover y Kettinger, 1998, p. 8).

La Figura 1.3, señala los diferentes pasos que se deben seguir para alcanzar la mejora continua, pasando por una etapa de reingeniería de procesos y rediseñando los mismos completamente.

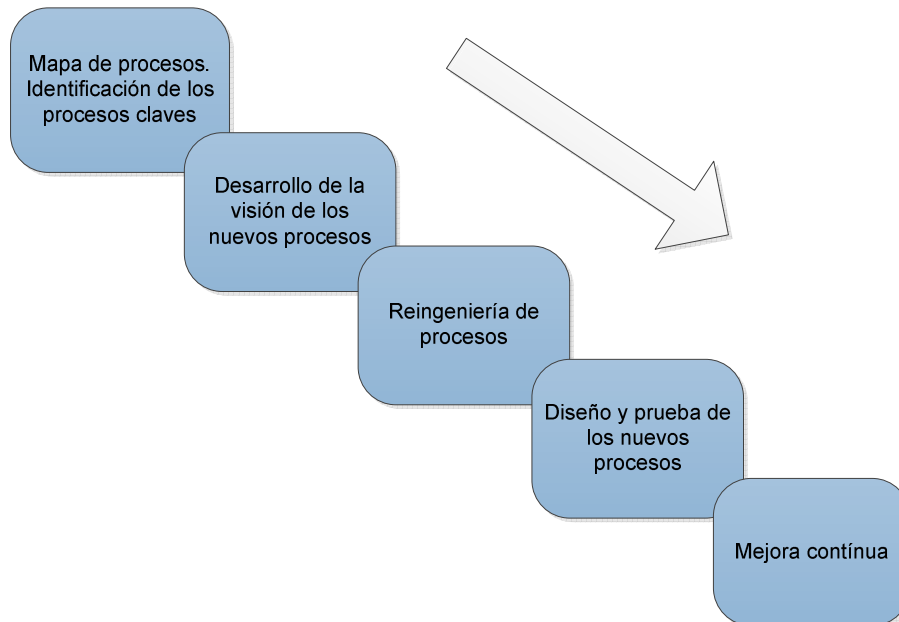


Figura 1.3. Reingeniería de procesos

(Adam y Ebert, 1991)

El instinto conservador de las organizaciones evita cambios radicales en los procesos de producción, por ello la mejora continua implica un término más amigable a las organizaciones que requieren de cambios sustanciales comparado con el término de reingeniería (Juran, Frank, Gryna y Bingham, 2005, p. 437; Medina, 2005, p. 277).

1.2. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

La experiencia ha demostrado que el establecimiento de estándares consistentes y razonables no puede ser determinado sólo con ver un trabajo y establecer el tiempo requerido para dicha actividad; también se sabe que cuando se usan estimaciones, los estándares se salen de contexto y los valores estimados

presentan una desviación sustancial de los estándares medidos, por tanto los registros históricos y las técnicas de medición del trabajo proveen valores más certeros comparados con los valores resultado de una estimación (Meyers, 2000, p. 205; Rodríguez, 2007, p. 45).

El tiempo total involucrado en la realización de un producto o servicio puede aumentar a causa de la mala utilización de modelos establecidos para la ejecución de un trabajo, procesos inadecuados, tiempos improductivos y deficiencias de la dirección o de los trabajadores. El incremento del tiempo total de ejecución reduce la productividad de la organización (Rodríguez, 2007, p. 46), por tanto en la actualidad las técnicas utilizadas para estudiar y medir el trabajo mejoran constantemente con el objetivo de corregir el mundo del trabajo y minimizar los desperdicios.

Las técnicas utilizadas para mejorar el trabajo se clasifican en: a) técnicas de estudios de tiempos, b) técnicas de análisis de movimientos y c) técnicas de uso de los estándares de tiempo (Crespo, 2003, p. 200).

- a) El estudio de tiempos:** generalmente se define como un procedimiento para establecer “un día de trabajo justo” es decir el tiempo que se demora el operario en realizar una tarea. El estudio de tiempos requiere que el operador esté familiarizado con la actividad realizada. Se debe elegir operarios capacitados y competentes.
- b) El estudio de movimiento:** analiza en detalle las distintas acciones para realizar una tarea. Esta técnica ofrece:
- Ahorrar recursos en cualquier empresa
 - Reducir elementos de varias tareas cuando se las combina
 - Reorganizar los elementos de una tarea para facilitarla
 - Simplificar la tarea poniendo componentes y herramientas cerca de su punto de uso
 - Reducir costos, por la simplificación de procedimientos (Mundel, 1984).

c) Uso de los estándares de tiempo: El estándar de tiempo es uno de los elementos de información de mayor importancia con el que se dan las respuestas a los problemas siguientes:

- Determinar el número de personas de producción que hay que contratar
- Determinar los costos de manufactura y los precios de venta
- Programar operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo usando menos inventario
- Determinar incentivos
- Evaluar ideas de reducción de costos y escoger el método más económico con base en un análisis de costos y no en opiniones (Meyers, 2000, p. 109).

El estudio de tiempo y movimiento no son completamente separables ya que forman parte del proceso y son de valor para una organización cuando se efectúan de una manera diseñada, incluyendo a las organizaciones gubernamentales que normalmente utilizan la técnica para determinar costos, ayudar a hacer factible el logro de los objetivos o para incrementar los logros específicos. Las medidas de efectividad en una empresa pública no están basadas en la economía sino en el logro o alcance de metas específicas y cumplimiento de programas (Caso, 2006, p. 14).

El estudio de tiempo y movimiento considera el bienestar de la organización con el aporte e interés fundamental de los empleados que la conforman, los mismos que deben apoyar las prácticas y procedimientos que establezca la administración referente a probar nuevas metodologías de trabajo y cooperar para disminuir fallas provenientes de las innovaciones, con el aporte de sugerencias para mejorar los procedimientos de trabajo. El trabajador que asume la responsabilidad del área de trabajo, se convierte en un ente de contribuciones reales, con el aporte de métodos ideales de trabajo que redundan en el beneficio de la organización.

1.2.1. TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

1.2.1.1. Estándares de tiempo

“La administración correcta del tiempo permitirá hacer más en un período. Si una persona administra su tiempo puede llegar más lejos y antes que sus compañeros, porque tendrá más tiempo” (Meyer, 2000, p. 287).

El estándar de tiempo se caracteriza por ser el tiempo necesario para generar un producto o servicio cuando se cumplen las tres condiciones siguientes:

- 1) Operador calificado y bien capacitado
- 2) Ritmo o velocidad normal de trabajo
- 3) Tarea específica: es una descripción detallada de lo que debe ejecutarse. La descripción de la tarea deberá incluir:
 - a) La descripción del método de trabajo
 - b) La especificación de los materiales utilizados
 - c) Las herramientas y equipos que se utilizarán
 - d) Las posiciones de entrada y de salida de los materiales utilizados
 - e) Otros requisitos como seguridad, calidad, limpieza y tareas de mantenimiento (Rodríguez, 2002, p. 104).

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, se dispone de un conjunto de técnicas las cuales se describen a continuación:

a) Sistema de tiempos predeterminados

Es la recopilación de tiempos válidos asignados a movimientos y a grupos de movimientos, que no pueden ser evaluados con exactitud. Es la técnica más rápida y económica de establecer estándares de tiempo. A partir de los estándares de tiempo anteriores, se trata de averiguar la variación del tiempo en los diversos trabajos o clases de máquinas (Niebel y Freivalds, 2004, p. 514;

Wygant, 2003, p 480; Meyers, 2007, p. 66, Caso, 2006, p.177). Se utiliza en las fases de planeación de un programa de desarrollo de un nuevo producto.

b) Estudio de tiempo por cronómetro

Es la técnica más usada para determinar con exactitud el tiempo para llevar a cabo una tarea establecida. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas (Niebel y Freivalds, 2004, p. 386; Meyers, 2000, p. 134; Meyers, 2007, p. 66; Caso, 2006, p. 51; Quesada, 1996, p. 37).

c) Muestreo del trabajo

El muestreo del trabajo constituye un método de observación al azar al desenvolvimiento de un operador en el área de trabajo, para determinar el tiempo invertido en el desarrollo de las actividades inherentes al trabajo.

El muestreo del trabajo se realiza mediante encuestas de opiniones verbales o bajo formatos establecidos y estadísticas de desempeño. Se observa a las personas durante su trabajo y se llega a conclusiones. Una persona que haya trabajado alguna vez con otra, ha llevado a cabo un muestreo del trabajo (Quesada et al., 1996, p. 26).

El muestreo del trabajo se divide en tres técnicas:

- Estudio de razones o proporciones elementales: Cada unidad de producción debe ser medida y comparada con el tiempo total, a ésta relación se conoce como razón entre los elementos.
- Estudios de muestreo de desempeño: Requiere observar al operador para calificarlo.
- Estudios de establecimiento de estándares de tiempo: Requiere cuantificar los tiempos involucrados a una determinada actividad para un operador calificado (Niebel y Freivalds, 2004, p. 525; Meyers, 2007, p. 88).

d) Tiempo de opinión experta y de datos históricos

Es una apreciación hecha por una persona con un gran cúmulo de experiencia en el área de trabajo. Muchos operarios se resisten a que una tercera persona establezca estándares de tiempo en el trabajo realizado y tienen razón; cada operario debe establecer su propio estándar de tiempo, para no generar resistencia. Los estándares de tiempo se utilizan para comparar trabajos antiguos con nuevos, por tanto estos estándares se utilizan en el sistema de control de rendimiento de la mano de obra; además se debe considerar que los estándares de tiempo históricos no muestran el tiempo que debió tomar el desarrollo del trabajo, convirtiéndose en una técnica ineficaz para el estudio de tiempos (Niebel y Freivalds, 2004, p. 514; Meyers, 2007, p. 90).

Cada uno de los casos antes señalados se utiliza dependiendo de la disponibilidad de datos, tiempo, recursos, opinión experta y el tiempo estimado para presentación de resultados; además la tecnología ha evolucionado rápidamente y se espera que en un futuro se cuente con instrumentos que realicen las determinaciones de tiempos de una forma ágil y directa. Según el estudio comparativo de técnicas utilizadas para el estudio de tiempos de Rico et al., 2005, p. 17 se demuestra que las técnicas de medición como videocámaras, cronómetros y sistemas computarizados no presentan variaciones significativas por tanto depende de la organización la selección de la técnica adecuada para el análisis.

1.2.1.2 Técnicas para el diseño de métodos

Las técnicas más utilizadas para el estudio de tiempos son:

a) Diagramas de proceso de la operación

Presenta una secuencia ordenada y cronológica desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado de las diferentes operaciones, inspecciones, holguras y materiales que intervienen en un proceso de manufactura o generación de servicio.

Un proceso está constituido por una secuencia de actividades relacionadas entre sí. El diagrama de proceso es una herramienta administrativa que se utiliza por la dirección para conocer cada una de las actividades involucradas a un proceso (Prieto y Lozano, 2009, p. 309).

La Figura 1.4 indica la simbología convencional utilizada para la realización de un diagrama de proceso.

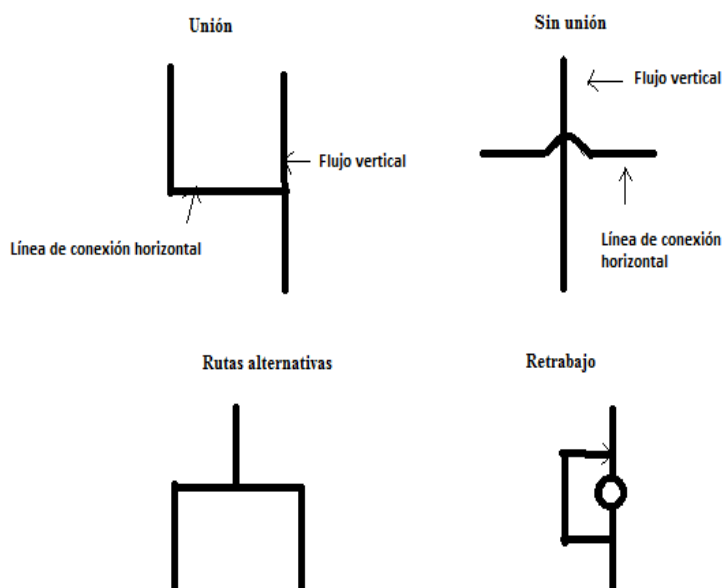


Figura 1.4. Simbología convencional para los diagramas de proceso

(Niegel y Freivalds, 2004, p. 32)

Las ventajas del diagrama de proceso son:

1. Identificar todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimientos, almacenamientos y retrasos al hacer una parte o completar un proceso.
2. Mostrar todos los eventos en la secuencia correcta.
3. Generar posibilidades de mejora.

b) Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso es una representación gráfica que emplea símbolos para esquematizar las etapas o pasos de un proceso y se caracteriza por tener secuencia lógica, por ello muestra con mayor detalle las operaciones e inspecciones de un proceso, todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta (Sampere et al., 2003, p. 7; Espinosa, 2004, p. 10).

El diagrama de flujo del proceso requiere símbolos adicionales a los que se usa habitualmente como se muestra en la Figura 1.5, basado en la simbología ANSI, 2011; ASME, 2004 e ISO, 2005, estos símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama (Avilez, 2009, p. 12), como se muestra en la Tabla 1.1.

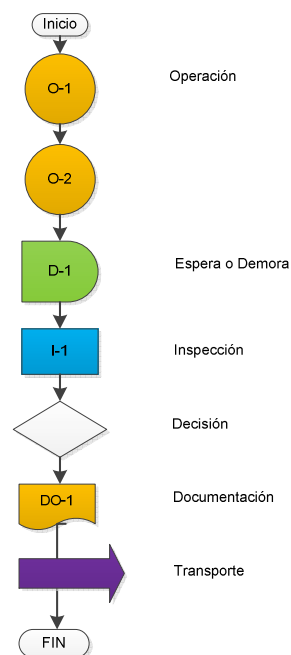








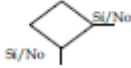


Figura 1.5. Ejemplo de diagrama de proceso

Tabla 1.1. Conjunto estándar de símbolo para diagramas de flujo del proceso

Simbología	Símbolo	Significado	Uso
ASME, ISO		Origen	Identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en si parte del nuevo proceso
		Operación	Indica las principales fases del proceso.
		Inspección	Indica cada vez que un paso del proceso se verifica en términos de la calidad, cantidad o características. Es un paso de control.
		Transporte	Indica cada vez que un ítem se mueve o traslada a otra lugar
		Demora o retraso	Indica cuando el proceso se encuentra detenido, ya sea por congestiónamiento, distancia, por espera de alguna provisión por parte de otra persona o el tiempo de respuesta es lento (Acosto y Arellano, 2009, p. 8).
		Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un ítem.
ANSI		Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo
		Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento
		Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos

(ANSI, 2011; ASME, 2004; e ISO, 2005)

El diagrama de flujo del proceso puede encontrarse inmerso en el cursograma analítico como se muestra en la Tabla 1.2 el cual constituye en un aporte para identificar costos ocultos no productivos, excesivas distancias recorridas y almacenamientos temporales. Además favorece:

- La comprensión del proceso debido a que el cerebro humano reconoce más fácilmente los símbolos que la escritura

- La identificación de los problemas y oportunidades de mejora de los procesos debido al reconocimiento de cuellos de botella, reprocesos, responsabilidades y puntos de decisión
- La capacitación a nuevos trabajadores y también a los que ejecutan la tarea cuando se realizan mejoras en el proceso

Tabla 1.2. Cursograma analítico de material para la preparación de publicidad directa por correo

Ubicación: Dorben Ad Agency		RESUMEN						
Actividad: Preparación de publicidad por correo		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
		Operación	4					
Fecha: 1-26-98		Transporte	4					
		Demora	4					
Operador: L. S.		Inspección	0					
		Almacenaje	2					
Analista: A.F.		Tiempo (min)						
Marque el método y tipo apropiados		Distancia (pies)	340					
Método: Actual (X) Propuesto ()		Costo						
Tipo: Obrero() Material (X) Máquina ()								
Comentarios:								
Descripción de la actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (m)	Método recomendado
Almacén	○	⇨	D	□	▽			
Al cuarto de compaginación	○	⇨	D	□	▽			
Compaginar por tipo	○	⇨	D	□	▽			
Compaginar cuatro hojas	○	⇨	D	□	▽			
Apilar	○	⇨	D	□	▽			
Al cuarto de doblado	○	⇨	D	□	▽			
Acomodar, doblar, plegar	○	⇨	D	□	▽			
Apilar	○	⇨	D	□	▽			
A la engrapadora de ángulo	○	⇨	D	□	▽			
Engrapar	○	⇨	D	□	▽			
Apilar	○	⇨	D	□	▽			
Al cuarto de correspondencia	○	⇨	D	□	▽			
Etiquetar con dirección	○	⇨	D	□	▽			
Al correo	○	⇨	D	□	▽			
	○	⇨	D	□	▽			
	○	⇨	D	□	▽			
	○	⇨	D	□	▽			
	○	⇨	D	□	▽			
	○	⇨	D	□	▽			

(Niebel y Freivalds, 2004, p.37)

El cursograma analítico señala que para cada evento del proceso, se debe marcar el símbolo correspondiente al evento e indicar el tiempo y la distancia recorrida; cada símbolo del evento debe estar conectado con líneas en forma secuencial

hacia abajo y la columna de la derecha provee espacio para colocar comentarios o recomendaciones de cambios potenciales. La distancia recorrida en un evento determinado se cuantifica con flexómetro, siendo usual no cuantificar eventos que generen movimientos de 1.5 m o menos, exceptuando distancias menores que influyan sobre el costo total (Niebel y Freivalds, 2004, p. 525).

c) Cuantificación de tiempos estándares

El tiempo estándar se considera como un tiempo que involucra el tiempo necesario para que un trabajador capacitado ejecute una tarea específica a un ritmo normal, las interrupciones propias del trabajo, el tiempo de fatiga y el tiempo necesario para que el trabajador pueda satisfacer sus necesidades personales (Bello, 2006, p 70; Meyers, 2007, p. 50). El tiempo estándar se calcula mediante la fórmula:

$$Ts = TN * (1 + K) \quad [1.1]$$

Donde:

Ts = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

K = Constante de suplemento de trabajo

La constante de suplemento de trabajo se calcula debido a que el operario no puede estar trabajando continuamente en la jornada laboral y debe realizar pausas para recargar energías y realizar sus necesidades personales por tanto estos períodos de inactividad se representan con la constante de suplemento de trabajo (K) y se calcula mediante la fórmula 1.2 considerando que el tiempo suplementario puede variar de 2 a 3 horas dependiendo la complejidad de la operación.

$$\text{Tiempo suplementario} = TN * K \quad [1.2]$$

El tiempo normal (TN) se calcula multiplicando el TR y FR

$$TN = TR * FR \quad [1.3]$$

Donde:

FR = Factor de ritmo

TR = Tiempo de reloj

El TR es el tiempo cronometrado de una operación y el FR es un factor de corrección debido a que existen trabajadores lentos, normales y rápidos en la ejecución de tareas. El FR se calcula comparando el tiempo de trabajo de un trabajador determinado con el tiempo de trabajo de un trabajador capacitado a un ritmo normal.

$$FR = \frac{\text{Tiempo operario normal}}{\text{Tiempo operario capacitado}} \quad [1.4]$$

1.3. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS

La prestación de un servicio o la elaboración de un producto tienen involucrado en toda la etapa productiva un costo como señala la Tabla 1.3, este permite fijar un precio que engloba el costo de producción y la ganancia por el cual se venderá el servicio o producto. La estimación de costos debe ser realista y reflejar el juicio ponderado del estimador con respecto a lo que puede realmente esperarse (Gray y Larson, 2009; Hitt, Ieland y Hoskisson, 2008, p. 154).

Tabla 1.3. Costos de manufactura y operación

Costos	
Costos de manufactura 50%	Mano de obra directa
	Materiales directos
	Costos generales
Costos de operación 50%	Costos de ventas y distribución
	Publicidad
	Gastos generales administrativos
	Ingeniería
	Utilidad
Total	

(Alarcón, 1998, p. 21; Saint, 1976, p. 1976)

Una organización puede “diseñar y producir a un precio determinado”. Si la predicción produce un precio que no es competitivo, la empresa debe 1) rediseñar

el producto, 2) mejorar los costos de producción, 3) utilizar un precio competitivo y aceptar un menor margen de utilidad o 4) hacer las tres cosas anteriores (Bello, 2006, p. 302).

Los problemas más comunes en el cálculo de las estimaciones de costos son:

- a) Información inadecuada
 - Datos inadecuados de productos
 - Datos inadecuados de costo de mano de obra
- b) Estimación poco cuidadosa
- c) Estimación optimista
- d) Fijación inapropiada de precios
- e) Selección y capacitación deficiente de estimadores

Para realizar una estimación de costos se debe considerar:

- El producto
- El proceso
- Los materiales
- Determinación de la secuencia del proceso
- Estándares de mano de obra
- Contabilidad de costos
- Mercadotecnia (Sullivan,Wicks y Luxhoj, 2004, p. 8; Lawrence, 1984)

1.3.1. REDUCCIÓN DE COSTOS

En la reducción de costos se debe considerar los costos de manufactura y de operación como describe Tanaka, 2007, p. 77 enfocando los esfuerzos en una estrategia corporativa, administración eficiente y automatización; considerando los requerimientos del cliente y no los de la organización (Alarcón, 1998, p. 21; Saint, 1976, p. 1976). La reducción de costo no es una fórmula matemática, sino una forma o procedimiento para pensar en cómo reducir los costos.

Para establecer una estrategia de reducción de costos se debe contestar las siguientes preguntas en cada evento de la etapa productiva: por qué?, qué?,

cuándo?, quién?, dónde? y cómo? como señala la Tabla 1.4; las respuestas a estas interrogantes ayudarán a buscar resultados que favorezcan a la reducción de costos (Sapag y Sapag, 2004, p. 109; Meyers, 2000, p. 48).

Tabla 1.4. Preguntas que se deben formular para reducir costos

Haga estas preguntas	Para cada	Buscar estos resultados
Por qué	Operación	Eliminar
Qué	Transporte	Combinar
Cuándo	Almacenamiento	Re- direccionar
Quién	Inspección	Simplificar
Dónde	Retardo	
Cómo		

La combinación y cambio de secuencia de las operaciones en un proceso productivo para crear un flujo de productos más homogéneos, es considerado en la actualidad como un concepto importante de la manufactura ágil y se consigue de dos maneras:

- “Cambiar la secuencia de las operaciones para que corresponda a la disposición física”
- “Cambiar la disposición física para que corresponda a la secuencia de las operaciones”

En muchas de las ocasiones mover la maquinaria para ajustar a la disposición física resulta ser la opción más económica; además se debe considerar que los diferentes materiales utilizados en la etapa productiva deben estar colocados en una misma estación de trabajo, con lo que se reduce el tiempo requerido para llevarlos y traerlos de otras estaciones simplificando el movimiento (Polimeri et al., 1994; Billene, 1999, p. 37).

Las interrupciones por falta de material, avería de equipos y adquisición no oportuna de insumos, aumentan el tiempo improductivo atribuible a los trabajadores, por tanto, el personal tiende a presentar molestia, desánimo y

desgano. Hay que notar que estas interrupciones se producen por una serie de medidas tomadas o dejadas de tomar por la dirección.

Por otra parte, el uso adecuado de la tecnología incrementa la posibilidades de la demanda de servicios y la generación de nuevos mercados (Tryggvason y Apelian, 2006, p. 14).

Los procesos mejorados ayudan a disminuir costos, tiempos de entrega y mejora de la productividad, incrementando la satisfacción del cliente.

La productividad es definida como la relación entre la cantidad de servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados (Barry, 2007, p. 604), o la cantidad de servicios por unidad de tiempo (Jiménez et al., 2009, p. 7). El término de productividad relaciona la calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación y tecnología. La mejora y el incremento de productividad dentro de la institución pública se ve frenada debido a:

- Falta de generación de incentivos para mejorar la productividad
- Salarios no vinculados al desempeño sino a incrementos por antigüedad
- Poca inversión para investigación y desarrollo
- Alejamiento entre la empresa privada y la universidad
- Deficiente uso de tecnologías informáticas
- Deficiente promoción de servicios
- Excesivas normas y regulaciones que tienden a generar resistencia al cambio y rechazo de los clientes
- Deficiente información de servicios a los clientes (Medina, 2005, p. 51)

Estos parámetros generan un freno considerable dentro de la implementación de cualquier tecnología para incrementar la productividad, ya que este incremento no solo depende de las personas que realizan los diferentes trabajos sino también se ve influenciado por la promoción de servicios, el primer contacto con el cliente y la información proporcionada del servicio ofertado.

El servicio generado debe satisfacer las necesidades del cliente que deben ser definidas previamente, estas necesidades pueden referirse a parámetros de calidad, precio y plazo de entrega. Las expectativas que cada cliente tiene son subjetivas y hacen que cada uno sea distinto, estas involucran el primer contacto con la organización, la presentación, la información proporcionada y que el servicio entregado sea lo que realmente el cliente quiere. Además, sí se cumplen las expectativas del cliente se asegura la fidelidad a la organización.

2. METODOLOGÍA

2.1. SELECCIÓN DE ANALITOS DE MAYOR VENTA

Para la selección de los analitos de mayor venta se tabularon los datos históricos de los años 2006, 2007, 2008 y 2009 correspondientes a los servicios de análisis que presentaron demanda en los laboratorios de Bromatología, Microbiología, QAN y Absorción Atómica, que se encontraron en archivo físico a cargo de la secretaría y una copia de respaldo a cargo de las analistas que realizaron el trabajo; para que la información en papel sea fácilmente cuantificable se convirtió en archivo electrónico, cuidando que las bases de datos generadas tengan el mismo formato.

Dado que a partir de febrero del 2010 se re-estructuró el sistema y se estableció una nueva “Lista de análisis y precios DECAB” (Anexo I) se construyó una tercera lista que conjugó las dos anteriores, esta lista permitió cuantificar el número de metodologías asignadas a cada laboratorio, la cuantificación respectiva de muestras control (QC), Proficiency testing (PT), analitos acreditados, clientes internos y externos, ingresos y demanda de cada uno de los servicios de análisis; además se determinó los analitos que durante el periodo de estudio no presentaron demanda interna o externa, demanda interna y no externa de servicios, analitos que se encontraron en la base conjugada y no se encontraron listados en la “Lista de análisis y precios DECAB-2010”.

La base de datos conjugada ayudó además a seleccionar los servicios de análisis más importantes dentro de un período con características constantes. Para determinar la lista de analitos de mayor venta, se manejó la lista conjugada de la siguiente manera:

- Se dividió la lista conjugada por laboratorio
- Se dividió los datos en variables discretas (análisis realizados) y continuas (ingresos generados)

- Se realizó un estudio de frecuencias para los análisis realizados, el cual consideró el establecimiento de rangos de estudio que correspondió a cada laboratorio
- Se construyó histogramas para los análisis realizados, para lo cual se ordenó de menor a mayor la demanda total de análisis de cada rango, se cuantificó la frecuencia relativa y el porcentaje acumulado de frecuencia para posteriormente construir el respectivo histograma
- Se analizó estadígrafos de tendencia central para los análisis realizados
- Se construyó diagramas de barras para los ingresos generados por analito durante el período en estudio, para lo cual se calculó el total de ingresos por cada analito; se ordenó de menor a mayor los ingresos generados, se calculó el porcentaje parcial para cada servicio ofertado y se realizó el respectivo diagrama
- Se analizó los respectivos diagramas de barras para identificar los que presentaron mayores ingresos

Dado que la diversidad de los servicios de análisis ofertados era muy grande, se procedió a seleccionar los considerados más importantes mediante el principio de Pareto o regla del 80:20 que dice que el 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo el 20% de los artículos en el inventario (Koch, 2009, p. 13; Meyers, 2007, p. 205) y se seleccionó los servicios que estuvieron sobre el 20% de influencia.

Los servicios de análisis seleccionados en una primera etapa se sometieron a una nueva evaluación que consideró los siguientes aspectos:

- Servicios que tuvieron incidencia en la frecuencia de análisis e ingresos generados
- Servicios que tuvieron incidencia en por lo menos dos años dentro del periodo de estudio 2006 – 2009
- Características propias de la demanda interna y externa de cada uno de los servicios
- Complejidad de la metodología aplicada para la cuantificación del servicio de análisis

Los aspectos antes mencionados dieron los lineamientos para seleccionar los analitos de mayor incidencia sobre la venta de servicios en el DECAB.

2.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ANALITOS SELECCIONADOS

Para evaluar la situación actual se consideró las condiciones de trabajo en los años 2009, 2010 y 2011 con relación a las condiciones de trabajo en el periodo de estudio 2006-2009.

Para la evaluación de la situación actual de los servicios de análisis, se utilizó la técnica de estudio de tiempos de opinión experta, tiempos predeterminados y de datos históricos.

Para comprender adecuadamente el desarrollo del trabajo se consideró que a cada servicio de análisis le correspondió una metodología; se recopiló cada una de las metodologías que correspondió a los servicios de análisis seleccionados que se encontraron vigentes en el año 2009, se sometieron a un análisis documental estableciendo cada una de las actividades involucradas en su ejecución y luego se verificó la aplicación dentro de los laboratorios.

La tabulación de datos correspondientes a órdenes de trabajo durante el periodo 2006 – 2009 permitió cuantificar el número máximo y mínimo de muestras procesadas y las horas hombre empleadas en la cuantificación, tiempo de recepción de muestras, tiempo de cuantificación de resultados y el factor de ritmo involucrado en el proceso de análisis calculado como señala la ecuación [4] del capítulo 1.

2.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROCESOS ACTUALES Y ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El DECAB según Dávila, 2009, “Figura 3.3.3 Organigrama Funcional del DECAB” está constituido por tres macroprocesos que son Docencia, Investigación y Extensión. El macroproceso de Extensión está constituido a su vez por tres procesos que son Consultoría e Ingeniería, Educación Continua y Servicios. El proceso de Servicios está constituido por subprocesos como Análisis y Servicios técnicos.

Para fines de este estudio, al subproceso de Análisis se le re-categorizó como Proceso de Análisis que involucra los subprocesos de:

- Proforma u oferta de servicios
- Recepción de muestras
- Ejecución del servicio proformado u ofertado
- Entrega de resultados

Este estudio se enmarca en el subproceso de ejecución de servicio ofertado, debido a que los otros subprocesos fueron abordados en el trabajo de Tesis “Propuesta de mejoramiento de los procesos críticos del DECAB, mediante la tecnología seis Sigma” planteado por el Ing. Jorge Dávila en el año 2009.

Para comprender adecuadamente la cadena de valor que sustenta el servicio de análisis que proporciona el DECAB, se conformó un equipo de trabajo constituido por representantes de las siguientes áreas: experto técnico, analista reingeniería, jefe DECAB, analista Absorción atómica, analista Bromatología, analista Microbiología, analista Química de alimentos y nutrición, servicio al cliente y secretaría; este equipo estableció las diferentes entradas, salidas y procesos de apoyo relacionados a cada subproceso y estableció un diagrama de flujo que contiene las diferentes áreas integrantes del proceso con sus respectivas tomas de decisión dentro de cada etapa.

Para cada servicio ofertado se encontró definido un formato de registro de datos que sirvió para asegurar la trazabilidad del servicio ofertado, el mismo que debió ser llenado por el analista y que incluyó en general datos relacionados con el pre-tratamiento de las muestras, preparación de soluciones y condiciones de operación y registro de los resultados como se muestra en el Anexo II.

Para cada uno de los servicios seleccionados se construyó los diagramas de proceso con la secuencia metodológica aprobada dentro del DECAB y se colocó las operaciones, demoras, inspecciones, transporte, reproceso y tiempos determinados por la metodología, utilizando la simbología ANSI, 2011; ASME, 2004 e ISO, 2005 para diagramas de flujo de proceso.

Luego del establecimiento de cada uno de los diagramas de proceso, se trasladó las diferentes actividades al cursograma analítico y se levantó y registró los tiempos y movimientos de cada una de las etapas de las metodologías seleccionadas y aprobadas en el DECAB, como señala la zona de color verde de la Tabla 2.1.

La cuantificación de tiempos y movimientos consideró análisis realizados con la misma matriz, por ejemplo para el análisis de humedad se consideró datos de tiempos y movimientos solo para cuantificaciones en harina. Además debido a las características de las metodologías y las actividades no repetitivas, la cuantificación de tiempos se realizó en minutos, a pesar que la metodología propuesta para la cuantificación de tiempos sugiere cuantificar en horas, utilizando un cronómetro digital Marca Thomas Scientific, Modelo 9371-W64, y las distancias recorridas en metros, utilizando un flexómetro.

Cada actividad se clasificó en operación, transporte, demora, almacenamiento e inspección y se conectó de forma secuencial, se estableció el número de determinaciones realizadas en cada etapa, se realizó el sumatorio de cada tipo de actividad y se cuantificó el tiempo en horas hombre que corresponde al tiempo utilizado por el personal para realizar una determinada actividad.

El levantamiento de la información referente a las distancias recorridas necesitó el establecimiento de planos iniciales de las diferentes áreas de estudio con la respectiva distribución de equipos dentro del laboratorio y medidas relacionadas, que contribuyeron al establecimiento de las distancias respectivas sin afectar el desarrollo normal del análisis y generar errores en la cuantificación de tiempos.

Tabla 2.1. Formato cursograma analítico

CURSOGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO /MATERIAL /EQUIPO					
DIAGRAMA No.	HOJA No.	RESUMEN						
Objeto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
ACTIVIDAD:	TIEMPO OPERACIÓN							
	TIEMPO TRANSPORTE							
	TIEMPO ESPERA							
	TIEMPO INSPECCIÓN							
	TIEMPO ALMACENAMIENTO							
METODO: ACTUAL/PROPUESTO	DISTANCIA (metros)							
LUGAR:	TIEMPO (horas-hombre)							
OPERARIO(S):	COSTO por hora							
FICHA No.1	MANO DE OBRA							
COMPUESTO POR: FECHA:	TOTAL							
APROBADO POR:	FECHA:	TOTAL						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES	
				○	→	▷	□	▽
Total.....		0,00	0					

Los datos reportados en el cursograma analítico permitieron cuantificar el número y tiempo de operaciones, transportes, esperas, inspecciones, almacenamientos relacionados al proceso de análisis; además la cuantificación de los porcentajes de espera y operación, horas hombre y distancias empleadas para la cuantificación de una muestra.

La interacción de diagramas de proceso, información proporcionada por los analistas, cursogramas analíticos y observación directa en las diferentes áreas de trabajo contribuyeron a la identificación de cuellos de botella dentro de cada una de las metodologías seleccionadas para el estudio. La evaluación consistió en la interacción de los diferentes parámetros y su influencia sobre el tiempo de entrega de resultados.

2.4. DEFINICIÓN DE PROCESOS MEJORADOS

Se realizó una evaluación del diagrama de flujo del servicio ofertado, cursogramas analíticos y el estudio de opinión experta de la situación actual de las metodologías empleadas y se propuso cambios para la cuantificación de un determinado analito sin alterar los parámetros propios establecidos para dicha metodología. Estas propuestas fueron cuantificadas en los casilleros de color amarillo del cursograma analítico Tabla 2.2, y en la Tabla 2.3 casilleros de color celeste se cuantificaron las posibles mejoras de cada una de las metodologías estudiadas.

Tabla 2.2. Cursograma analítico, propuesta de las actividades a realizarse

CURSOGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO /MATERIAL /EQUIPO			
DIAGRAMA No.	HOJA No.	RESUMEN				
Objeto:		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA
ACTIVIDAD:		OPERACIÓN				
		TRANSPORTE				
		ESPERA				
MÉTODO: ACTUAL/PROPUESTO		INSPECCIÓN				
LUGAR:		ALMACENAMIENTO				
OPERARIO(S):		DISTANCIA (metros)				
FICHA No.1		TIEMPO (horas-hombre)				
COMPUESTO POR: FECHA:		COSTO por hora				
APROBADO POR: FECHA:		MANO DE OBRA				
		TOTAL				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO		OBSERVACIONES
				○	→	▷
				□		▽
Total.....		0,00	0			

Tabla 2.3. Cursograma analítico, economía del estudio de tiempos y movimientos

CURSOGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO /MATERIAL /EQUIPO				
DIAGRAMA No.	HOJA No.	RESUMEN					
Objeto:	ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
	OPERACIÓN						
ACTIVIDAD:	TRANSPORTE						
	ESPERA						
	INSPECCIÓN						
ALMACENAMIENTO							
METODO: ACTUAL/PROPUESTO		DISTANCIA (metros)					
LUGAR:		TIEMPO (horas-hombre)					
OPERARIO(S):		COSTO por hora					
MANO DE OBRA							
FICHA No.1							
COMPUESTO POR: FECHA:							
APROBADO POR:		FECHA:		TOTAL			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SÍMBOLO			OBSERVACIONES
				○	⇒	□	▽
Total.....		0,00	0				

Para un mejor entendimiento del tiempo total de análisis, las actividades realizadas y los recursos ligados dentro de cada una de las metodologías estudiadas, se construyó el respectivo diagrama de Gantt con el apoyo del Programa Microsoft Project 2010; además se establecieron las recomendaciones de cambio para cada una de las metodologías seleccionadas.

La cuantificación de tiempos y distancias permitieron recalculer los porcentajes de tiempos de espera y operación, tiempo de reloj, horas hombres y distancias ligadas a los cambios propuestos en la cuantificación de un determinado análisis.

La comparación entre el estudio de tiempos y movimientos en el periodo actual 2009 – 2011 y los cambios propuestos, permitieron establecer los porcentajes de

economía de tiempo y movimiento para cada una de las metodologías seleccionadas y el cálculo respectivo del tiempo estándar mediante las metodologías propuestas por Bello, 2006; Niebel y Freivalds, 2004 y Meyers, 2007 como se muestra en la pág. 20 del Capítulo 1. El tiempo estándar constituyó un tiempo referencial dentro del DECAB, debido a que se tiene diversidad de matrices a analizar y cada una presenta variaciones en el proceso de cuantificación.

2.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS

En base al estudio de la situación actual y la definición de procesos mejorados se realizó de forma individual el cálculo y re-cálculo del costo de análisis, empleando el formulario que se presenta en la Tabla 2.4 en el que se consideró los costos de personal, equipos, insumos y material fungible como establece el método tradicional de aproximación de costos de abajo-arriba que describe la metodología de Tanaka, 2007 p.75. El costo de personal involucró el costo de analista, personal de mantenimiento y personal administrativo dividido para el número de muestras que se procesan, y el costo de equipos consideró la relación entre el costo de reposición, la vida útil del mismo y costo de mantenimiento; los costos antes mencionados permitieron calcular el costo total asignado a una determinada metodología e identificar el costo más influyente dentro de la cuantificación total.

Tabla 2.4. Formato para el costeo de análisis

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

ANÁLISIS:

PREPARADO POR:

FECHA:

1.- PERSONAL

PERSONA	TIEMPO (h)	COSTO HORA	COSTO TOTAL (\$)
ANALISTA			
MANTENIMIENTO			
ADMINISTRATIVO			
TOTAL PERSONAL			

2.- EQUIPOS (INCLUYE COSTO MANTENIMIENTO)

EQUIPO	MUESTRAS/CARGA	TIEMPO HORAS	COSTO
TOTAL EQUIPO			

3.- COSTO INSUMOS (CONSIDERAR PARALELAS Y ESTÁNDARES)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL
TOTAL REACTIVOS			

MATERIAL FUNGIBLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO REPOSICIÓN
TOTAL FUNGIBLES			

COSTO TOTAL	1 MUESTRA
Personal	
Equipo	
Insumos	
Costo	

2.6. ESTIMACIÓN DE LA POSIBLE MEJORA

La posible mejora se cuantificó realizando una comparación entre los resultados obtenidos en los cursogramas analíticos actuales y propuestos y costos actuales y propuestos. Se calculó el porcentaje de disminución de horas hombres mediante la ecuación 2.1, se estableció las acciones a tomar para incrementar el número de análisis y se determinó el porcentaje de incremento de número de análisis para

cada una de las metodologías; además se calculó el porcentaje de reducción de costos aplicando la ecuación 2.1.

$$\% \text{ Disminución} = \frac{\text{Actual} - \text{Propuesta}}{\text{Actual}} * 100\% \quad [2.1]$$

Los resultados obtenidos del análisis anterior permitieron calcular el incremento de productividad definido como número de análisis por unidad de tiempo. El incremento de número de análisis involucró cambios en la disposición de los diferentes laboratorios estableciendo posibles cambios en la distribución de los mismos.

2.7. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Cada una de las propuestas planteadas involucró el establecimiento del proyecto de Reingeniería de los Laboratorios de Bromatología, Microbiología, Absorción Atómica y QAN y proporcionó los lineamientos para incrementar la productividad.

El proyecto de Reingeniería debió estar sustentado en un estudio preliminar de mercado que permita determinar si existe posibilidad de recuperar la inversión planteada, por tanto se cuantificó el número de clientes por año los cuales fueron divididos en trabajos de tesis de grado, empresas privadas y públicas, además se realizó un análisis de los diferentes laboratorios acreditados que prestan sus servicios en la ciudad de Quito con relación a los analitos que presentaron mayor demanda en el DECAB y la comparación de precios en el mercado.

El análisis preliminar de mercado requirió de la matriz FODA – DECAB elaborada por Dávila, 2009, p. 106 y 107 que permitió establecer los diferentes cambios para ajustar las condiciones de trabajo al mercado.

El costo de implementación del proyecto constituyó la suma de los rubros asignados a cada una de las propuestas de cambio como establece la metodología propuesta por Jack y Clements, 2006, p. 24.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. SELECCIÓN DE ANALITOS DE MAYOR VENTA

En los años 2006, 2007, 2008 y mediados del 2009 se encontró que se aplicaba la siguiente política de fijación de costos:

- Pago diferencial de servicios prestados a proyectos.
 - a) No pago de costos de personal y equipos debido a que se consideraba como contraparte del proyecto establecido por la EPN y porque la mayoría de equipos se adquirieron con dinero de los proyectos.
 - b) Pago por parte del proyecto del costo de insumos, mediante la entrega de nuevos reactivos e insumos requeridos en los diferentes laboratorios.

La recolección y tabulación de los datos históricos correspondientes al periodo de estudio 2006-2009 permitió evidenciar lo siguiente:

- Determinados servicios ofertados implican un conjunto de cuantificaciones, como es el caso de “características funcionales” que incluye la cuantificación de índice de absorción de agua, poder de hinchamiento e índice de solubilidad; otro caso es “porcentaje de gelatinización” que implica el análisis de una muestra cruda y una cocida para hallar un solo valor.
- Reporte de horas hombres totales para un servicio ofertado que contiene varias metodologías dificultando la cuantificación individual.
- Varios nombres para un mismo análisis como es el caso de grasa por hidrólisis ácida o extracto etéreo por hidrólisis ácida, entre otras.
- Manejo inadecuado de bases de datos. Los valores ingresados correspondían a una celda de texto, los cálculos se los realizaba de forma manual y se ingresaba el valor correspondiente dentro de la celda, dificultando el análisis de datos.

- No existía tabulación de algunos parámetros como: horas hombre, tiempo total de entrega de resultados, día de recepción de la muestra, día de entrega de la muestra al analista y tipo de muestras a cuantificar, datos que se registraban en las órdenes de trabajo.

La base de datos generada proporcionó la siguiente información:

- a) Número de servicios ofertados por laboratorio como se muestra en el resumen de la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Número de servicios ofertados por los diferentes laboratorios del DECAB

Laboratorios		Número de metodologías
Absorción Atómica		8
Bromatología		67
Microbiología		9
QAN	HPLC	15
	DSC	4

Los laboratorios de Absorción Atómica, Bromatología, Microbiología y Química de Alimentos y Nutrición (QAN), cuentan con una diversidad de servicios ofertados con su respectiva metodología. Las metodologías de Bromatología y Microbiología son técnicas estandarizadas, mientras que las metodologías de Absorción Atómica y QAN fueron validadas dentro de los respectivos laboratorios, siguiendo protocolos aprobados por el Organismo Ecuatoriano de Acreditación (OAE) y American Association for Laboratory Accreditation (A2LA); esto hace que las metodologías a seguir para la cuantificación no se puedan modificar drásticamente.

- b) La acreditación de laboratorios de análisis en el Ecuador se inició con el fin de obtener un informe técnico y confiable para el trámite del Registro Sanitario del Ministerio de Salud (OAE, 2011).

El Ecuador por el año 2001, cuando el DECAB decidió implementar dentro de los laboratorios la ISO 17025 no contaba con un organismo de acreditación

propio y, A2LA bajo el Proyecto de Comercio Exterior e Integración MICIP/ BIRF 4346-EC ofertaba este tipo de servicio. En el año 2002 el DECAB alcanzó la acreditación y las respectivas reconfirmaciones el 18 de Junio del 2005 y el 22 de julio del 2008 esta última válida hasta el 28 de febrero del 2010. En el año 2004 el gobierno de turno apoya el trabajo realizado por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana (OAE) y a partir del 22 de febrero del 2007 según decreto ejecutivo número 26, se oficializa el OAE como organismo de acreditación ecuatoriano, regido por el Consejo Nacional de Acreditación; señalando que los laboratorios de análisis deben presentar la documentación para la respectiva certificación con el organismo y el 04 de abril del 2005 el DECAB alcanza la acreditación.

La certificación bajo la norma ISO 17025 involucra la acreditación por analito y matriz específica. Los analitos acreditados con A2LA y el OAE se encuentran listados en el Anexo IV – Tabla AIV.1.

La norma ISO/IEC 17025 para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración exige que las metodologías bajo el sistema de acreditación deben mantener el control de los resultados mediante el uso de muestras control o Quality Control (QC) y pruebas interlaboratorios o Proficiency Testing (PT), además de un programa preventivo de mantenimiento de equipos utilizados dentro de la cuantificación, el uso de patrones y material de referencia, estándares certificados y reactivos no caducos, por tal exigencia el DECAB elaboró dentro de su sistema de calidad el procedimiento P5.9-01 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos, que describe la forma y el número de PT y QC realizados para el aseguramiento de la calidad de resultados; esto obligaba a realizar controles con PT y QC a los 99 analitos acreditados, el procedimiento se encuentra disponible impreso en el DECAB.

El análisis del Anexo IV- Tabla AIV.1: Lista de analitos acreditados bajo la certificación de A2LA y OAE y el respectivo control con muestras QC y PT permitieron evidenciar lo siguiente:

- Elevado número de analitos acreditados: de un total de 99 analitos acreditados, 87 tenían acreditación con A2LA y 95 con el OAE.
- Analitos acreditados que no presentaron demanda: durante los años en estudio, 60 analitos acreditados no presentaron demanda y no se realizó un control con muestras QC y PT, esta característica se encuentra representada con color celeste en el Anexo IV- Tabla AIV.1; con color amarillo los 12 analitos que no tuvieron demanda y presentan control con muestras PT como exige la norma; y con color verde los analitos que presentaron control solo con QC.
- QC y PT: el laboratorio de Microbiología presentó el mayor número de analitos acreditados, por tanto el mayor número de PT realizados durante el período en estudio como señala la Tabla 3.2, mientras que el Laboratorio de Bromatología presentó el mayor número de muestras QC realizadas.

Tabla 3.2. Analitos acreditados y PT realizados durante el período en estudio

LABORATORIO	Analitos acreditados	Total QC realizados (2006-2009)	Total PT realizados (2006-2009)
Absorción Atómica	10	658	82
Bromatología	17	1 010	94
Microbiología	66	830	121
QAN	6	761	15
TOTAL	99	3 259	312

La gran cantidad de analitos acreditados como se muestra en el Anexo IV dificultaba el control de cada uno de ellos, ya sea por falta de empresas que oferten los servicios de análisis interlaboratorios (PT) o por no contar con muestras de control que sirvan de patrón debido a la complejidad de crear dichas muestras debido al sustento estadístico de robustez que requieren; insuficientes recursos para poder cumplir los requerimientos de la norma como reactivos, estándares no caducos y material certificado;

programas de mantenimiento; capacitación continua de personal; falta de estudio de frecuencia de servicios ofertados; incremento de laboratorios acreditados a nivel nacional como se muestra en la Figura 3.1; desconocimiento de la capacidad de producción de cada uno de los servicios ofertados; falta de promoción de servicios y la crisis económica mundial que afectó a gran parte de los individuos generando una baja en la producción de empresas alimenticias (CIBC, 2008), todo esto ocasionó bajas en los servicios ofertados por el DECAB como señala la Figura 3.1 y el subsecuente cierre de la acreditación nacional e internacional decidida por la dirección del DECAB.

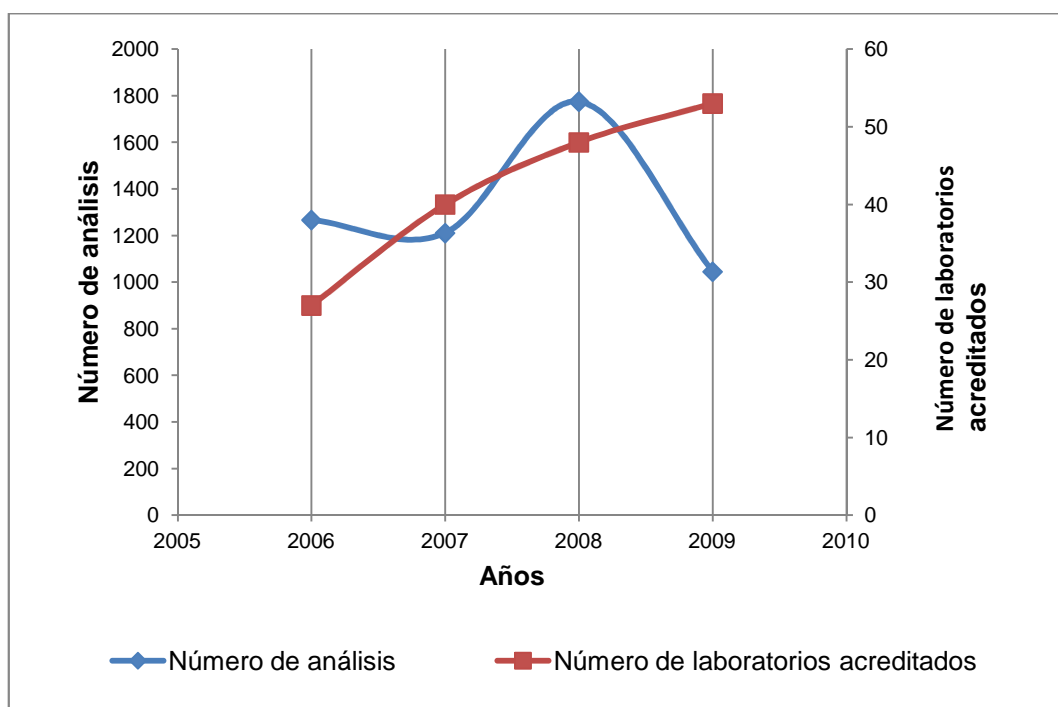


Figura 3.1. Número de análisis realizados en el DECAB y número de laboratorios acreditados por año

El análisis del Anexo IV- Tabla AIV.2: Lista conjugada con relación al número total de muestras QC y PT, permite evidenciar lo siguiente:

- Existen analitos que tienen las dos acreditaciones y presentan baja demanda de servicio, así es el caso de Sólidos solubles, Peso drenado, Cloruro de sodio entre otros.

- Existían analitos que presentaban demanda de servicio y no tenían control de muestras QC o PT
 - El analito sodio por digestión microondas no presentó demanda de servicio, sin embargo presentaba 11 pruebas interlaboratorios.
 - Los analitos que se encontraban acreditados requerían un control permanente de muestras QC como lo establecía el procedimiento P5.9-01 Aseguramiento de la calidad de resultados de ensayo, sin existir diferenciación alguna entre cuantificaciones realizadas para clientes internos (proyectos) y externos.
 - El control de los analitos acreditados involucraba costos de análisis ya que para cada determinación se requería analizar una muestra con su respectivo duplicado, la muestra de control respectiva y el blanco de reactivos.
 - En los laboratorios de Absorción atómica y QAN se realizaba el correspondiente duplicado de la muestra de control debido a la cantidad de muestra utilizada (0,25 g – 3 g) y las diferentes extracciones realizadas para la cuantificación de un determinado analito.
- c) Los clientes que solicitaron el servicio de análisis se clasificaron en clientes externos e internos.

Entre los principales clientes internos financiadores de proyectos de investigación se encuentra:

- Programas de la Comunidad Europea
- SENACYT (Secretaría nacional de ciencia y tecnología)
- Proyectos semilla de la Escuela Politécnica Nacional

En cuanto a los clientes externos el mayor solicitante fue el Programa Mundial de Alimentos hasta el 2008 y Calet Brett (Empresa contratada por el Programa Mundial de Alimentos) desde el 2008 hasta el 2009.

El número total de muestras analizadas en los diferentes laboratorios en los años en estudio, tanto para clientes internos y externos se encuentra tabulada en la Tabla 3.3, señalando que la mayor demanda de servicio la genera el laboratorio

de Bromatología como se muestra en la Figura 3.2, seguido de QAN, Absorción Atómica y Microbiología.

Tabla 3.3. Número de muestras analizadas por laboratorio durante el período en estudio

Laboratorios	Número total de muestras analizadas			
	2006	2007	2008	2009
Absorción Atómica	343	112	426	30
Bromatología	436	1 020	1 253	867
Microbiología	286	172	118	75
QAN	611	584	470	426

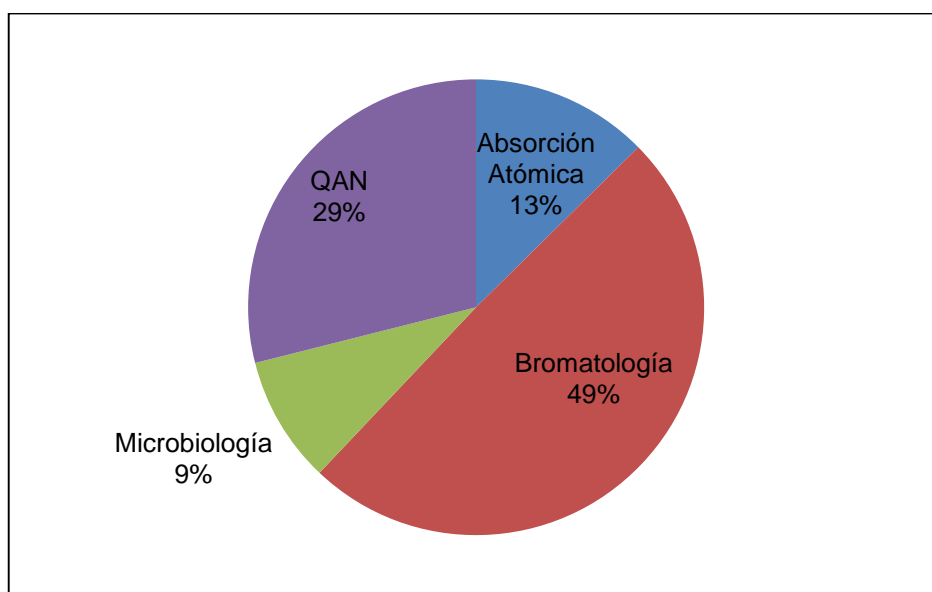


Figura 3.2. Distribución del número de análisis por laboratorio en el período 2006-2009 para las áreas de estudio

Los servicios ofertados por el DECAB no se limitan a clientes externos, sino también a internos como señala la Tabla 3.4; observándose que la mayor cantidad de servicios se realiza para clientes externos.

Tabla 3.4. Número de muestras analizadas por laboratorio y usuario durante los años de estudio

Laboratorios		Número total de muestras				Porcentaje de muestras analizadas para proyecto externo y proyecto por laboratorio
		2006	2007	2008	2009	
Absorción Atómica	Externo	295	76	292	28	75,9
	Proyecto	48	36	134	2	24,2
Bromatología	Externo	208	853	1 041	751	79,8
	Proyecto	228	167	212	116	20,2
Microbiología	Externo	211	78	44	64	60,9
	Proyecto	75	94	74	11	39,0
QAN	Externo	553	204	398	202	64,9
	Proyecto	58	380	72	224	35,1

Los servicios ofertados por el DECAB a clientes externos generaron ingresos como se muestra en la Figura 3.3 durante los años en estudio.

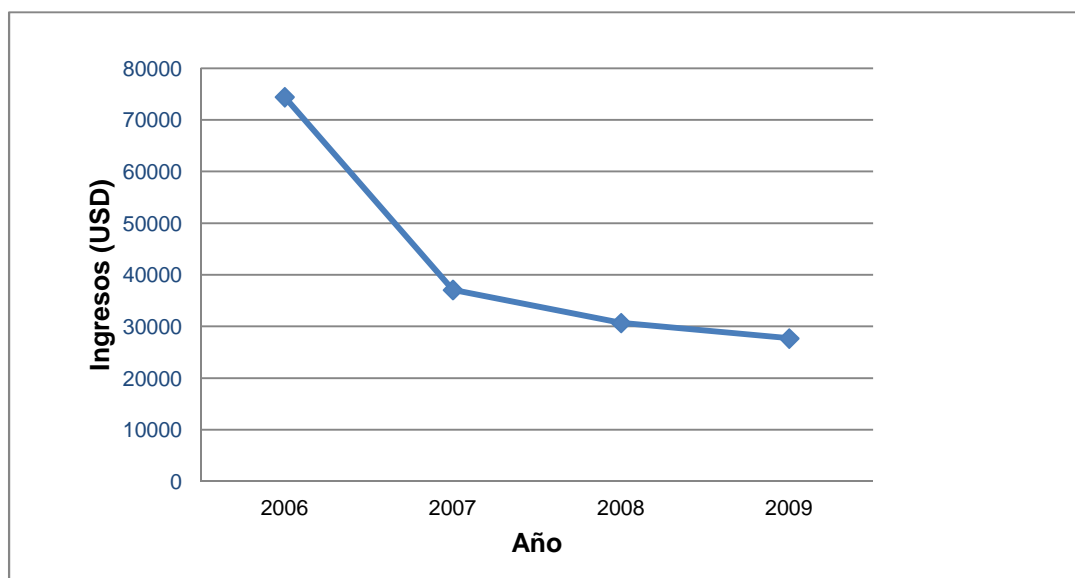


Figura 3.3. Ingresos de análisis externos por año

A partir de octubre del 2009 la administración del DECAB cambió las políticas con relación al servicio de análisis; es así que en febrero de 2010 existió una depuración de la "lista de análisis y precios DECAB" ofertados a los diferentes clientes, cambio de precios, facturación para todos los servicios ofertados con

excepción de las tesis de grado desarrolladas dentro del DECAB que por disposición legal no deben tener costo para el estudiante.

La “lista de análisis y precios DECAB” vigente desde el 26 de febrero de 2010 (lista DECAB 2010) fue elaborada por el Jefe del DECAB y un experto técnico y consideró los siguientes aspectos:

- Costos marginales: No se tomó en cuenta el costo de equipos debido a que la mayoría finalizaron su periodo de depreciación; el costo de personal, ya que la EPN paga mensualmente un valor definido por analista.
- Precio de venta de servicios de otros laboratorios: El DECAB fijó precios de mercado considerando los precios del Laboratorio OSP, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador y SEIDLA (Servicio integral de laboratorio).

Luego de crear la base de datos depurada correspondiente a los años en estudio se procedió a conjugar con la lista DECAB 2010 que incluyen 95 analitos desglosados por matriz, como es el caso de extracto etéreo en carnes, cereales y lácteos como se muestra en el Anexo I. La conjugación de las listas requirió tomar en cuenta los nombres de los analitos, sin considerar las matrices relacionadas, quedando un total de 74 analitos correspondientes a la lista 2010 que fueron conjugados con la base de datos generada.

El Anexo III presenta la lista conjugada con un total de 103 servicios ofertados, las frecuencias de prestación de los servicios y los ingresos generados desglosados por año 2006 a 2009. El análisis de dicha lista muestra que:

- 9 servicios de análisis reportados no presentaron demanda durante el periodo de estudio y constan en la lista DECAB 2010; esto se debe a que fueron metodologías utilizadas para la ejecución de algún proyecto de investigación o solicitado por algún cliente y luego quedaron en desuso, estas metodologías son: almidón, caracterización de granos, cloruros en agua, consistencia bostwick, índice de proteína dispersible

(lupino y soya), nitrógeno básico volátil, número de partículas alimentos envasados, sodio por digestión microondas.

- 6 servicios ofertados presentaron demanda interna pero no mostraron ingresos facturados como se observa en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Servicios ofertados que presentaron demanda interna en el periodo en estudio

DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 2010	Laboratorio	Frecuencia total de análisis	Ingresos totales (\$)
Antioxidantes		QAN	4	0,00
Antocianinas		QAN	4	0,00
Color Minolta	x	Bromatología	9	0,00
Extracto etéreo con hidrólisis ácida	x	Bromatología	12	0,00
Polifenoles		QAN	14	0,00
Rotenona por HPLC		QAN	1	0,00

- 23 tuvieron demanda de servicio pero no se encuentran incluidos en la lista DECAB 2010 como se muestra en la Tabla 3.6 y al presentar demanda de servicios no contemplados en la lista DECAB 2010 se aplicaban precios anteriores.

Tabla 3.6. Servicios que presentaron demanda y no se encuentran incluidos en Lista de análisis y precios DECAB en el periodo en estudio

DETERMINACIONES	Laboratorio	Frecuencia total de análisis	Ingresos totales (\$)
Alcalinidad total	Bromatología	2	20,33
Azúcar reductor	Bromatología	4	76,40
Azúcar total	Bromatología	1	21,00
Boro en agua	QAN	4	112,74
Carbohidratos totales	Bromatología	103	176,60
Granulometría	Bromatología	10	76,60
Índice de acidez	Bromatología	7	84,73
Índice de saponificación	Bromatología	6	88,13
Índice de solubilidad en agua	Bromatología	210	2226,00
Índice de yodo	Bromatología	6	98,53
Inhibidor de tripsina	Bromatología	2	57,79
Invermectina por HPLC	QAN	1	52,00
Peso drenado	Bromatología	1	5,00
Poder edulcorante	Bromatología	5	280,00
Remanente de peróxido	Bromatología	2	51,20
Sacarosa (método polarimétrico)	Bromatología	1	21,00
Selenio	Absorción Atómica	8	1350,19
Sólidos disueltos en aguas	Bromatología	1	9,60
Sólidos solubles	Bromatología	3	3,15
Sólidos totales	Bromatología	37	96,46
Textura	Bromatología	46	32,20
Ureasa	Bromatología	4	85,20
Viscosidad OBSIDIAN	Bromatología	9	90,00

Luego de analizar la Tabla 3.6 durante el periodo de estudio 2006 – 2009, se observó que algunos de los servicios ofertados presentaron demanda en un solo año como es el caso de Alcalinidad total, Azúcar total entre otros, disminuyendo el número de servicios ofertados no incluidos en la lista DECAB 2010 como se muestra en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Lista depurada de servicios que presentaron demanda y no se encuentran incluidos en la Lista de precios DECAB 2010

DETERMINACIONES	Laboratorio	Frecuencia total de análisis
Azúcar reductor	Bromatología	4
Carbohidratos totales	Bromatología	103
Granulometría	Bromatología	10
Índice de acidez	Bromatología	7
Índice de saponificación	Bromatología	6
Índice de solubilidad en agua	Bromatología	210
Índice de yodo	Bromatología	6
Sólidos solubles	Bromatología	3
Sólidos totales	Bromatología	37
Textura	Bromatología	46

3.1.1. SELECCIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS A ESTUDIAR

Para determinar la lista de servicios de análisis a estudiar, se dividió la lista conjugada Anexo III en laboratorios; cada laboratorio correspondió a un rango de estudio. Cada rango de estudio se ordenó de menor a mayor para identificar valores mínimos y máximos como se muestra en el Anexo V- Tabla AV.1 y Tabla AV.2 y se graficó la distribución de frecuencia de análisis y los ingresos generados Figura 3.4 a la Figura 3.13 en el periodo de estudio.

En el laboratorio de Bromatología se observó una gran cantidad de servicios ofertados, esto incrementó la dificultad en la selección de los servicios a estudiar, debido a la distribución multimodal presentada. En el laboratorio de Absorción atómica se observa una mayor demanda de determinación de hierro, mientras que el laboratorio de Microbiología presenta una mayor demanda en los servicios de análisis de coliformes y hongos y levaduras.

Por su parte, el laboratorio QAN presenta mayor demanda de servicio de análisis de vitamina C y mayores ingresos generados por los análisis de vitamina A, además de una mayor demanda de servicio e ingresos para porcentaje de gelatinización.

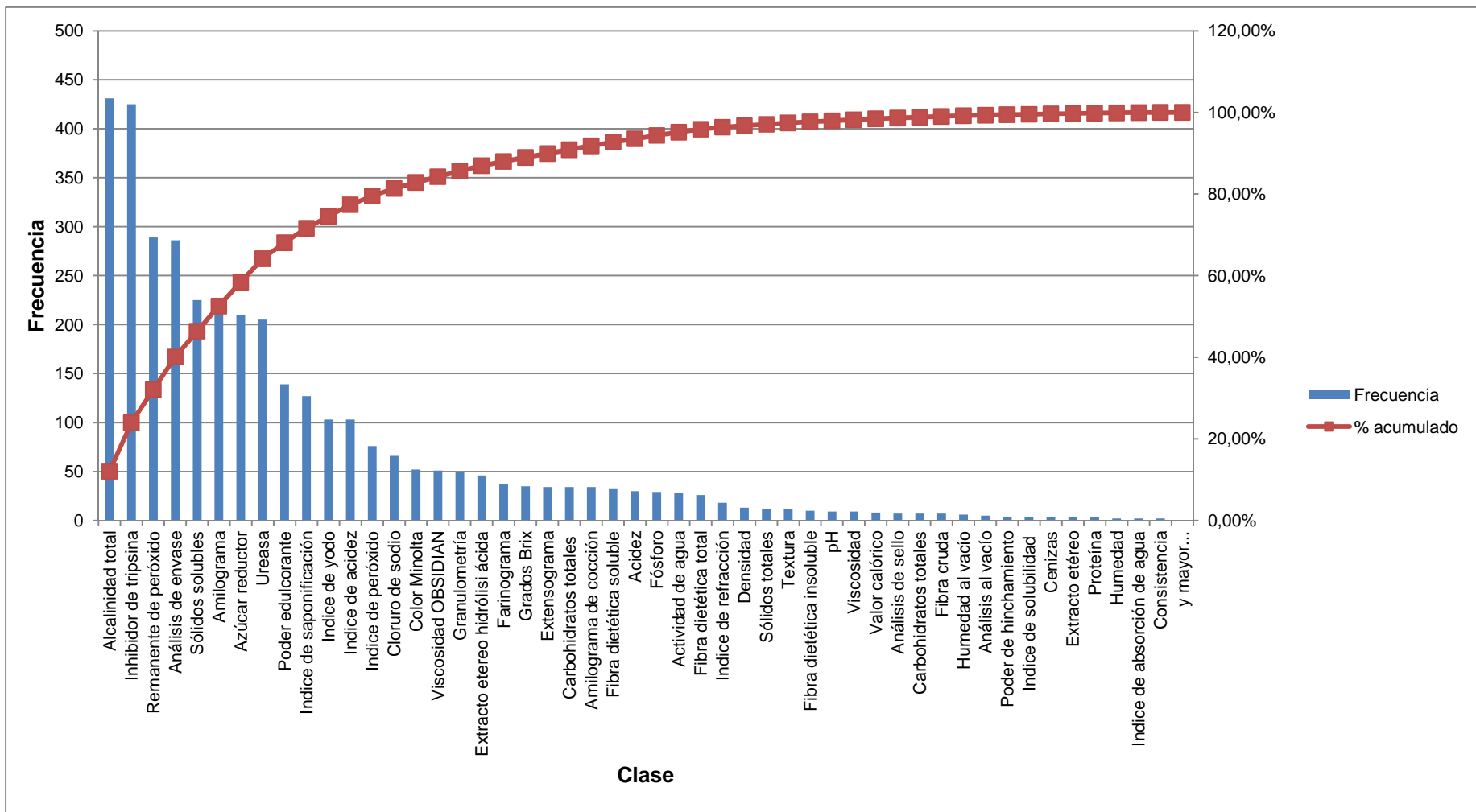


Figura 3.4. Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Bromatología

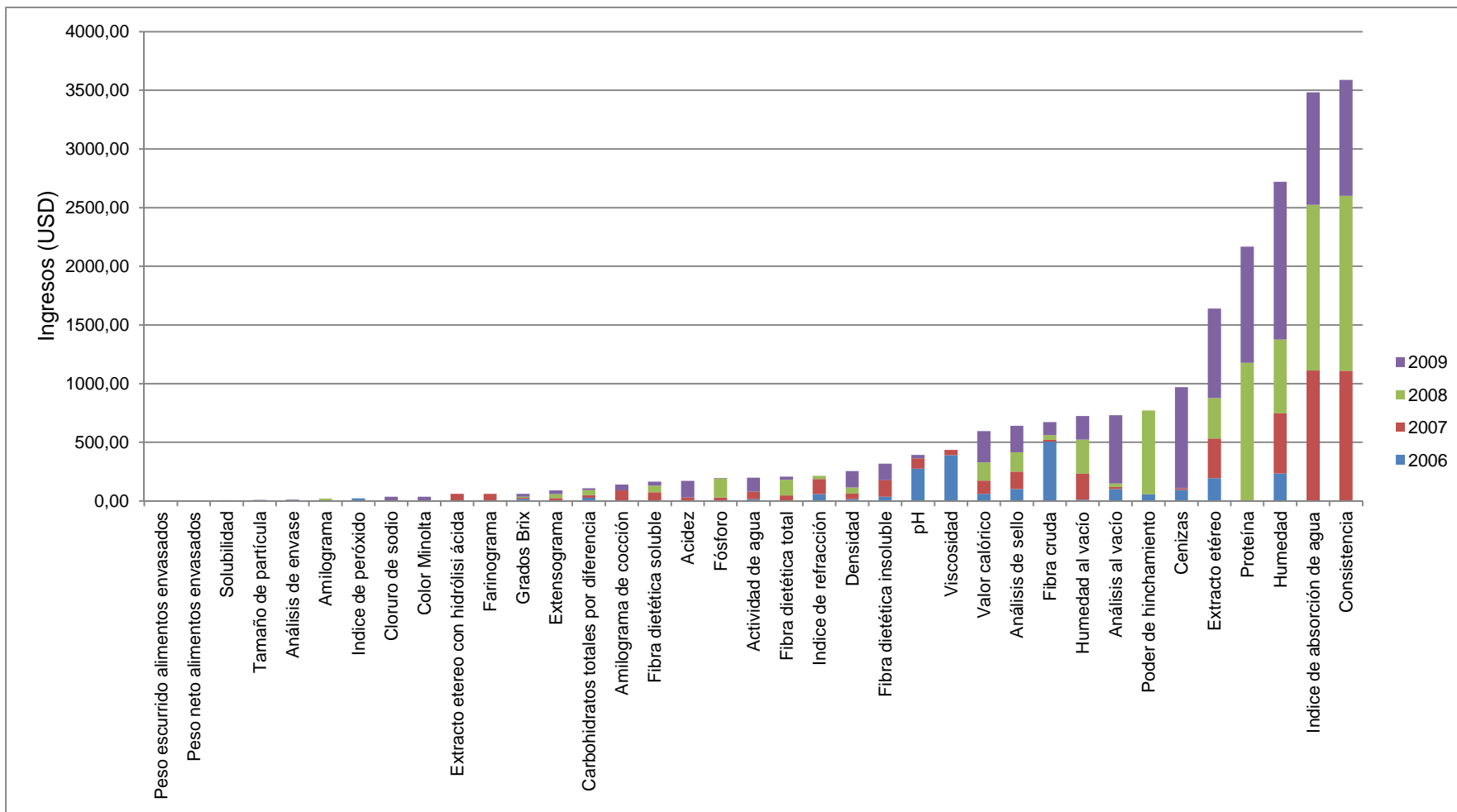


Figura 3.5. Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Bromatología

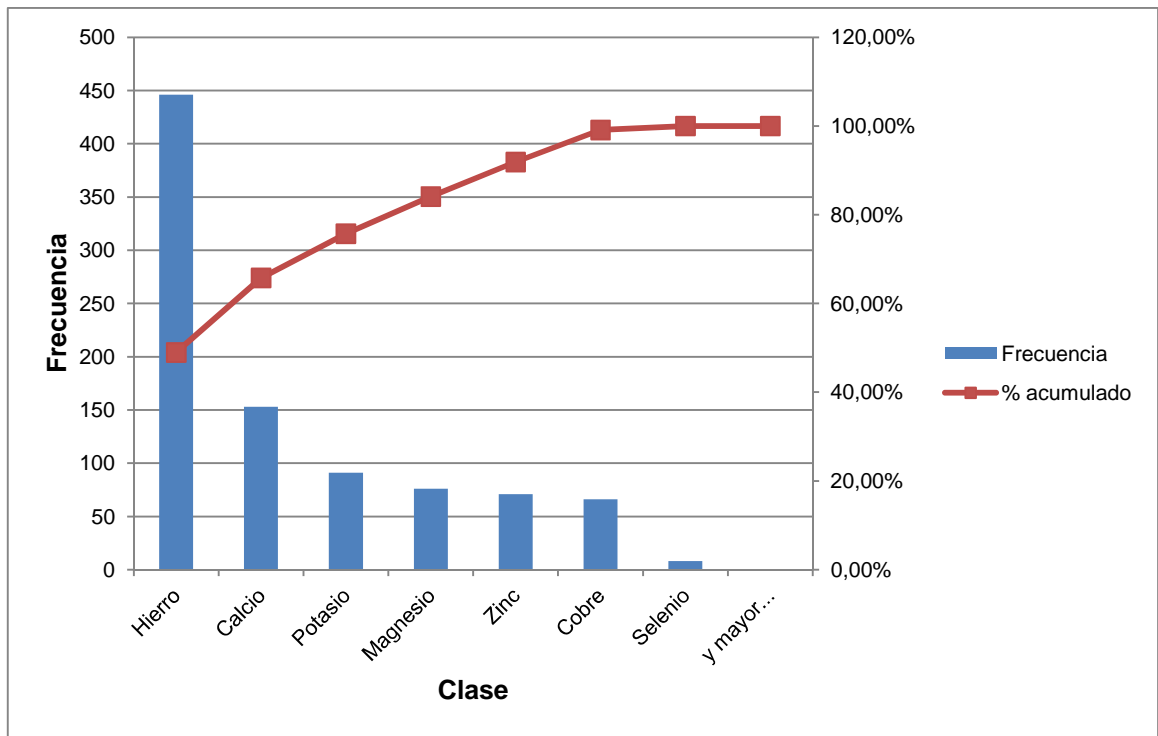


Figura 3.6. Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Absorción Atómica

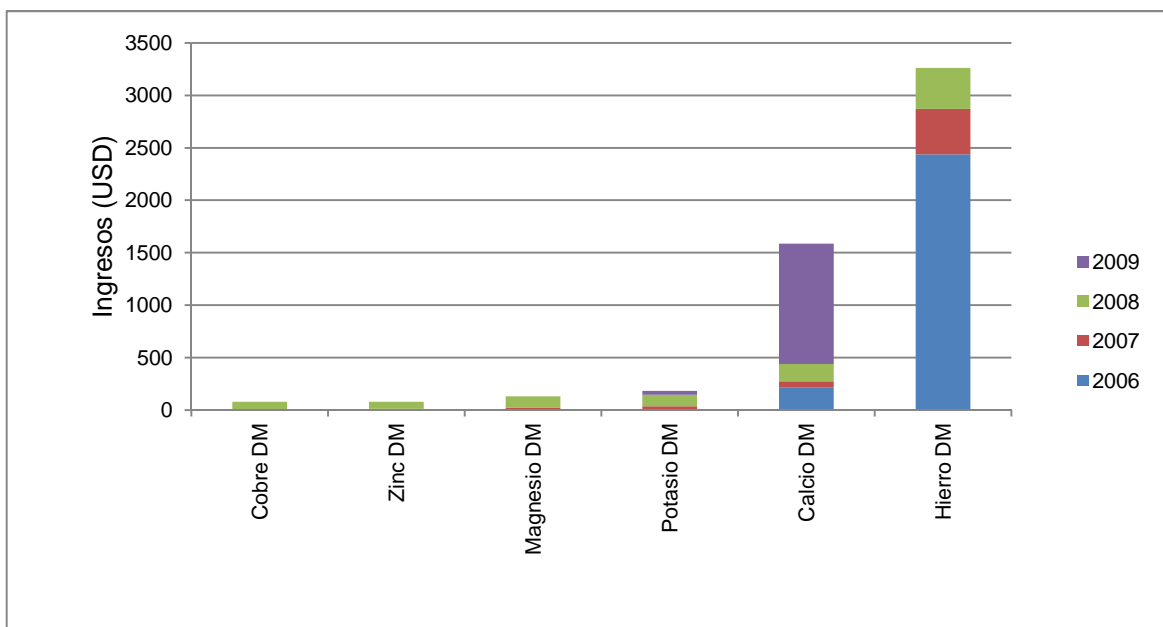


Figura 3.7. Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Absorción Atómica

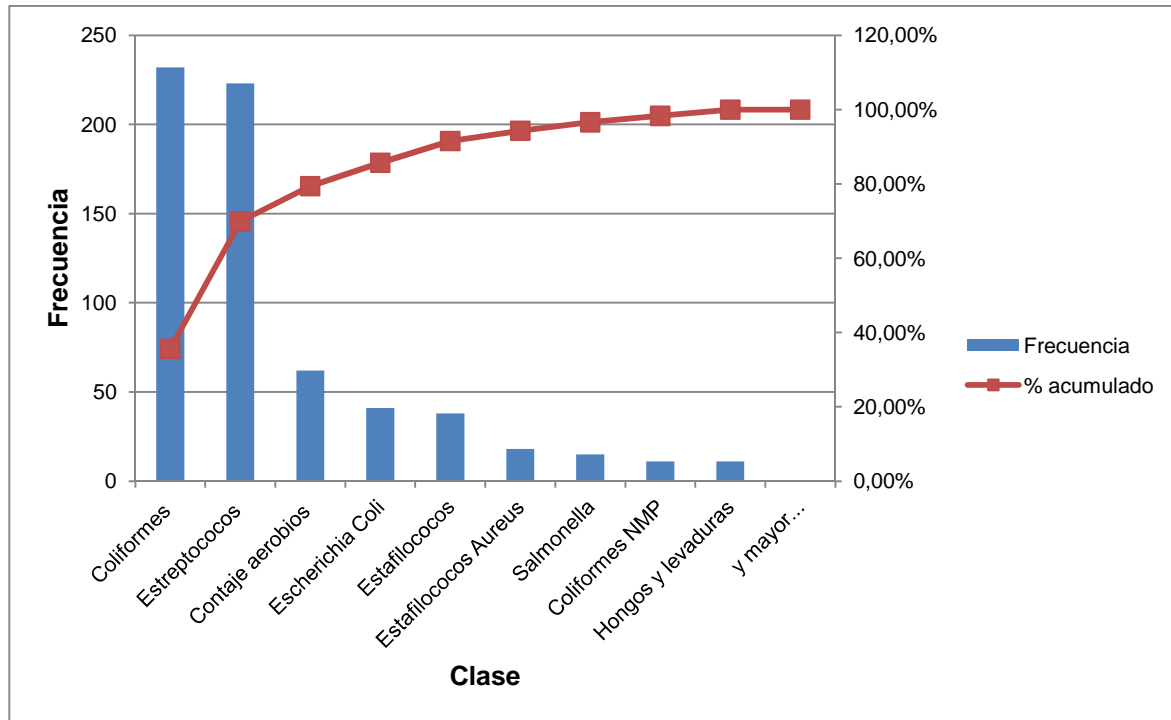


Figura 3.8. Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Microbiología

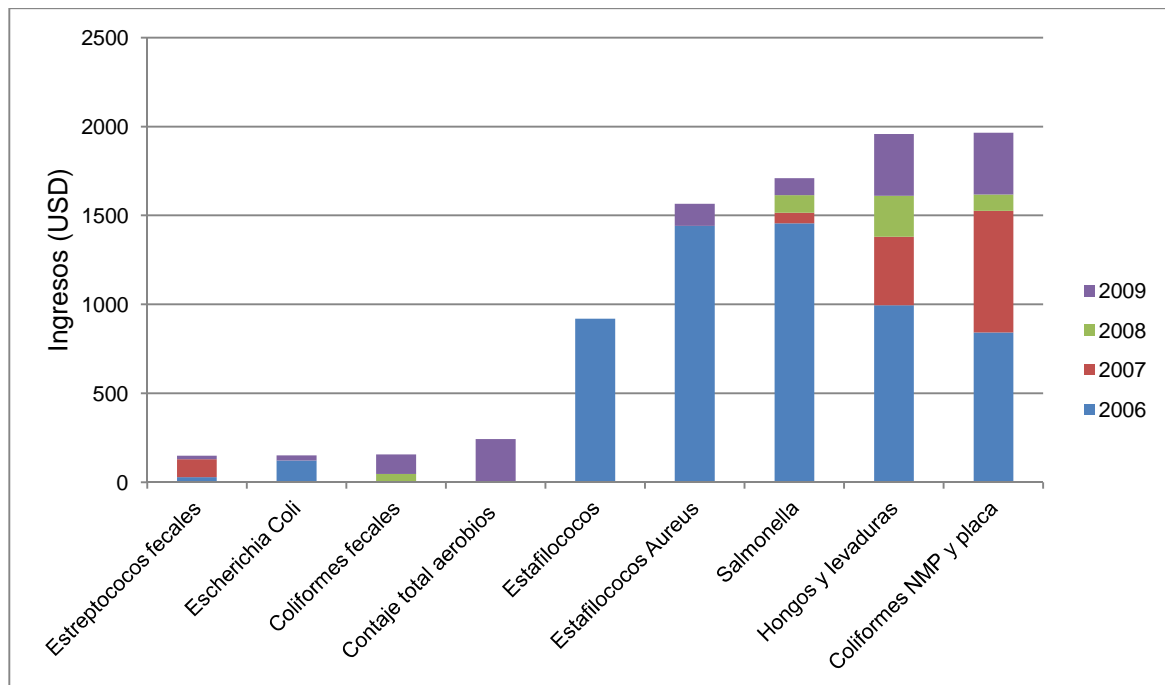


Figura 3.9. Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de Microbiología

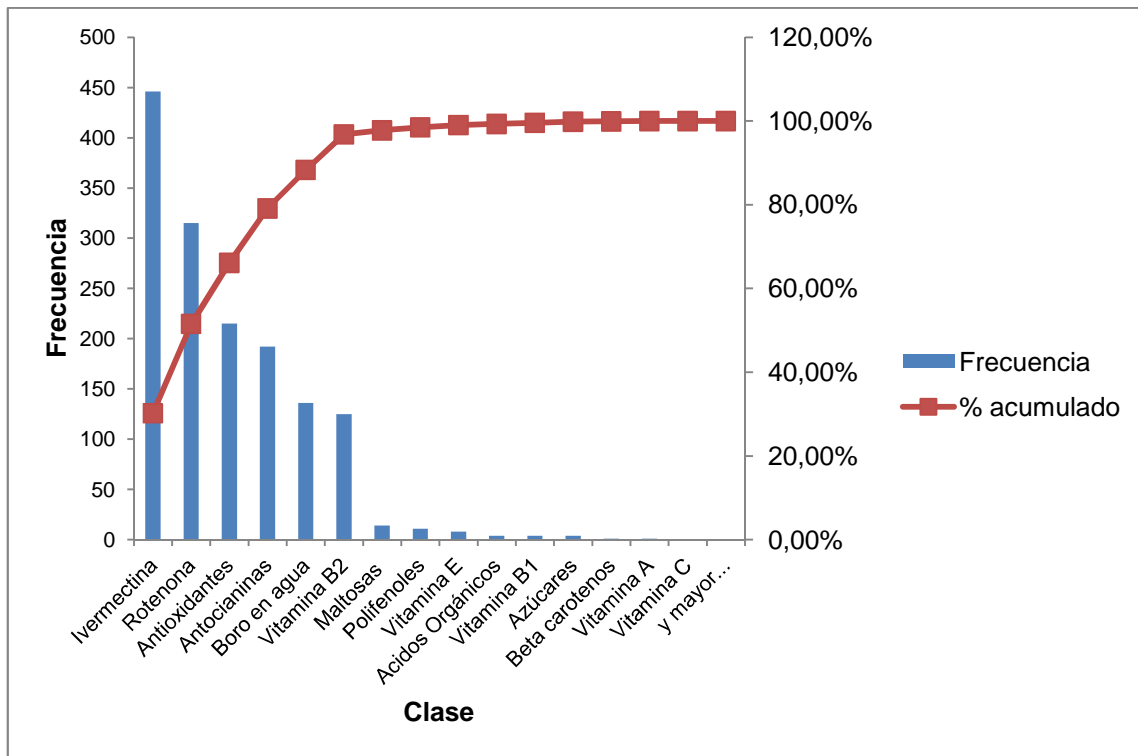


Figura 3.10. Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de HPLC (QAN 1)

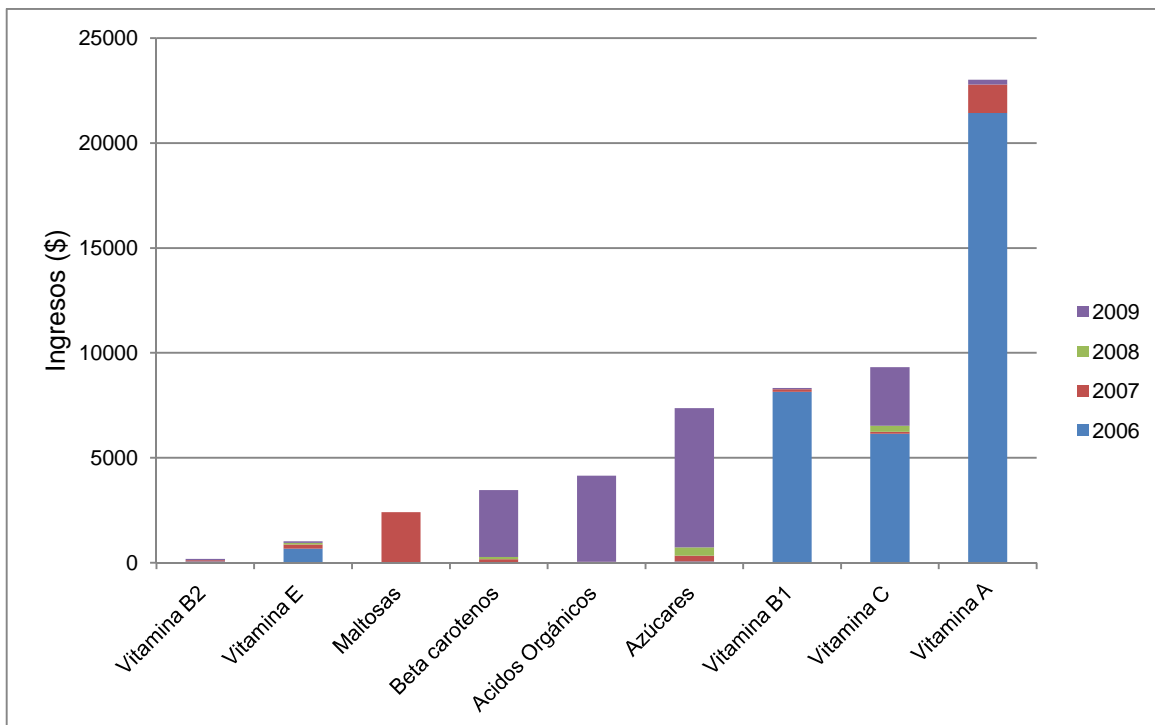


Figura 3.11. Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de HPLC (QAN 1)

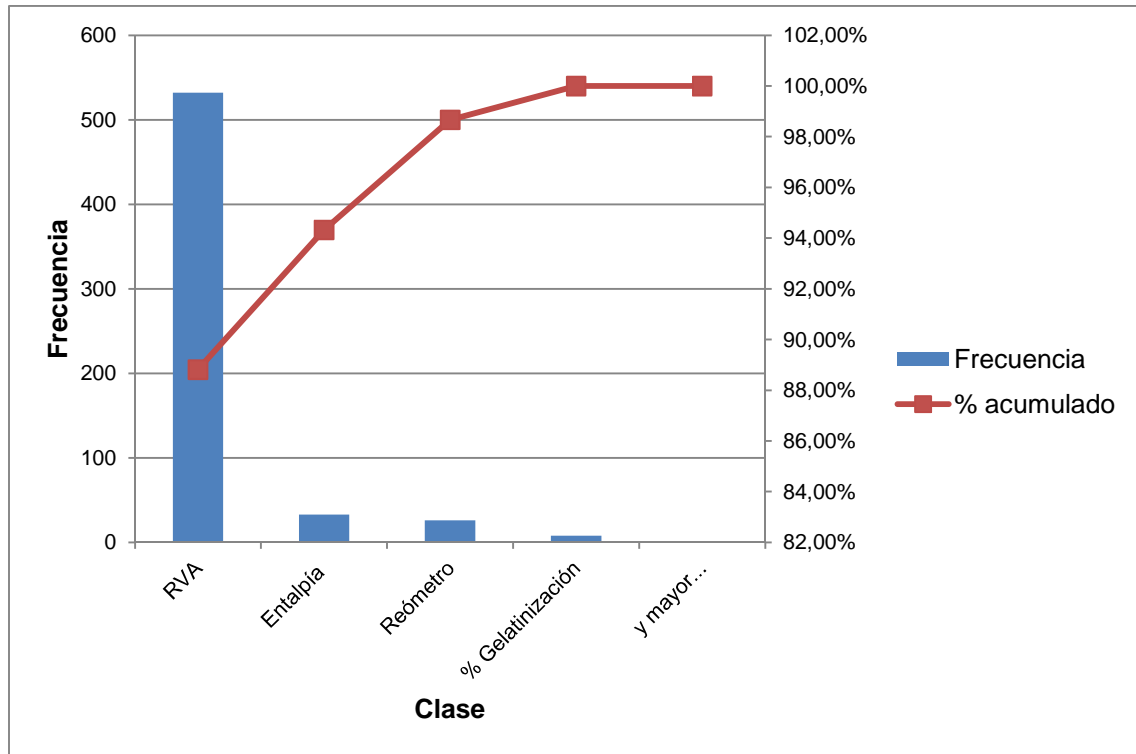


Figura 3.12. Histograma de frecuencia de análisis ofertados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de DSC (QAN 2)

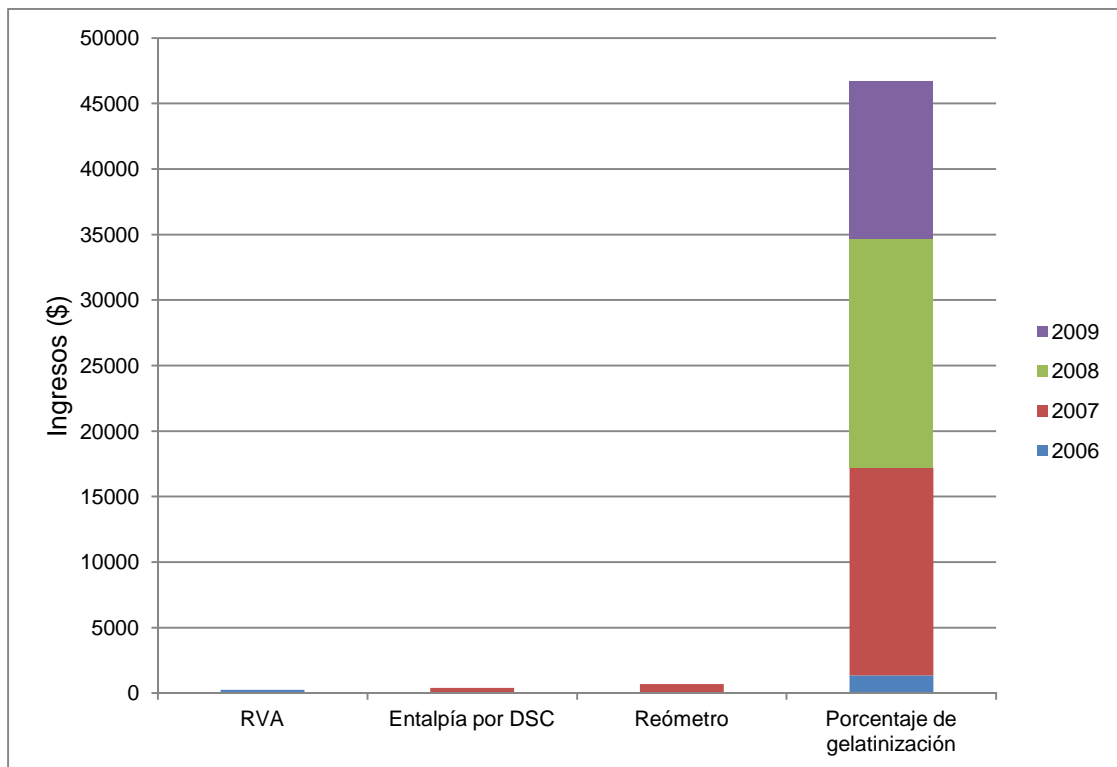


Figura 3.13. Gráfico de barras de los ingresos generados durante el período 2006-2009 en el laboratorio de DSC (QAN 2)

Las Figura 3.4 a la Figura 3.13 muestran que no existió una tendencia definida para la demanda de servicios, presentando variabilidad en los años de estudio para cualquier servicio ofertado por el DECAB en las diferentes áreas como revelan los histogramas; esta variabilidad obliga a la EPN a capacitar continuamente a su personal para poder responder a los cambios y exigencias del mercado ya que la demanda es extremadamente variable a corto plazo como señala Buffa y Sarin, 1992.

Mediante el estudio de los histogramas respectivos para el número de análisis ofertados y los ingresos generados, no se pudo definir de una forma adecuada los analitos que presentaron mayor demanda de servicio e ingresos, existiendo la necesidad de utilizar la regla del 80:20 o principio de Pareto que dice que el 80% de los servicios ofertados más influyentes se encuentran en sólo el 20% del total de los servicios ofertados. La regla del 80:20 se aplicó para los rangos establecidos como señala el ANEXO V – Tabla AV.1 y Tabla AV.2. La lista conjugada reportó que 30 servicios ofertados que correspondieron al 20% del total, presentaron el 80% de influencia sobre la demanda de servicios e ingresos dentro del DECAB para el periodo en estudio.

La Tabla 3.8 muestra los servicios ofertados que fueron pre-seleccionados en el estudio de ingresos y frecuencia de análisis reportando un total de 30 servicios que corresponden a los más influyente dentro de la demanda de servicios; los analitos que presentaron influencia al analizar la frecuencia de análisis se encuentran marcados con una x y de igual forma para los analitos que presentaron influencia al analizar los ingresos.

Tabla 3.8. Analitos pre-seleccionados en el estudio de ingresos y frecuencia de análisis

Laboratorio	No.	Analito	Análisis	Ingresos
Absorción Atómica	1	Calcio- Digestión microondas	x	x
	2	Hierro- Digestión microondas	x	x
	3	Magnesio- Digestión microondas	x	
	4	Potasio- Digestión microondas	x	
	5	Selenio		x
Bromatología	6	Análisis de sello	x	x
	7	Análisis al vacío	x	x
	8	Carbohidratos totales	x	
	9	Cenizas	x	
	10	Consistencia	x	x
	11	Extracto etéreo	x	x
	12	Fibra dietética total		x
	13	Fibra cruda	x	
	14	Índice de absorción de agua	x	x
	15	Índice de solubilidad en agua	x	x
	16	Humedad	x	x
	17	Humedad al vacío	x	x
	18	Poder de hinchamiento	x	x
	19	Proteína	x	x
	20	Valor calórico	x	
Microbiología	21	Coliformes NMP y placa	x	x
	22	Estafilococos Aureus	x	x
	23	Hongos y levaduras	x	x
	24	Salmonella	x	x
QAN	25	Azúcares por HPLC	x	x
	26	Beta carotenos por HPLC	x	
	27	Vitamina A por HPLC	x	x
	28	Vitamina C por HPLC	x	x
	29	Vitamina B1 por HPLC	x	x
	30	Porcentaje de gelatinización	x	x

Luego de la pre-selección de los servicios ofertados con mayor demanda e ingresos, se procedió a verificar que estos sean consecutivos en el tiempo; es decir que por lo menos se realizaron en dos años correspondientes al período de estudio. El análisis de la Tabla 3.8 reportó lo siguiente:

a) ANALITOS NO CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO:

- El análisis de selenio se encuentra en el grupo de mayor ingreso; pero no es consecutivo en el tiempo debido a que se utilizó para un proyecto de investigación.
- El análisis de sello y análisis de vacío en enlatados, involucra la medida de algunos parámetros físicos de la lata que contiene el producto y se cuantificó en el laboratorio de Postcosecha.
- Los servicios ofertados como carbohidratos totales y valor calórico corresponden a un cálculo matemático luego de la cuantificación de humedad, ceniza, proteína y extracto etéreo, por esto no se los consideró como analitos sujetos a reingeniería.

b) CONSIDERACIONES ESPECIALES EN LA SELECCIÓN DE ANALITOS

- La vitamina A y B1 por HPLC y estafilococos aureus presentan valores altos de ingresos en el 2006 y un decremento en los años siguientes. El solicitante de estos servicios estaba a cargo del manejo de las compras y el control de calidad de los productos entregados en los programas de asistencia alimentaria. Actualmente esta actividad está a cargo de un organismo estatal por lo que el cliente podría regresar a solicitar este servicio de análisis, por tal motivo se consideran dentro del estudio.
- Los servicios de análisis de calcio, hierro, magnesio y potasio por digestión microondas presentan una misma metodología por tal motivo se puede analizar como uno solo.
- Los analitos índice de absorción de agua, índice de solubilidad de agua y poder de hinchamiento tienen la denominación de características funcionales por tanto se los unió en un solo grupo.

Luego de la evaluación de los servicios ofertados pre-seleccionados con la regla del 80:20 ya indicada antes, se escogió los analitos que presentaron mayor demanda de servicios e ingresos dentro del DECAB, como se muestra en la Tabla 3. 9; además cada servicio ofertado presenta su propia metodología, que en algunos casos corresponde a adaptaciones de varios métodos y que han sido validados en el DECAB.

Tabla 3.9. Lista de analitos seleccionados

Área de trabajo	Número	Analito	Método utilizado	Unidades
Bromatología	1	Ceniza	AOAC 923.03(32.1.05)(2000)	%
	2	Proteína	AOAC 2 001.11	%
			Método del bloque de digestión usando cobre como catalizador y destilación de vapor en ácido bórico.	
	3	Extracto etéreo	AOAC 920.85 (32.1.13)(2000)	%
			AOAC 922.06 (32.1.14)(2000)	
			Método de Hidrólisis ácida	
	4	Fibra cruda	International Association for Cereal Chemistry (ICC)	%
	5	Humedad	AOAC 925.10 (32.1.03)(2000)	%
Método de la estufa de aire				
6	Humedad al vacío	AOAC Official Method 934.01	%	
		Pérdida por secado (Humedad) a 95 – 100 ° C para alimentos		
		Materia seca en estufa de secado a 95 – 100 ° C para alimentos		
7	Consistencia	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1899:98	%	
8	Características funcionales (Índice de absorción de agua, Índice de solubilidad, Poder de hinchamiento)	Anderson, R., Conway, H.F. and Griffin, E.L. (1969). Gelatinisation of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Science Today, 14, 4-12.	%	
Microbiología	9	Coliformes - Número más probable (NMP)	Feng, P., et al., 2 002 BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL ONLINE, in Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria (Mb-03) U. S. FDA.	UFC/g
	10	Estafilococos aureus	Bennet R, Lancette G, Bacteriological analytical manual online. Staphylococcus aureus, U.S. FDA nutrition: 2001; Chapter 12.	UFC/g
	11	Hongos y levaduras	Feng, P., et al., 2002 BACTERIOLOGICAL ANALYTICAL MANUAL ONLINE, in Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria (Mb-03) U. S. FDA.	UFC/g
	12	Salmonella	Andrews, W., Official Method of Analysis of AOAC International 989.13 (17.9.18), Horwitz, W., Editor. 2000.	Presencia/ Ausencia en 25 gramos
Campos, J., SDECAB-67 1-2 Test, 2006, Sao Paulo: BioControl Systems; Inc.				
Andrews, W. and Hammack, T. 2006 Bacteriological Analytical Manual Online, in Salmonella (Mb-20) U.S. Food and Drug Administration, Center for food safety y Applied nutrition.				

Tabla 3. 9. Lista de analitos seleccionados. Continuación...

Área de trabajo	Número	Analito	Método utilizado	Unidades
Absorción atómica	13	Minerales por Digestión microondas*	Determinación de Hierro, Zinc, Calcio, Potasio, Magnesio y Sodio en Alimentos por Espectrofotometría de Absorción Atómica	mg/100g
Química de Alimentos y Nutrición (QAN)	14	Porcentaje de gelatinización*	Ruales, J. and Nair, B. (1994). Properties of starch and dietary fiber in raw and processed quinoa (Chenopodium quinoa, Willd) seeds. Plant Foods for Human Nutrition, 45, 223-246.	%
	15	Ácidos orgánicos por HPLC	Pérez, A., Olías, R., Espada, J., Olías, J. y Sanz, C. Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids and Ascorbic Acid in strawberry and other fruits (1997). Food Chemistry, 45, pp. 3 545 – 3 549.	mg/100g
	16	Azúcares por HPLC	Pérez, A., Olías, R., Espada, J., Olías, J. y Sanz, C. Rapid Determination of Sugars, Nonvolatile Acids and Ascorbic Acid in strawberry and other fruits (1997). Food Chemistry, 45, pp. 3 545 – 3 549.	mg/100g
	17	Beta carotenos por HPLC	Petersson, A. &Jonsson, L. Separation of Cis-Trans Isomers of alpha-and beta-Carotene by Adsorption HPLC and Identification with Diode Array Detection. J. Micronutr. Analysis 1990, 8:23-41.	mg/100g
	18	Vitamina C por HPLC	Determination of vitamin C by high performance liquid chromatography. February 2003 EN 14 130.	mg/100g
	19	Vitamina A por HPLC*	Macrae, R (1988). HPLC in food analysis, 2 nd edition, Academic Press, Great Britain Determination of vitamin A by high performance liquid chromatography – Par 1: Measurement of all-trans- retinol and 13-cis retinol. February 2000 EN 12 823-1	mg/100g
	20	Vitamina B1 por HPLC*	Finglas, P.M. y Faulks, R.M., (1 984). The HPLC analysis of thiamine and riboflavin in potatoes. Keller, H. E. (1988). Analytical Methods for Vitamins and Carotenoids in Feed, Roche, Switzerland. Macrae, R (1988). HPLC in food analysis, 2 nd edition, Academic Press, Great Britain AOAC (2000). Official methods of analysis (17 th edn), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 925.10-32.1.03	mg/100g

*Analitos que presentaron oferta de servicios por el Programa Mundial de Alimentos

3.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ANALITOS QUE PRESENTARON OFERTA DE SERVICIO

Luego de la selección de los analitos a estudiar y la tabulación de datos correspondientes a órdenes de trabajo durante el período 2006 -2009 utilizando la técnica de tiempos de datos históricos, se pudo observar que el DECAB ha venido realizando las metodologías presentadas en la Tabla 3. 9 durante muchos años atrás y estos constituyen los datos referenciales para la comparación con los datos obtenidos en reingeniería.

La evaluación de datos históricos permitió cuantificar el tiempo de entrega de muestras y órdenes de trabajo de los diferentes servicios ofertados, el tiempo total de cuantificación y las horas hombre empleadas durante el periodo de estudio como se observa en la Tabla 3.10 el estudio de la misma señala que:

- El tiempo de entrega de muestras y órdenes de trabajo a los diferentes analistas varía entre uno y dos días.
- Los tiempos de emisión de resultados dependen de cada metodología y del número de muestras que se procese.
- Para una determinada metodología existió valores de horas hombre máximas y mínimas muy diferenciadas como es el caso de proteína, digestión microondas y beta carotenos; esto se debió a que en los reportes disponibles existió una confusión entre horas hombre empleadas y horas totales de análisis.
- Minerales por digestión microondas presenta un mínimo de 5 h y un máximo de 12 h/hombre; este incremento se debió a que existió cambio de analista.
- Los análisis de coliformes y hongos y levaduras presentaron tiempos de entrega de resultados de 8 y 6 días respectivamente; esto se debe a la metodología empleada, que involucra tiempos de incubación largos.

- Los laboratorios de Absorción atómica, Bromatología y QAN presentan un máximo de 9 muestras procesadas por orden de trabajo, mientras que Microbiología un máximo de 2 durante los años de estudio.
- El tiempo promedio de recepción de muestras involucró el tiempo de elaboración de la orden de trabajo, etiquetado de muestra, entrega de información a secretaría para la respectiva facturación y entrega de la muestra al analista.

Tabla 3. 10. Capacidad de recepción simultánea de muestras para cada analito y tiempo de entrega de resultados

Analito	Nº muestra por orden de trabajo	Horas hombre mínimo	Horas hombre máximo	Promedio horas hombre	Recepción muestras (días) *	Cuantificación de análisis (días)	Factor de ritmo (FR)
Ceniza	1	1	3	2,00	1	2	1,50
Proteína	1	1	10	4,33	1	2	2,31
	2	3	10	6,50	1	2	1,54
Extracto etéreo en harinas	1	5	5	5,00	2	5	1,00
	3	12	12	12,00	1	4	1,00
Fibra cruda	1	8	8	8,00	1	3	1,00
Humedad en harinas	3	3	4	3,25	2	2	1,23
Humedad al vacío	1	1	3	1,67	1	2	1,80
	2	2	2	2,00	1	4	1,00
	5	3	5	3,75	2	2	1,33
Consistencia	2	8	10	8,50	1	1	1,18
	3	2	3	2,08	1	1	1,44
	6	4	4	4,00	1	1	1,00
	9	6	6	6,00	1	2	1,00
Características funcionales	3	10	10	10,00	2	3	1,00
	6	20	20	20,00	1	4	1,00
	9	30	30	30,00	1	6	1,00
Coliformes NMP	2	12	12	12,00	2	8	1,00
Estafilococos áureos	ND						
Hongos y levaduras	1	10	12	11,00	2	6	1,09
Salmonella	ND						
Minerales digestión microondas	1	5	12	8,14	1	1	1,47
	8	16	34	8,14	1	3	4,18
Porcentaje de gelatinización	1	8	8	8,00	1	2	1,00
	3	8	8	8,00	1	2	1,00
	9	20	20	20,00	2	6	1,00
Ácidos orgánicos por HPLC	1	13	16	14,50	2	2	1,10
Azúcares por HPLC	3	16	16	16,00	1	2	1,00
Beta carotenos por HPLC	1	8	12	10,00	2	3	1,20
Vitamina C por HPLC	1	13	16	14,50	2	2	1,10
Vitamina A por HPLC	1	8	8	8,00	1	3	1,00
Vitamina B1 por HPLC	1	8	8	8,00	1	2	1,00

*Tiempo de recepción de muestras, etiquetado, elaboración de orden de trabajo y entrega al analista

3.3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE PROCESOS ACTUALES Y ESTUDIO DE TIEMPO Y MOVIMIENTOS

Cada miembro del equipo de trabajo, conjuntamente con el analista de reingeniería levantó el diagrama de proceso de cada etapa de la oferta de servicio de análisis como se muestra en la Figura 3.14 y el procedimiento relacionado en la Figura 3.15.

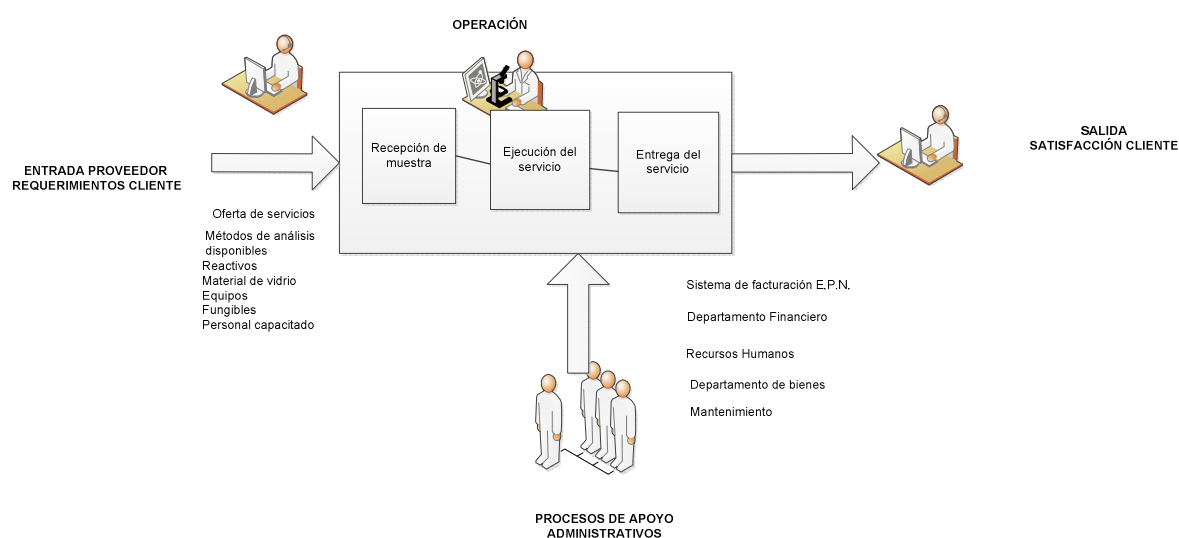


Figura 3.14. Proceso de análisis

El flujo normal del proceso de análisis se ve alterado cuando se trata de clientes internos correspondiente a proyectos de titulación; suprimiéndose la etapa de facturación y generándose la orden de trabajo directamente.

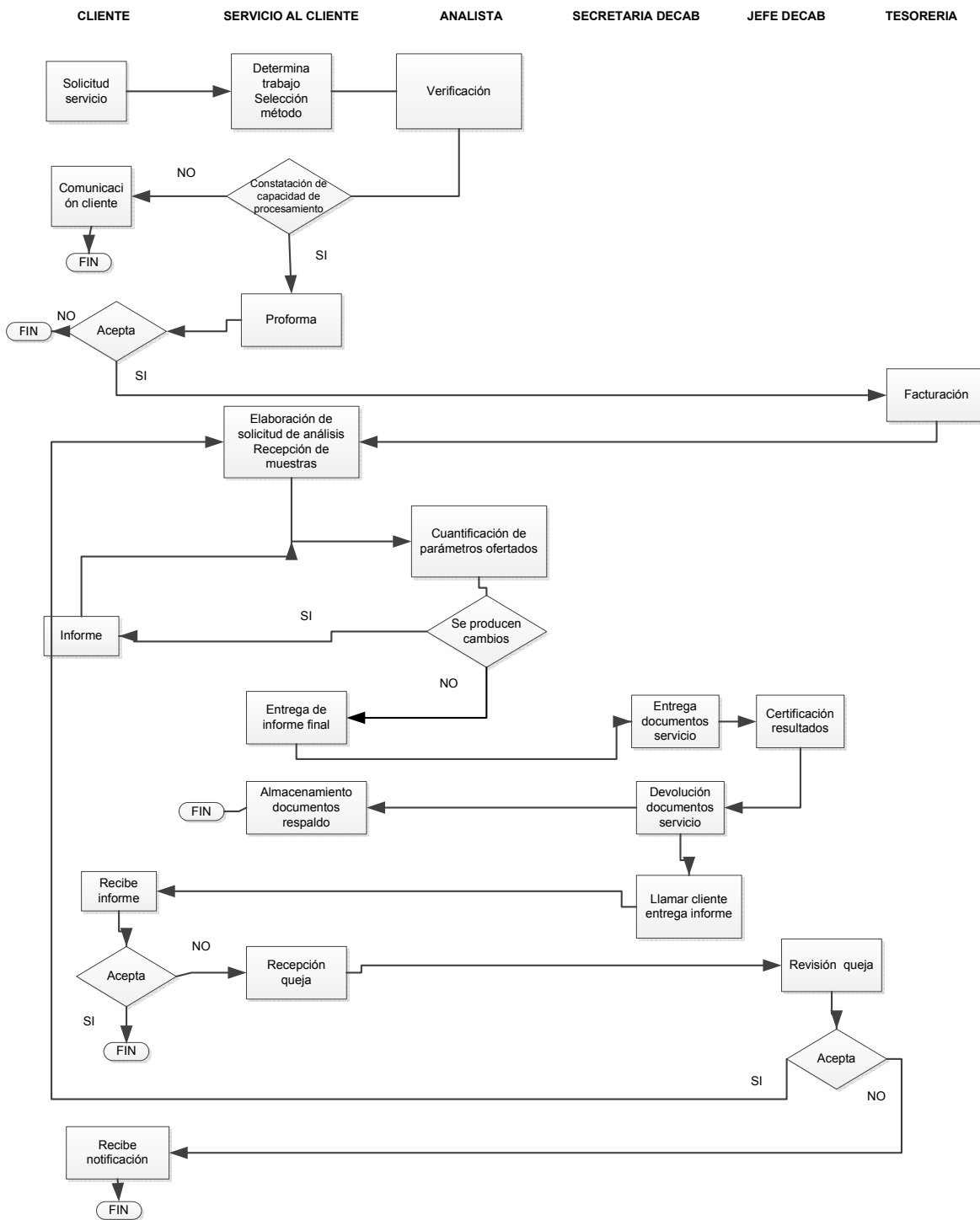


Figura 3.15. Procedimiento de proceso de análisis

El proceso de análisis comprende los subprocesos que se describen a continuación y están enmarcados dentro del procedimiento específico POA 004 para autenticar resultados de análisis y otros trabajos ejecutados en los laboratorios o plantas piloto del DECAB, disponible en la página web de la EPN.

3.3.1. SUBPROCESO DE PROFORMA DE SERVICIOS

Está definido por la necesidad del cliente de la realización de un servicio específico ofertado por el DECAB. Esta necesidad del cliente debe hacerla conocer al responsable de Servicio al Cliente de forma verbal o escrita, una vez definida la necesidad del cliente se procede a revisar la metodología para la cuantificación de parámetros entre Servicio al cliente y el analista; en caso de ser una metodología disponible en el DECAB se verifica la disponibilidad de personal, el tiempo necesario para la realización del trabajo y finalmente se proforma el servicio como se muestra en la Figura 3.16 y el procedimiento específico en la Figura 3.17.

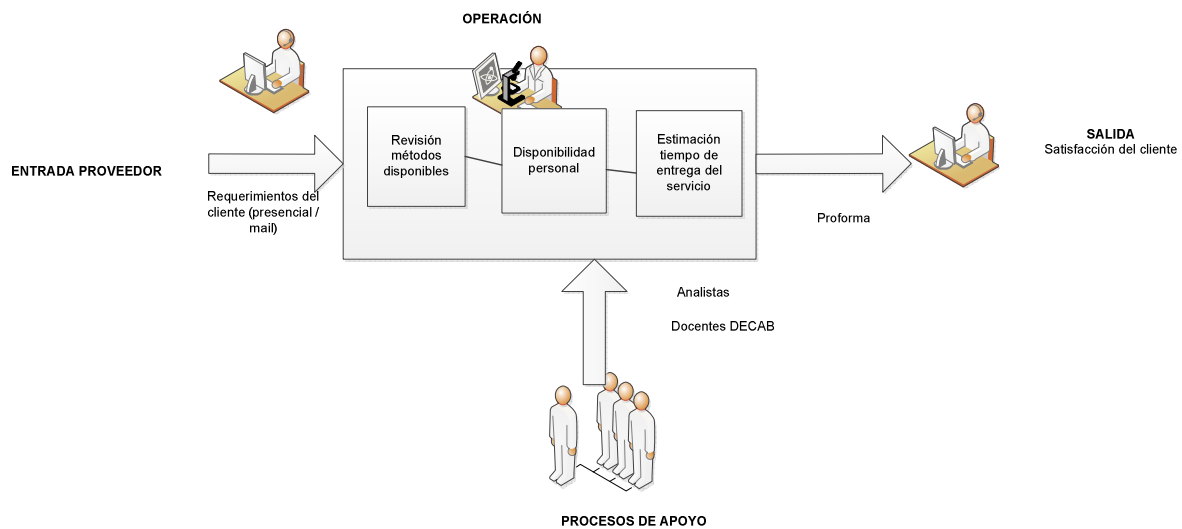


Figura 3.16. Subproceso de proforma de servicio

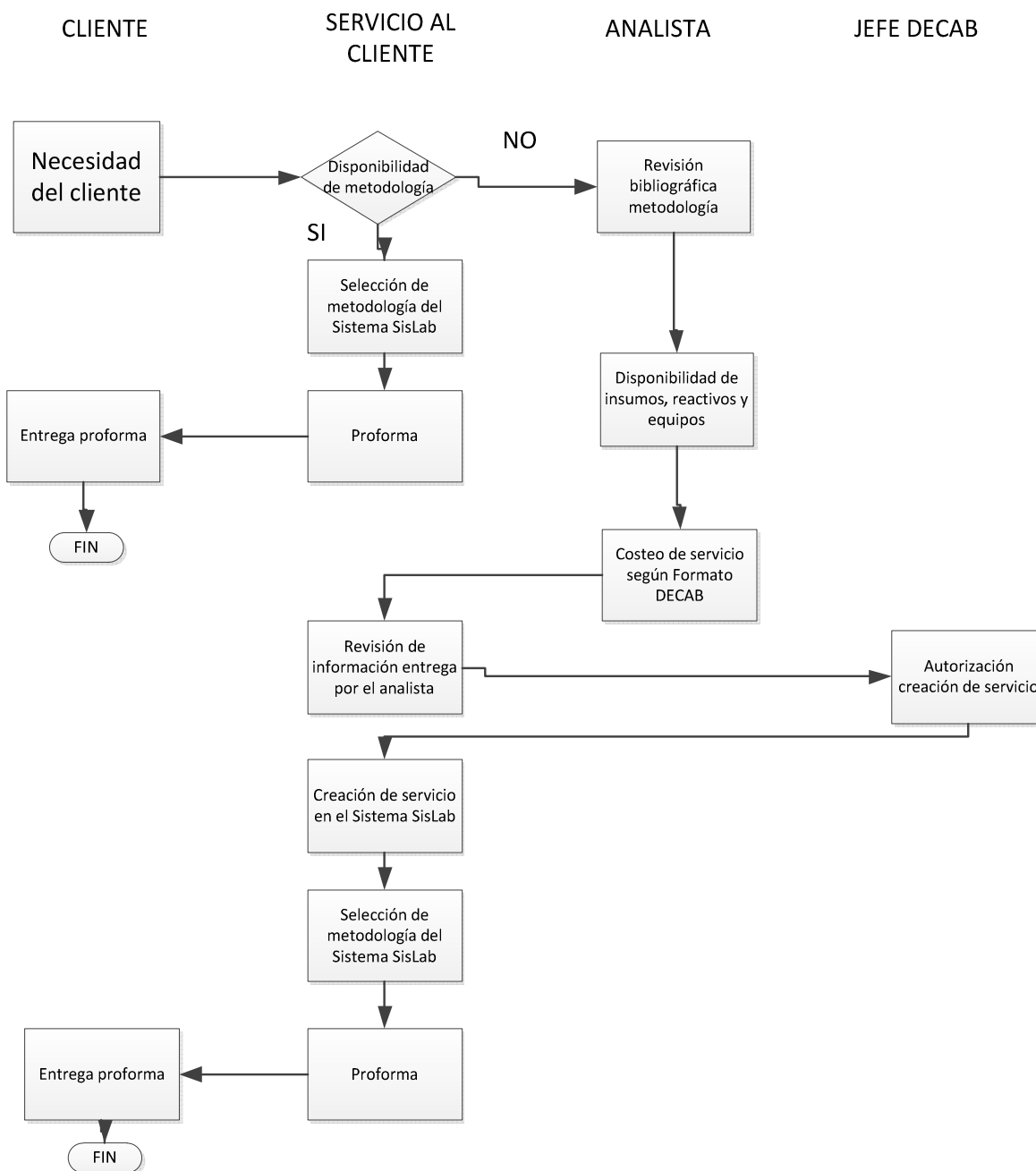


Figura 3.17. Procedimiento de proforma de servicio

3.3.2. SUBPROCESO DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Si el subproceso de proforma u oferta de servicio se cumplió satisfactoriamente el cliente deberá cancelar los valores correspondientes en la tesorería de la EPN y deberá retornar a Servicio al cliente para entregar las muestras necesarias para la

determinación de los parámetros facturados. Servicio al cliente codificará las muestras, generará la orden de trabajo en el Sistema SisLab creado para los fines respectivos y entregará la misma al analista como se muestra en la Figura 3.18 y Figura 3.19.

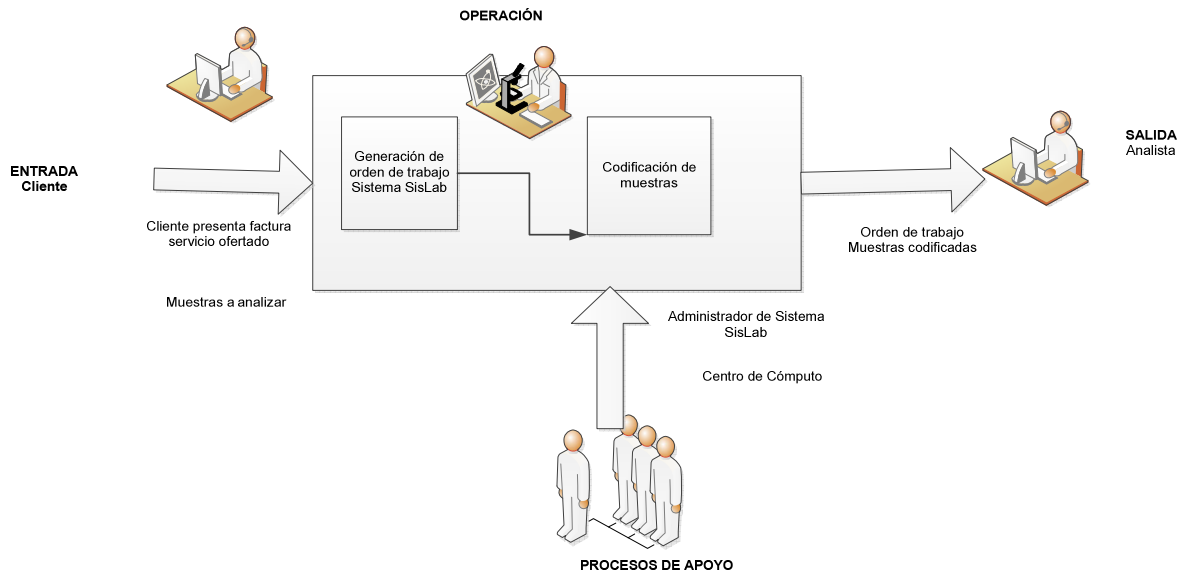


Figura 3.18. Subproceso de recepción de las muestras

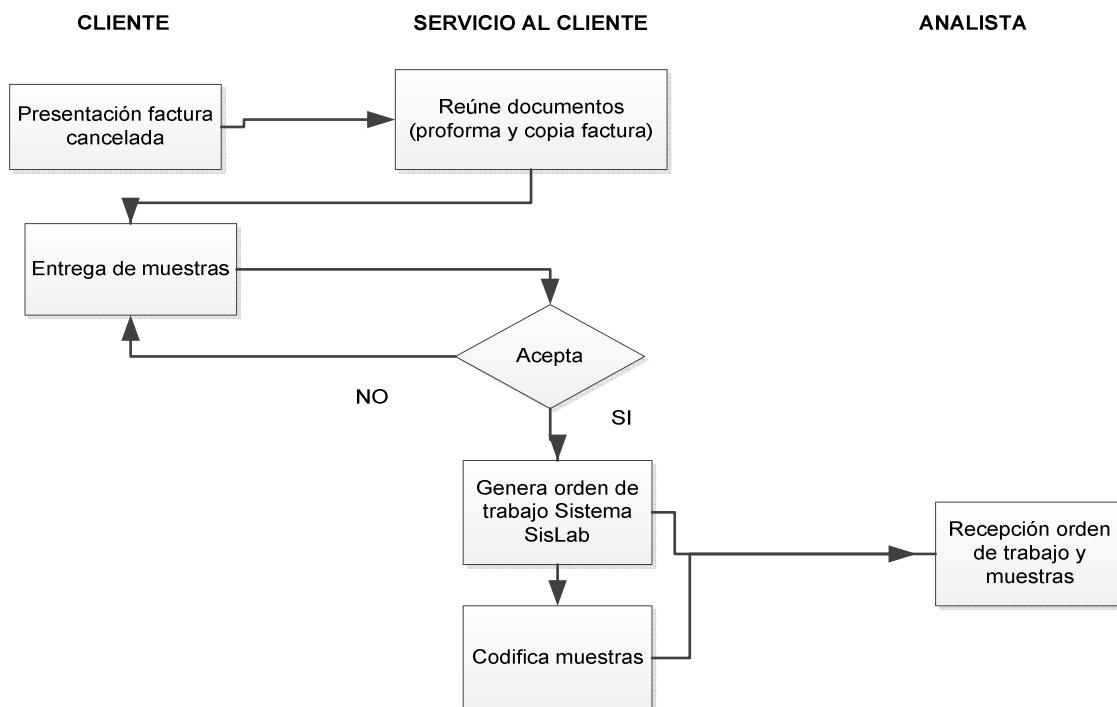


Figura 3.19. Procedimiento del Subproceso de recepción de las muestras

3.3.3. SUBPROCESO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE ANÁLISIS OFERTADO

El subproceso de ejecución del servicio de análisis, involucra la entrega al analista de la orden de trabajo y la muestra respectiva para el análisis. Así el analista planifica la ejecución del trabajo para evitar paros indebidos que ocasionarán la repetición de la determinación del parámetro.

El analista prepara equipos, material de vidrio, soluciones y ejecuta posteriormente el análisis, todas los consumos de reactivos, insumos, condiciones de trabajo, condiciones de preparación de la muestra, resultados, cálculo de resultados y las observaciones generadas en el análisis son registradas en formatos asignados para las diferentes metodologías como señala el Anexo II; toda la información señalada se encuentra en archivo impreso a cargo de cada una de las analistas de los diferentes laboratorios del DECAB. Además el analista realiza la descarga de reactivos utilizados en el análisis en el sistema informático SisLab y prepara el informe final como muestran las Figura 3.20 y Figura 3.21.

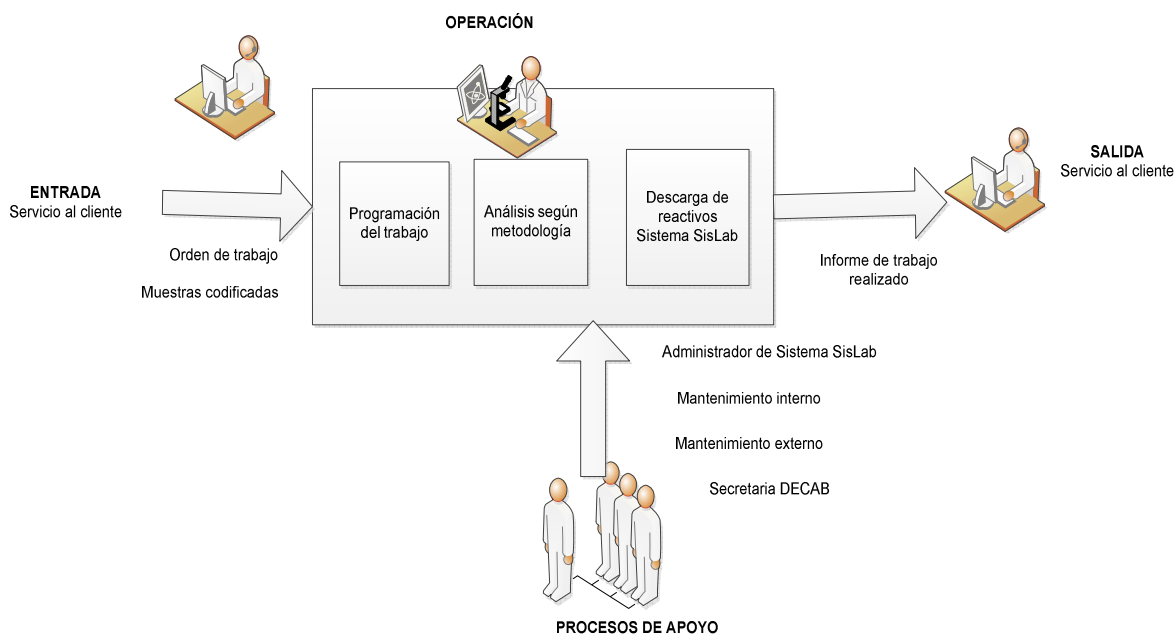


Figura 3.20. Subproceso de la ejecución del servicio de análisis ofertado

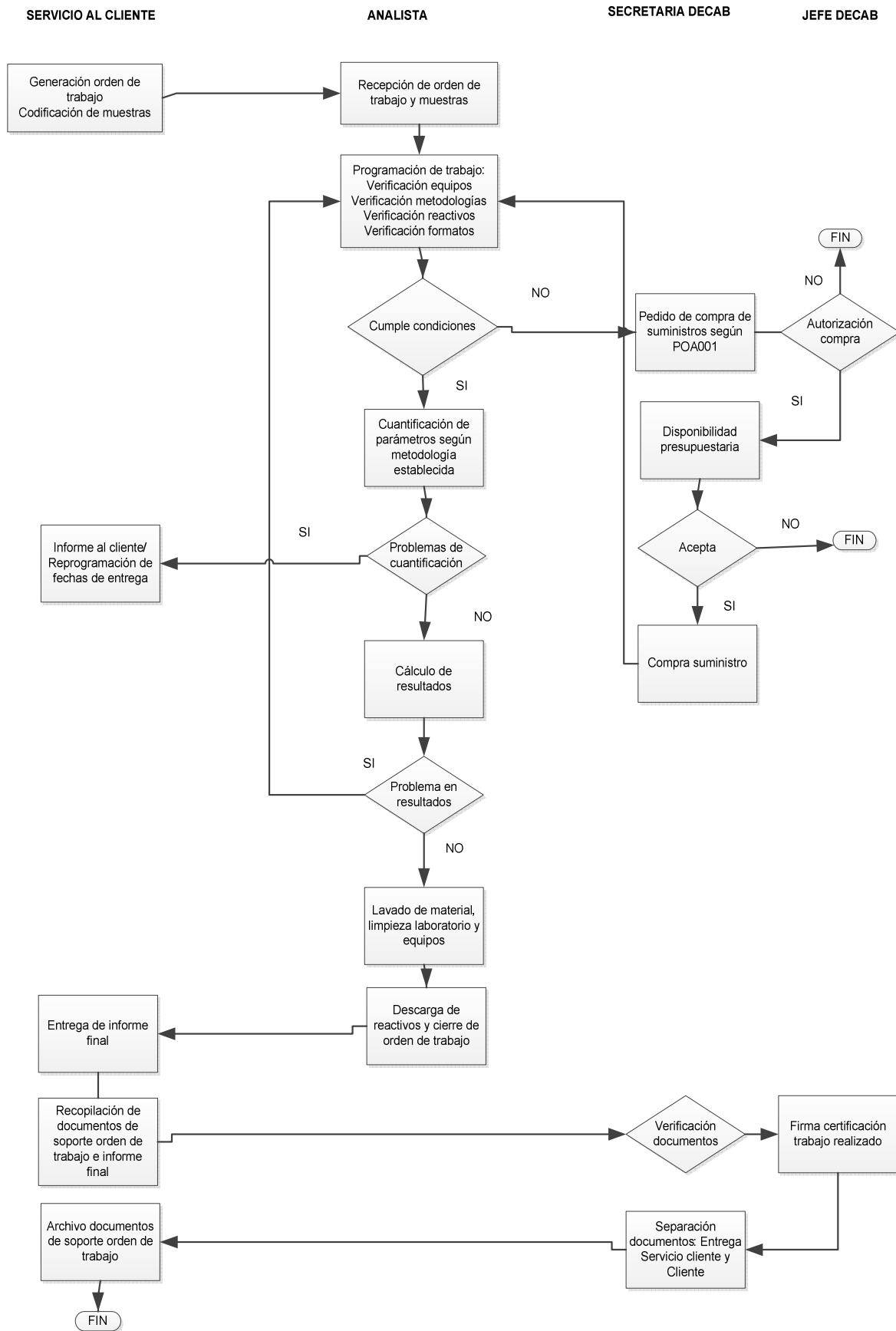


Figura 3.21. Procedimiento de ejecución del servicio de análisis ofertado al cliente

3.3.4. SUBPROCESO DE ENTREGA DE RESULTADOS

El subproceso de entrega de resultados involucra la entrega del informe de resultados y la orden de trabajo a la persona encargada de servicio al cliente, ésta a su vez entrega todo los documentos a la secretaría para la firma respectiva de la Jefatura y la posterior entrega al cliente y el archivo de la documentación restante como señala la Figura 3.22 y Figura 3.23.

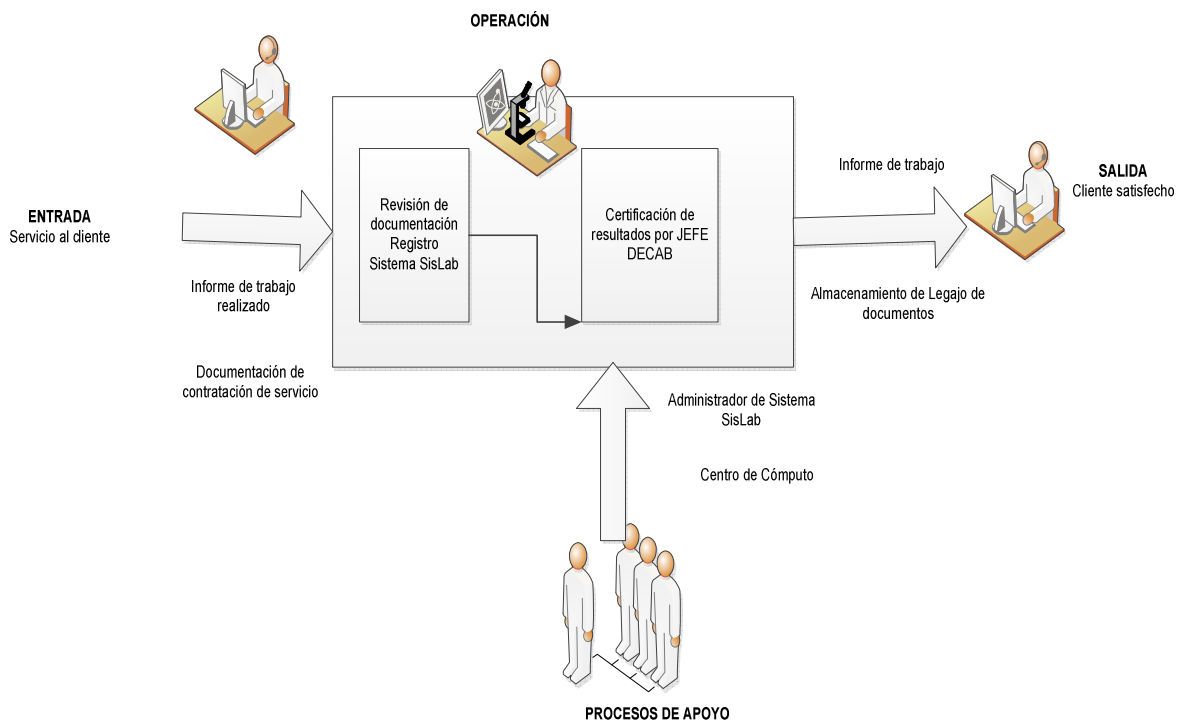


Figura 3.22. Subproceso de entrega de resultados

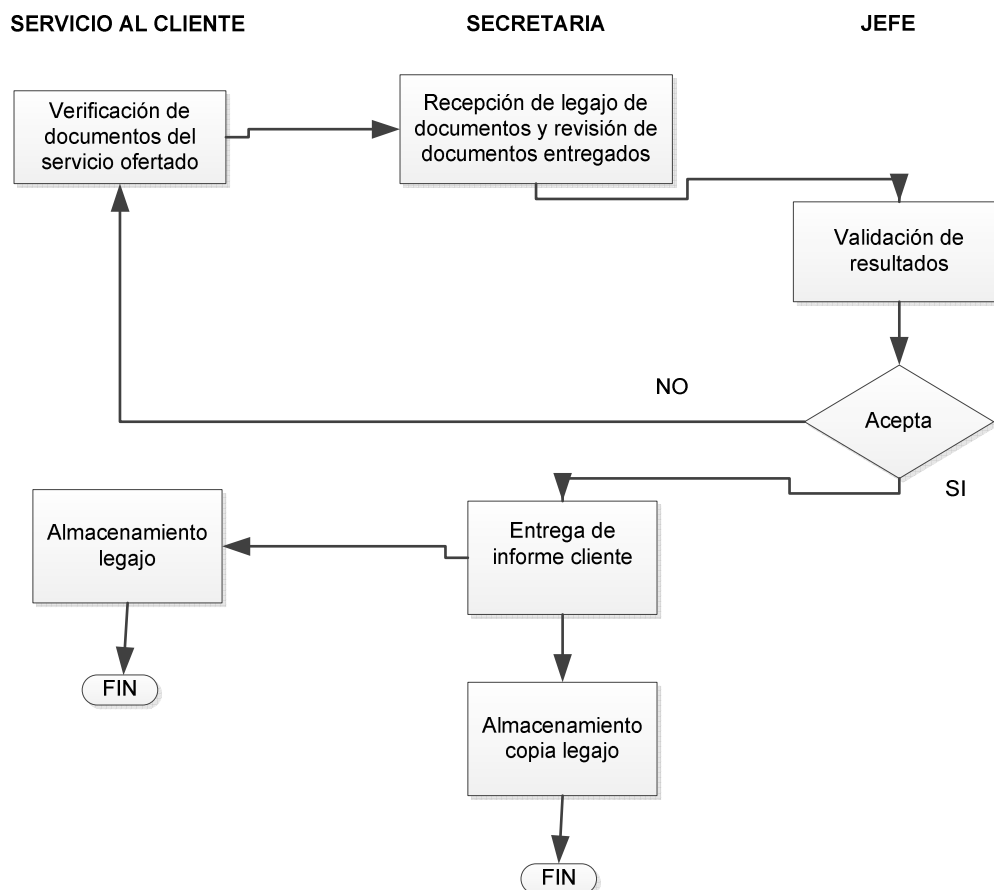


Figura 3.23. Procedimiento entrega de resultados

Cada uno de los subprocesos constituye la cadena de valor del servicio de análisis del DECAB, siendo el subproceso de ejecución del servicio ofertado el objetivo de este estudio e involucra la realización de los análisis; en esta etapa cada servicio está ligado a metodologías diferentes con operaciones, transportes, almacenamiento, inspecciones y esperas independientes una de otra.

Cada una de las analistas es conocedora de las metodologías seleccionadas dentro del estudio, debido a que estas presentan una demanda de servicios continua evitando que pierdan práctica en su realización; este particular puede deberse a que a cada analista tiene asignada un área específica y dentro de ésta un conjunto de metodologías que han venido cuantificando por varios años seguidos.

Las metodologías de los laboratorios de Bromatología y Microbiología se han mantenido durante la existencia del DECAB y como Instituto de investigaciones

tecnológicas incorporando cambios requeridos por el uso de nuevos equipos, mientras que las metodologías de los laboratorios de Absorción atómica y QAN han variado en el transcurso del tiempo hasta su respectiva validación.

“Cada analista es responsable de su área y está capacitada para dichas metodologías” y no cuenta con personal de apoyo que le pueda reemplazar en caso de requerirlo, generando la necesidad de construir diagramas de proceso que ayuden en la capacitación de nuevo personal y establecimiento de mejoras dentro de cada metodología.

Para cada metodología seleccionada se construyó el diagrama de proceso, como muestra el ejemplo de la Figura 3.24 Ejemplo de diagrama de proceso del análisis de Vitamina B1 y el Anexo VI- Figura AVI.1 a la Figura AVI.20 archivo electrónico, respetando la secuencia metodológica aprobada dentro del DECAB.

El diagrama de flujo como muestra la Figura 3.24 contiene las operaciones, demoras, inspecciones, transporte, reproceso, insumos y tiempos determinados por la metodología y fueron construidos utilizando la simbología ANSI, 2011; ASME, 2004 e ISO, 2005; cada uno de los diagramas son característicos del análisis realizado y constituyen un aporte en programas de capacitación de nuevo personal, además de una visualización rápida de las operaciones que incluyen el proceso de análisis.

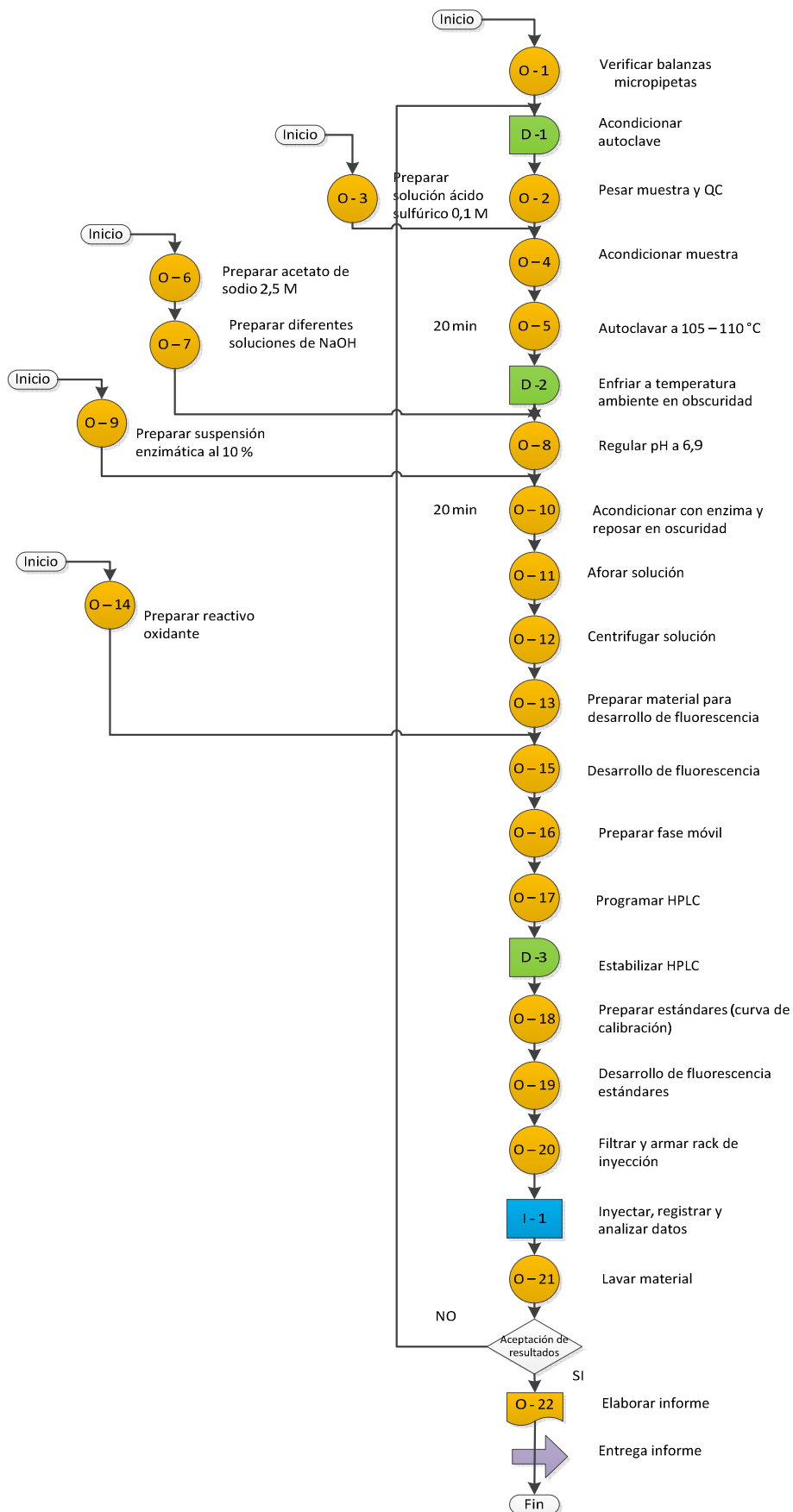


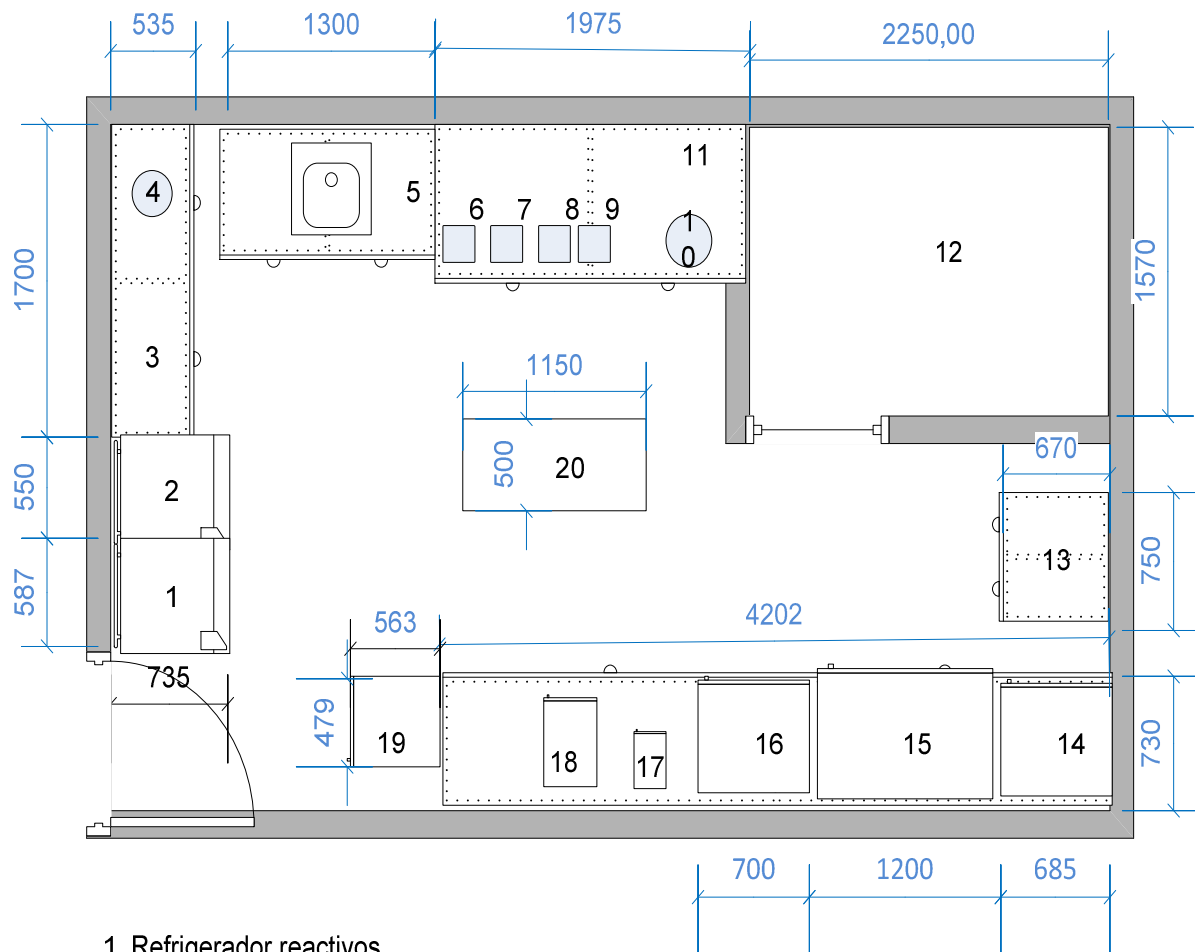
Figura 3.24. Ejemplo de diagrama de proceso del análisis de Vitamina B1

El estudio de los diagramas de proceso mostró que las metodologías tienen etapas comunes como:

- Registro de datos
- Evaluación estadística de resultados para asegurar que están dentro de los márgenes de error permitidos
- Etapa de decisión que señala la aceptación o rechazo de los QC
- Reproceso en caso de no aceptación de resultados
- Elaboración de informes
- Lavado de material
- Entrega de informes a Servicio al cliente

Una vez establecidos los diagramas de proceso se realizó el levantamiento de la distribución espacial de los diferentes laboratorios del DECAB como se muestra en la Figura 3.25 a la Figura 3.30, que permitió calcular las distancias recorridas en el procesamiento del análisis sin dificultar el normal desenvolvimiento en la cuantificación.

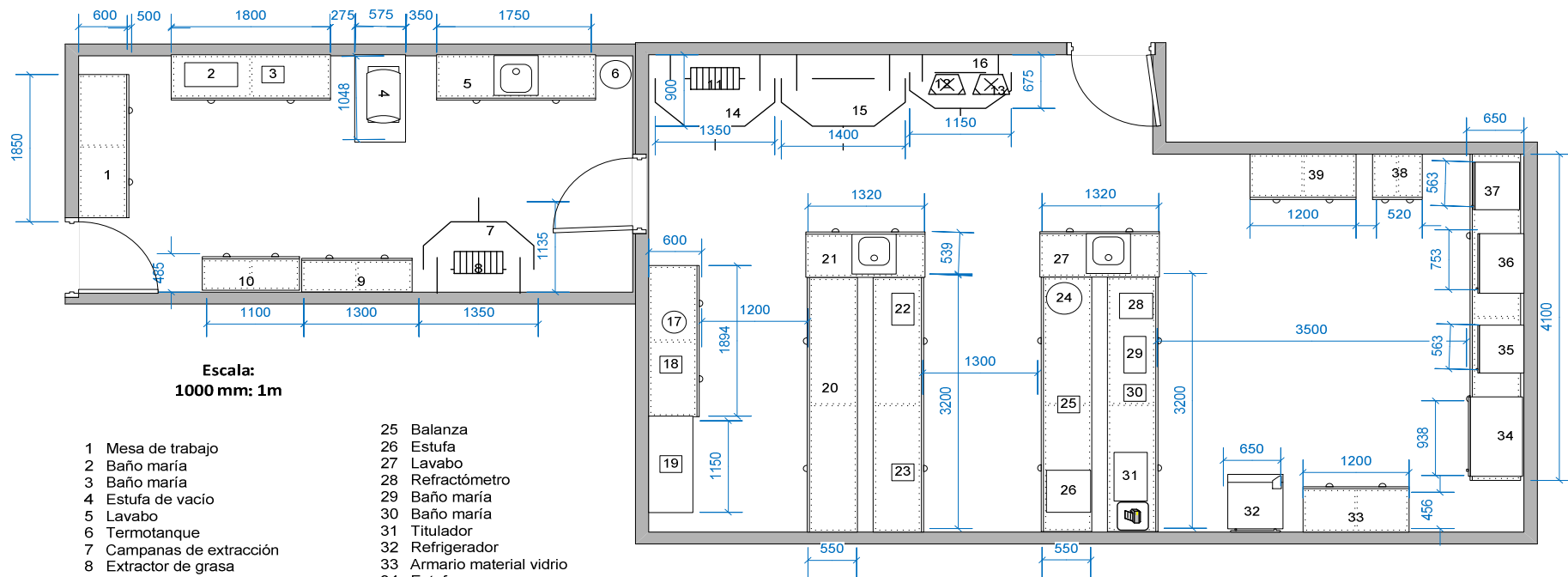
Cada laboratorio presentó una distribución al azar de los equipos utilizados en la cuantificación de los diferentes análisis, esto se debe a que muchos equipos son usados para la cuantificación de varias metodologías; además se observó que el espacio libre para circulación dentro de los laboratorios de Microbiología, QAN y Absorción atómica es limitado y no existen espacios suficientes para el procesamiento de muestras.



- 1 Refrigerador reactivos
- 2 Refrigerador muestras
- 3 Mesa material sucio
- 4 Autoclave olla
- 5 Lavabo
- 6 Cuenta colonias
- 7 Microscopio
- 8 Balanza
- 9 Reverbero
- 10 Mechero bunsen
- 11 Mesa de trabajo
- 12 Cabina de flujo laminar
- 13 Armario reactivos
- 14 Estufa 55 °C
- 15 Estufa contaje total 35 °C
- 16 Estufa hongos y levaduras 25 °C
- 17 Agitado de muestras
- 18 Baño maría
- 19 Autoclave esterilizador
- 20 Mesa de trabajo



Figura 3.25. Diagrama de distribución del laboratorio de Microbiología

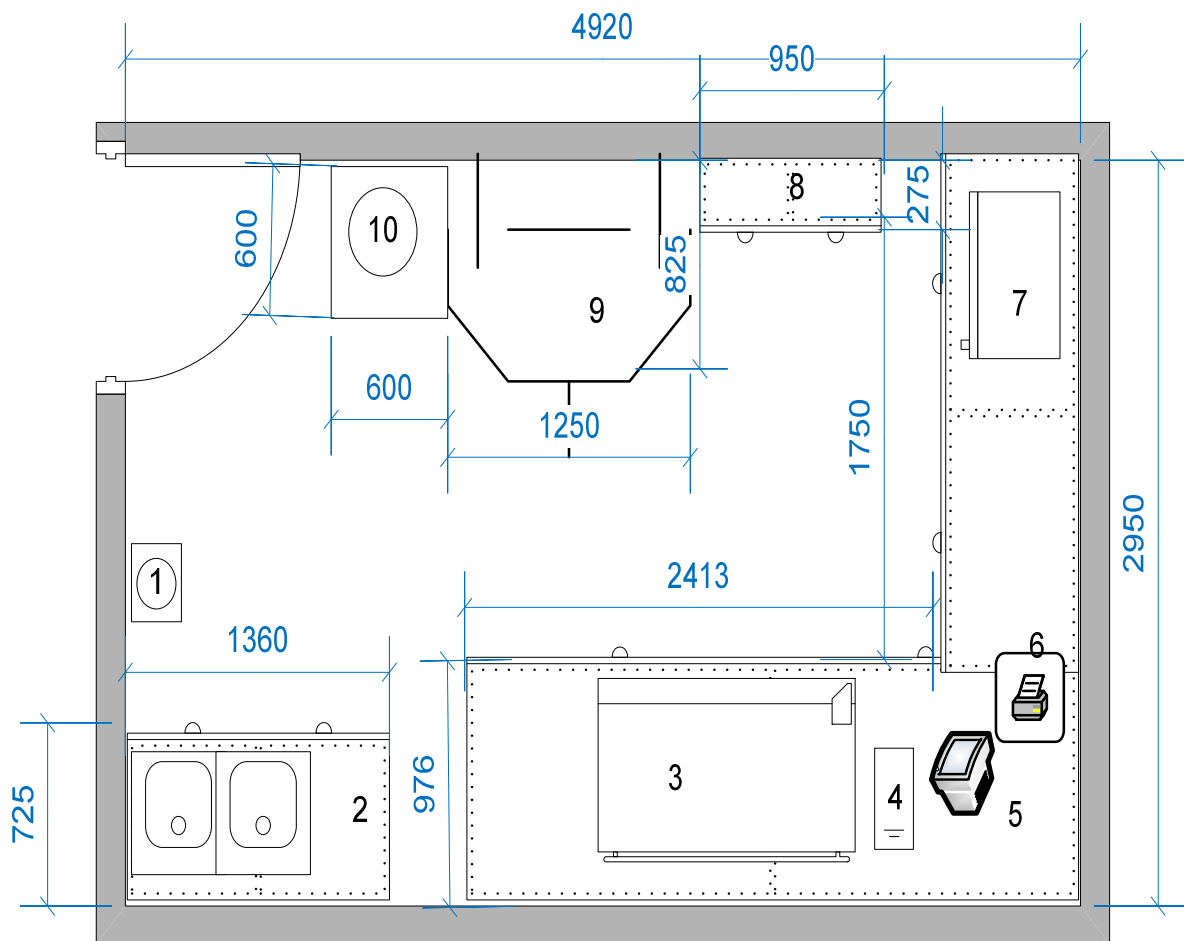


- 1 Mesa de trabajo
- 2 Baño maría
- 3 Baño maría
- 4 Estufa de vacío
- 5 Lavabo
- 6 Termotanque
- 7 Campanas de extracción
- 8 Extractor de grasa
- 9 Armario de muestras
- 10 Armario estándares
- 11 Digestor micro kjeldahl
- 12 Molino fino
- 13 Molino grueso
- 14 Campana de extracción
- 15 Campana de extracción
- 16 Campana de extracción
- 17 Desecador
- 18 Balanza
- 19 Balanza
- 20 Mesa de trabajo
- 21 Lavabo
- 22 Sistema de extracción
- 23 Plancha de calentamiento
- 24 Tanque de agua

- 25 Balanza
- 26 Estufa
- 27 Lavabo
- 28 Refractómetro
- 29 Baño maría
- 30 Baño maría
- 31 Titulador
- 32 Refrigerador
- 33 Armario material vidrio
- 34 Estufa
- 35 Estufa
- 36 Mufla
- 37 Mufla
- 38 Armario tamices
- 39 Armario material vidrio



Figura 3.26. Diagrama de distribución del laboratorio de Bromatología



- 1 Tanque agua desionizada
- 2 Lavabo
- 3 Espectrofotómetro de absorción atómica
- 4 CPU
- 5 Monitor
- 6 Impresora
- 7 Microondas
- 8 Armario estándares
- 9 Campana de extracción
- 10 Generador agua desionizada

Escala:
1000mm: 1m

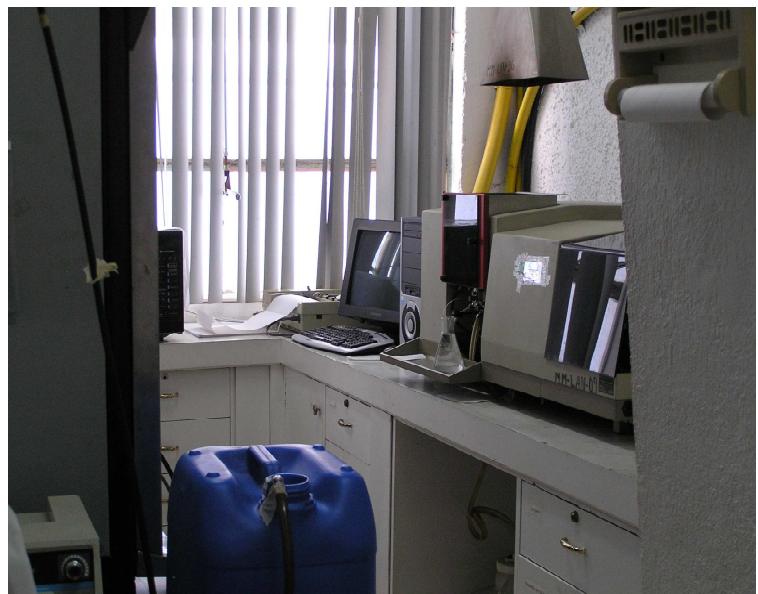
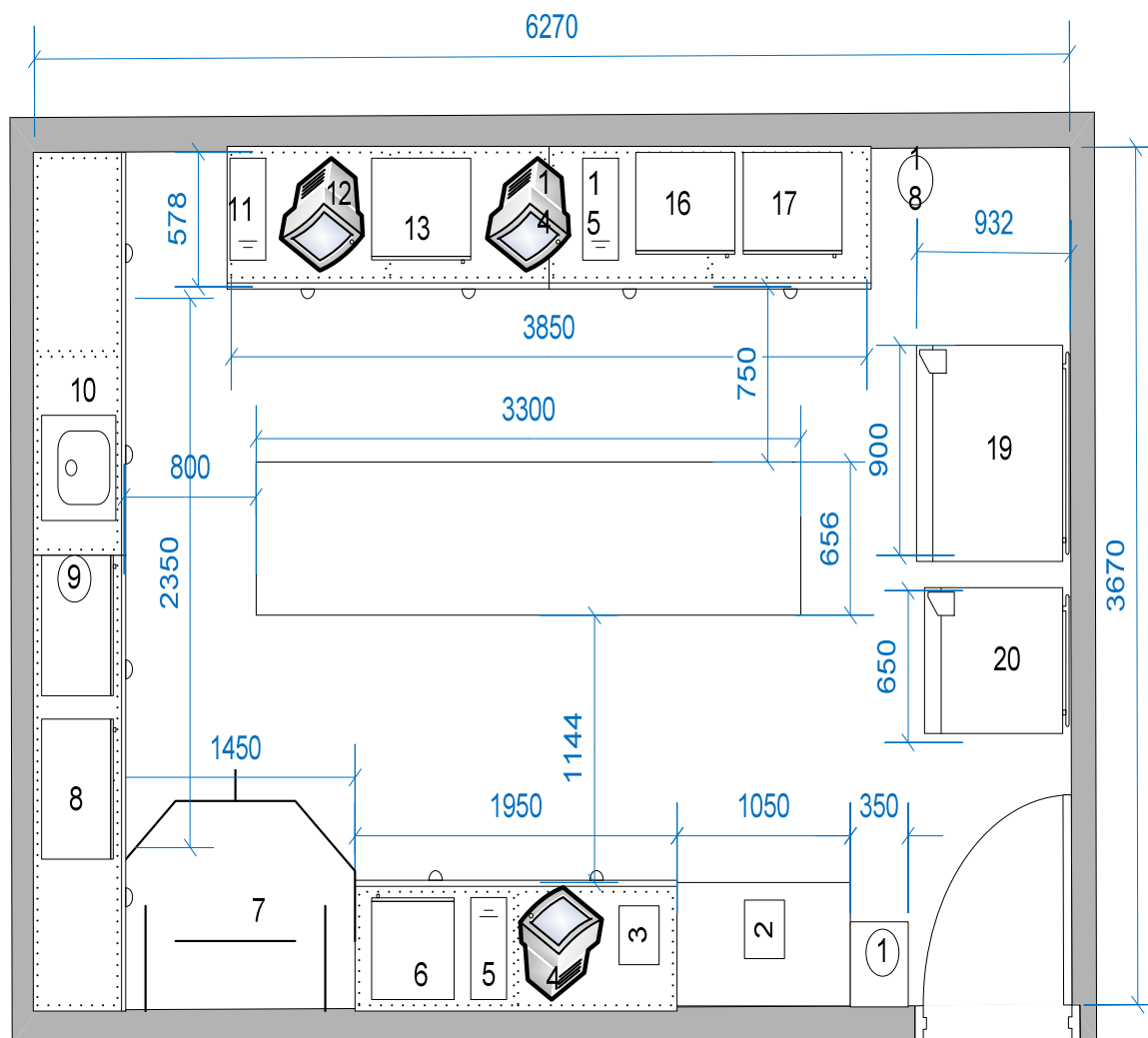


Figura 3.27. Diagrama de distribución del laboratorio de Absorción atómica



- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1 Desecador | 11 CPU HPLC |
| 2 Balanza | 12 Monitor HPLC |
| 3 Ultrarex | 13 HPLC |
| 4 Monitor | 14 Monitor HPLC |
| 5 CPU | 15 CPU HPLC |
| 6 Espectrofotómetro | 16 HPLC |
| 7 Campana de extracción | 17 HPLC |
| 8 Baño maría | 18 Tanque helio |
| 9 Rotavapor | 19 Congelador |
| 10 Lavabo | 20 Refrigerador |

Escala:
1000mm: 1m

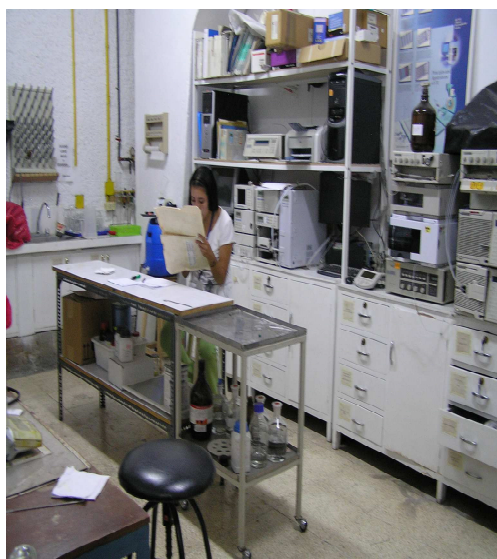
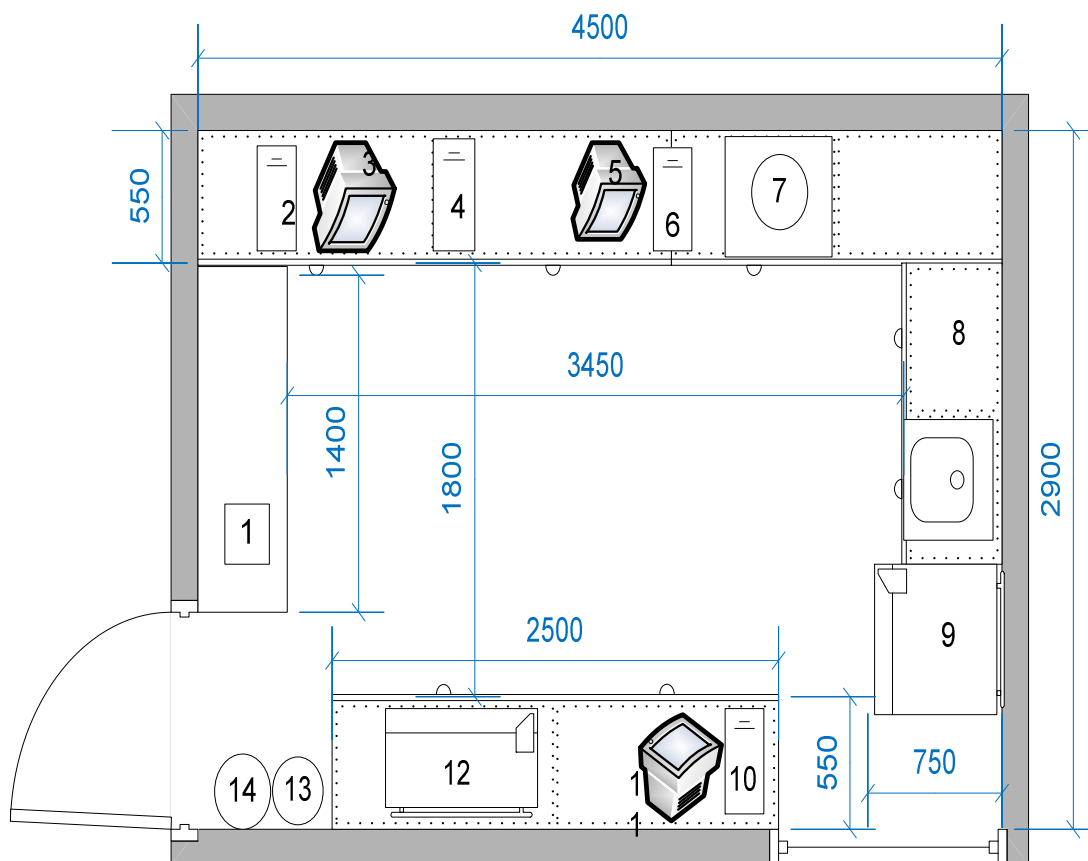


Figura 3.28. Diagrama de distribución del laboratorio de HPLC (QAN 1)

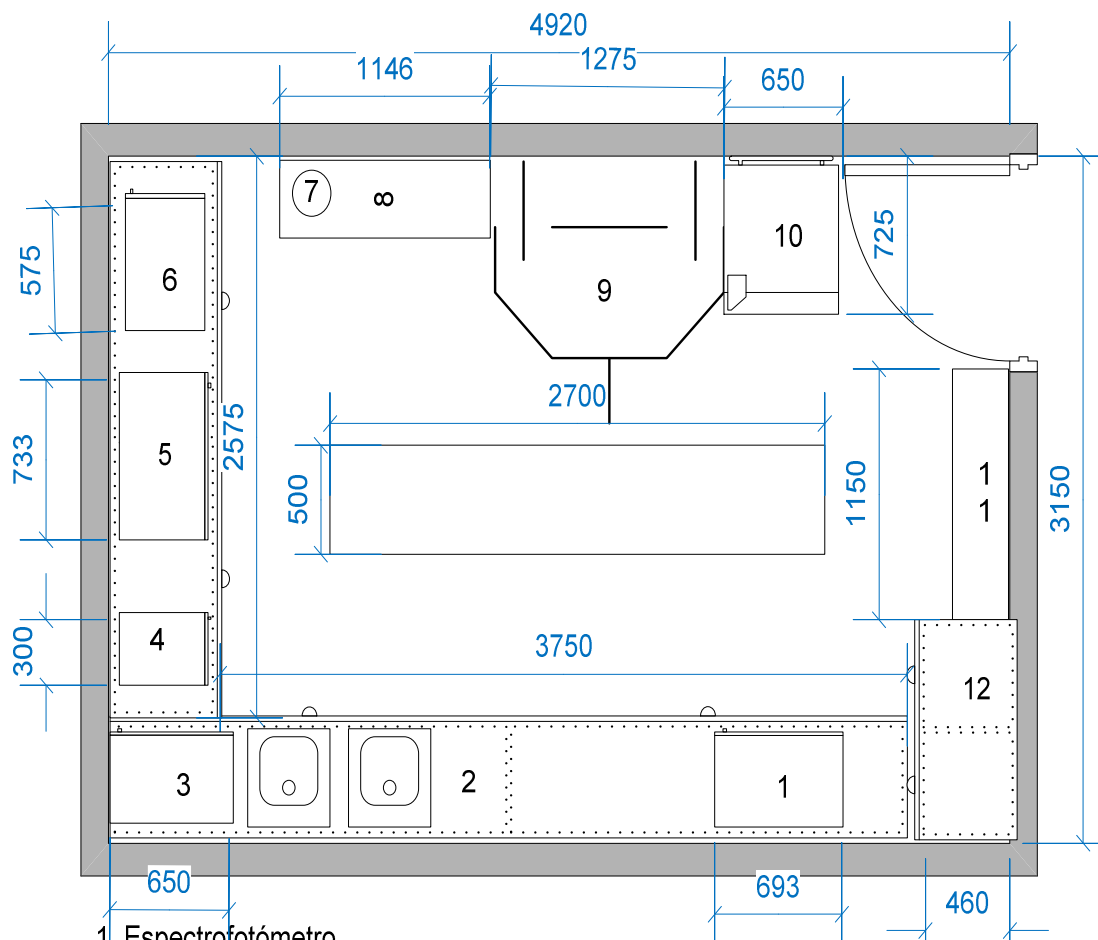


- 1 Balanza
- 2 CPU RVA
- 3 Monitor RVA
- 4 RVA
- 5 Monitor Reómetro
- 6 CPU Reómetro
- 7 Reómetro
- 8 Lavabo
- 9 Refrigerador
- 10 CPU DSC
- 11 Monitor DSC
- 12 DSC
- 13 Tanque Nitrógeno
- 14 Tanque Nitrógeno

Escala
1000mm: 1m



Figura 3.29. Diagrama de distribución del laboratorio QAN 2



- 1 Espectrofotómetro
- 2 Lavabo
- 3 Baño maría
- 4 Baño maría
- 5 Centrifuga
- 6 Centrifuga
- 7 Centrifuga
- 8 Almacenamiento soluciones
- 9 Campana de extracción
- 10 Refrigerador
- 11 Almacenamiento muestras
- 12 Mesa de trabajo

Escala
1000mm: 1m



Figura 3.30. Diagrama de distribución del laboratorio QAN 3

Luego del establecimiento de los diagramas de flujo y la distribución de los diferentes laboratorios se construyeron los cursogramas analíticos, los cuales

contienen el estudio de tiempos y movimientos y el resumen de las operaciones, transporte, espera, inspección y almacenamiento; un ejemplo de cursograma analítico del análisis de ceniza se encuentra representado en la Tabla 3.11 y el Anexo VII en las Tabla AVII.1 a la Tabla AVII.20 archivo electrónico el cual presenta el detalle de todas las metodologías.

Previo al estudio de tiempos y movimientos se observó que el DECAB dentro de los servicios ofertados procesaba una diversidad de muestras sólidas y líquidas en diferentes matrices, existiendo la necesidad de realizar variaciones en las metodologías establecidas, por tal motivo se registraron tiempos promedio correspondiente a cuantificaciones de productos en polvo que fueron las más comunes según la tabulación de datos correspondiente al período de estudio 2006- 2009.

La Tabla 3.11, ejemplo de cursograma analítico de características funcionales, muestra la cuantificación de los tiempos y distancias para cada una de las etapas señaladas en el diagrama de flujo propias de cada metodología, cada etapa presenta una clasificación en operación, transporte, demora, inspección, almacenamiento y la secuencia lógica dentro del análisis; dicha clasificación permitió cuantificar los tiempos parciales, totales asignados al análisis y una identificación rápida de las demoras existentes.

Tabla 3.11. Cursograma analítico del método características funcionales

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO /EQUIPO					
DIAGRAMA No. 8		HOJA No.8		RESUMEN					
Objeto: Índice de absorción de agua, Solubilidad y Poder de hinchamiento				ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA(%)	
				TIEMPO OPERACIÓN (min)		1248,0			
ACTIVIDAD: Analizar muestra				TIEMPO TRANSPORTE (min)		5			
				TIEMPO ESPERA (min)		210,0			
METODO: ACTUAL				TIEMPO INSPECCIÓN (min)		60			
				TIEMPO ALMACENAMIENTO (min)					
LUGAR:DECAB (Bromatología)				DISTANCIA (metros)		330,5			
OPERARIO(S): Analista				TIEMPO (horas-hombre)		21,9			
FICHA No.1				COSTO por hora		14,4			
COMPUESTO POR: Ing. Elena Coyago FECHA: 2009-10-15				MANO DE OBRA					
APROBADO POR: FECHA:				INDICE USO MANO DE OBRA		1,0			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ANALISIS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
Verificar balanza		4,4	3,0	●	→	■	■	▼	
Molienda gruesa		23,5	10,0	●					
Molienda fina		2,1	10,0	●					
Pesar y acondicionar muestra	3	27,9	15,0	●					
Agitar solución		27,7	10,0	●					
Centrifugar solución	3	1,1	20,0	●					
Medir sobrenadante	3	28,6	15,0	●					
Pesar gel	3	7,5	25,0	●					
Marcar cajas petri	3	9,3	5,0	●					
Acondicionar estufa a set point 110 °C		14,6	90,0	●		■			
Tarar a set point	3	14,6	60,0	●					
Sacar cajas petri de estufa y colocar en desecador		14,6	5,0	●					
Enfriar cajas petri a temperatura ambiente en desecador		10,6	60,0	●		■			
Colocar sobrenadante en caja petri		0,5	30,0	●					
Evaporar a sequedad a set point		15,6	960,0	●					Toda la noche
Sacar de estufa muestras		23,9	5,0	●					
Enfriar a temperatura ambiente en desecador		0,0	60,0	●		■			
Registro, interpretación e inspección de resultados		1,2	60,0	●			■		
Lavar material utilizado		4,2	45,0	●					
Elaborar informe		27,4	30,0	●					
Entrega informe		71,2	5,0	●	→				
Total....	3	330,5	1523,0	16	1	3	1	0	

Luego del estudio de los cursogramas analíticos Anexo VII - Tabla AVII.1 a la Tabla AVII.20 archivo electrónico, se tabuló los parámetros cuantificados como muestra la Tabla 3.12 y Tabla 3.13

La Tabla 3.12 muestra un resumen de las etapas (operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento) involucradas al desarrollo de una determinada metodología y el análisis respectivo muestra que:

- Extracto etéreo y vitamina B1 por HPLC presentan el mayor número de operaciones.
- Porcentaje de gelatinización presenta la mayor cantidad de transporte.
- Extracto etéreo presenta mayor número de esperas.
- Ceniza, Humedad, Estafilococos aureus y Hongos y levaduras presentan tres inspecciones antes de culminar la cuantificación.
- No se dan operaciones de almacenamiento ya que los procesos de cuantificación son continuos.

Tabla 3.12. Número total de etapas por metodología

Metodología	Operación	Transporte	Espera	Inspección	Almacenamiento
Ceniza	13	1	5	3	0
Proteína	16	1	2	1	0
Extracto etéreo	21	1	6	2	0
Fibra cruda	17	1	5	2	0
Humedad	12	1	3	3	0
Humedad al vacío	12	1	3	2	0
Consistencia	15	1	0	1	0
Características funcionales	16	1	3	1	0
Coliformes- Número más probable	14	1	2	2	0
Estafilococos aureus	13	1	2	3	
Hongos y levaduras	14	1	1	3	0
Salmonella	18	1	1	2	0
Minerales - Digestión microondas	9	1	1	1	0
Porcentaje de gelatinización	17	3	1	1	0
Ácidos orgánicos por HPLC	13	1	1	1	0
Azúcares por HPLC	12	1	1	1	0
Beta Carotenos	19	1	2	1	0
Vitamina C por HPLC	14	1	1	1	0
Vitamina A por HPLC	19	1	4	1	0
Vitamina B1 por HPLC	22	1	3	1	0

Tabla 3.13. Estudio de tiempos para los análisis seleccionados

Analito	Número de determinaciones realizadas por una muestra	Actual						Distancia total (m)
		Tiempo operación (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo Total (h)	Tiempo espera %	Tiempo operación %	Horas hombre actual	
Ceniza	3	12,35	21,03	33,85	62,14	36,48	3,28	299,98
Proteína	4	11,67	2,00	14,25	14,04	81,87	8,50	398,08
Extracto etéreo	4	56,68	5,00	62,60	7,99	90,55	6,18	477,90
Fibra cruda	4	23,67	4,35	28,78	15,11	82,22	9,00	579,98
Humedad	3	5,07	3,17	9,10	34,80	55,68	3,82	204,48
Humedad al vacío	3	30,17	2,67	34,10	7,82	88,47	4,25	204,48
Consistencia	1	1,53	0,00	1,95	0,00	78,63	1,95	117,00
Características funcionales	3	20,80	3,50	25,38	13,79	81,94	4,55	315,88
Coliformes- Número más probable	3	112,78	2,00	116,03	1,72	97,20	65,03	118,21
Estafilococos aureus	3	142,02	2,00	145,02	1,38	97,93	6,77	112,80
Hongos y levaduras	1	177,25	2,00	181,42	1,10	97,70	5,25	134,90
Salmonella	3	94,58	2,00	98,83	2,02	95,70	9,58	124,90
Minerales por digestión microondas	6	10,03	1,40	12,60	11,11	79,63	11,77	178,00
Porcentaje de gelatinización	4	4,48	2,00	7,58	26,37	59,12	2,88	149,80
Acidos orgánicos por HPLC	4	5,82	1,50	16,87	8,89	34,49	5,45	269,88
Azúcares por HPLC	4	5,03	1,50	20,08	7,47	25,06	4,67	237,32
Beta Carotenos por HPLC	4	11,82	1,67	24,37	6,84	48,50	9,08	301,55
Vitamina C por HPLC	4	6,00	1,50	14,38	10,43	41,71	6,98	269,88
Vitamina A por HPLC	4	12,48	9,50	27,53	34,50	45,34	15,03	304,22
Vitamina B1 por HPLC	4	9,97	4,50	18,52	24,30	53,83	8,68	509,20

El estudio de la Tabla 3.13 demostró lo siguiente:

- La cuantificación de minerales por digestión microonda presenta valores altos de tiempos de operación, debido a que se necesita de un procedimiento especial para el lavado del material, se requiere de un total

de 6 determinaciones (2 muestras, 2 blancos y 2 QCs) lo que contribuye a incrementar el tiempo de cuantificación y los costos involucrados al análisis.

- Las metodologías utilizadas en el laboratorio de Microbiología presentan los mayores tiempos de operación y espera debido a que se requiere continuamente de inspecciones e incubaciones sucesivas para obtener un resultado final.
- El tiempo total varía entre 2 h para Consistencia y 181 h para Hongos y levaduras.
- La mayoría de analitos estudiados presentaron distancias superiores a 100 m y valores máximos de 580 m para Fibra cruda.
- La ubicación de la bodega 1 de reactivos como se muestra en la Figura 3.31, incrementa el recorrido de las analistas debido a que deben solicitar la llave de bodega al responsable, sacar los reactivos necesarios para la determinación y devolver la llave; luego de finalizar el análisis solicitar nuevamente la llave, volver a ubicar los reactivos en la bodega y devolver la llave; este proceso involucra un gran consumo de tiempo y distancias recorridas.
- La mayoría de metodologías presentan porcentajes de operación superiores al 50% y porcentajes de espera menor al 20%.
- Las horas hombre utilizadas en la cuantificación varía con la metodología y la tecnología existente.

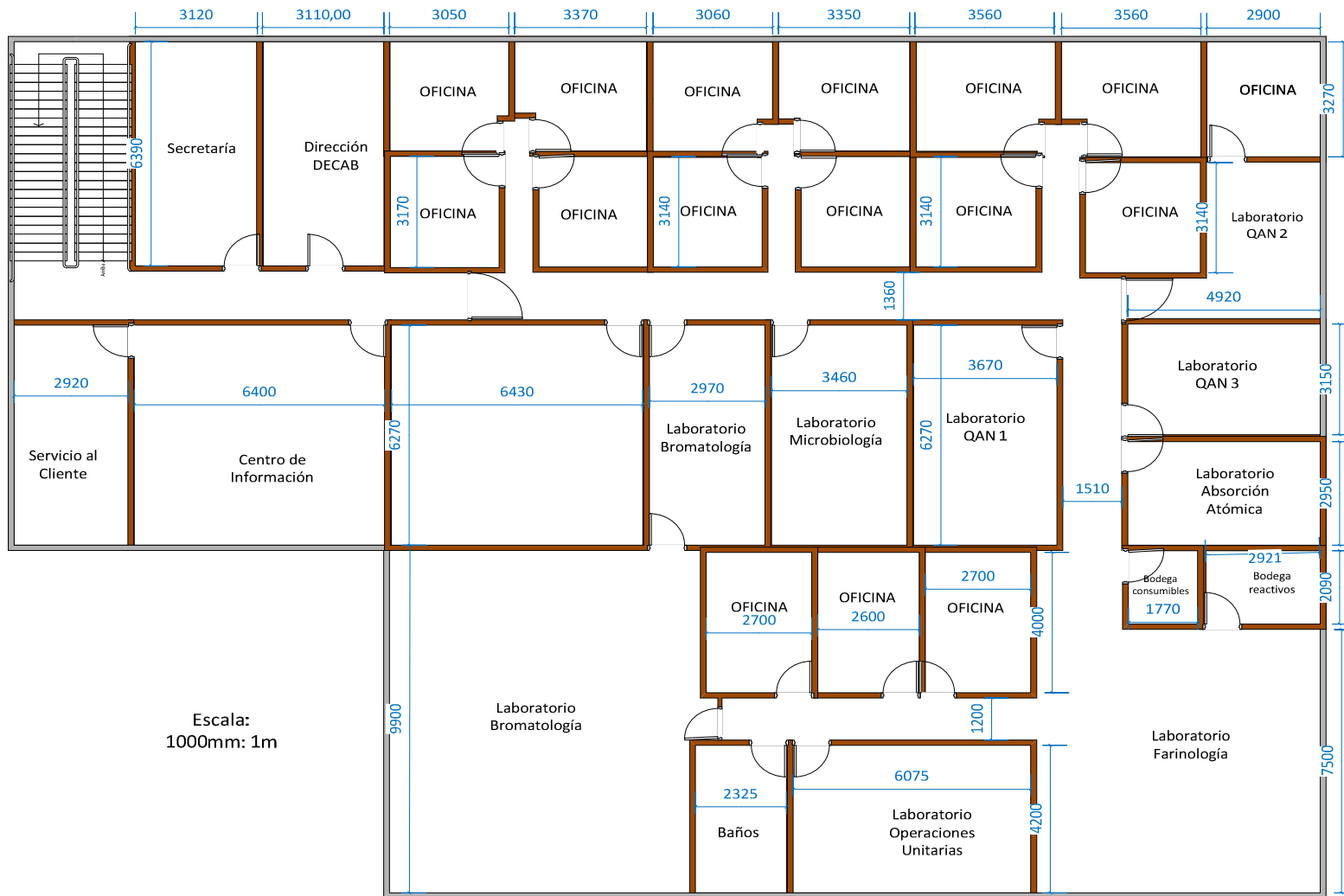


Figura 3.31. Plano DECAB

La información recabada en la tabulación de datos, la revisión de metodologías, los diagramas de proceso, la información proporcionada por las analistas, los cursogramas analíticos y la observación directa en las diferentes áreas de trabajo permitieron establecer cuellos de botella dentro de cada una de las metodologías seleccionadas para el estudio como señala el siguiente análisis:

a) Ceniza

La capacidad máxima de procesamiento de la plancha de calentamiento utilizada para la carbonización de muestras es de 3 unidades, dificultando un procesamiento superior.

Por otra parte la etapa de acondicionamiento de la mufla MM-LB-22 Marca LINDBERG Modelo 59344 requiere un tiempo de 2 horas; la temperatura cerca de la compuerta no alcanza los 550 °C; existe la necesidad de sujetar la compuerta con una cuerda debido a que no presenta cierre hermético, dificultando una correcta determinación y disminuyendo la capacidad máxima de procesamiento a 4 unidades.

Además el tiempo de pesado, lavado y registro presentan valores altos debido a que en la actualidad las analistas limpian su lugar de trabajo, lavan el material, ordenan el laboratorio y llenan registros correspondientes a la trazabilidad del análisis.

Por otra parte se observó que a pesar de tener las plantillas establecidas para la elaboración de informes, existe dificultad en el manejo de Excel y Word incrementando los tiempos de análisis de datos (en algunos casos los cálculos se comprueban manualmente) y entrega de resultados.

b) Proteína

El digestor de proteína posee seis canales de digestión utilizados para analizar 2 muestras, 1 QC, 1 triptofano.

Por otra parte el equipo de digestión presenta capacidad limitada y presentaba problemas en el sistema de control de temperatura por lo que existió la necesidad de instalar un controlador electrónico externo.

c) Extracto etéreo

La cuantificación es netamente por pesada, esto involucra varias etapas de enfriamiento para registrar el peso y que contribuye a incrementar el tiempo total del análisis.

Por otra parte el análisis requiere de dos días de secado en estufa a vacío MM-LB-08-00 Marca Heraeus, debido a que el personal está continuamente controlando las condiciones de corrida y en un solo día no alcanza a cubrir las cinco horas establecidas en la metodología. Al siguiente día se acondiciona nuevamente el equipo para continuar con el proceso de secado, incrementando sustancialmente el tiempo de entrega de resultados.

Además el control de generación de vacío se encuentra ubicado en la Planta piloto, existiendo la necesidad de trasladarse hasta dicho lugar para poner en funcionamiento el equipo.

Por otra parte el equipo Goldfisch MM-LB-24 Marca Labconco, presenta dificultad en los sellos de los vasos de extracción, por este motivo se debe enfriar el equipo y descargar continuamente los vasos para aumentar el volumen de solvente, requiriendo un control permanente del proceso por parte del analista e incrementando el tiempo total.

d) Fibra cruda

El acondicionamiento de la arena presenta tiempos altos de calcinación que contribuyen al incremento del tiempo total de cuantificación.

Por otra parte el equipo de digestión consta de un refrigerante, un balón de destilación y un mechero bunsen. Se dispone de dos equipos de digestión, los cuales requieren un control riguroso del proceso de ebullición para evitar que la mezcla se caliente demasiado y salga disparada por el refrigerante, debido a que el flujo de agua es intermitente haciendo que el sistema de caliente demasiado.

Además la sorbona dispone de un solo canal de vacío para el proceso de filtrado y dificulta procesamientos simultáneos de muestras, incrementando el tiempo de análisis.

e) Humedad

La cantidad de cajas petri disponibles en el laboratorio es limitada y dificulta el incremento de un mayor número de análisis.

Por otra parte los tiempos de espera hasta que exista un peso constante varían dependiendo de la humedad inicial de la muestra, mientras mayor sea el contenido inicial de agua en la muestra, mayor es el tiempo requerido para la cuantificación.

f) Humedad al vacío

La cuantificación dentro del laboratorio difiere de lo establecido en la metodología debido a que la estufa al vacío MM-LB-08-00 Marca Heraeus presenta problemas en la generación de vacío por tanto se crea la necesidad de suspender el proceso de secado y continuar el siguiente día como se señala en el acápite de extracto etéreo.

g) Consistencia

La metodología está constituida de operaciones continuas y el laboratorio cuenta con un solo equipo para la cuantificación, el mismo que debe ser lavado y secado para su posterior utilización, esta actividad contribuye a incrementar los tiempos de demora.

h) Características funcionales

Este servicio ofertado es la unión de varios análisis como: índice de absorción de agua, índice de solubilidad y poder de hinchamiento; cada uno tiene una metodología específica y se debe procesar de forma individual.

Por otra parte la cuantificación de características funcionales se desarrollaba en el laboratorio de Química de alimentos y nutrición y fue reasignada al laboratorio de Bromatología, existiendo cambio de personal e incrementando el tiempo de cuantificación hasta cumplir la etapa de aprendizaje.

i) **Coliformes NMP, Estafilococos áureos, Salmonella, Hongos y levaduras**

El laboratorio de Microbiología presenta limitada disponibilidad de material de vidrio necesario para la cuantificación, existiendo la necesidad de esterilizar el material usado, lavar y secar para poder re-utilizar nuevamente. Además el material utilizado para la determinación de microorganismos es abundante y requiere un proceso de esterilización en autoclave para inactivar los microorganismos existentes, de esta forma el autoclave presenta limitada capacidad para la esterilización de todo el material.

j) **Minerales por digestión microondas**

El lavado de material involucra tres etapas: 1) lavado con agua y jabón 2) lavado con agua destilada y la inmersión del material por 30 minutos dentro de una solución de ácido sulfúrico que varía dependiendo del tipo de material (teflón o vidrio) y 3) lavado con agua desionizada, estas etapas de lavado constituyen un incremento sustancial en el desarrollo del análisis debido a que la cantidad de material en el laboratorio es limitada.

Por otra parte las cuantificaciones esporádicas de minerales por digestión microondas contribuyen a que el personal no esté capacitado en el análisis y que exista la necesidad de verificar continuamente la metodología para no incurrir en errores y la actualización en el uso de software propio del equipo, esta particularidad genera el incremento de los tiempos de entrega de resultados.

k) **Porcentaje de gelatinización**

El procesamiento individual de muestras genera que la molienda no pueda realizarse de forma continua y genera la necesidad de desmontar todo el sistema, limpiar y armar nuevamente para continuar con el proceso de molienda.

Por otra parte el tiempo de acondicionamiento del DSC requiere la verificación constante de líneas base hasta llegar a condiciones estables, este particular incrementa el tiempo de demora en alrededor de tres horas.

l) Ácidos orgánicos por HPLC

La solución de ácido sulfúrico utilizada como fase móvil, presenta un proceso lento de filtración debido a que no se trabaja con reactivos grado HPLC y genera la necesidad de cambiar por lo menos dos veces la membrana de filtración en una misma etapa de filtrado.

Por otra parte la preparación de la solución de ácido meta fosfórico presenta dificultad en la disolución del reactivo ya que se encuentra como piedras cristalinas de gran tamaño y requiere de agitación continua para evitar la adherencia al recipiente de vidrio y la subsecuente dificultad de desprendimiento.

Además, la cuantificación de ácidos orgánicos involucra la cuantificación de ácido cítrico, ácido tartárico y ácido málico, por tanto se debe preparar tres curvas de calibración.

m) Vitamina C por HPLC

La mezcla de la solución buffer fosfato y N-cetyl,N,N,N-trimethylammonium bromide utilizada como fase móvil, genera una solución espumosa que dificulta la filtración, por tanto se debe filtrar y desgasificar cada una de las soluciones por separado y genera la necesidad de cambiar continuamente la membrana para evitar su taponamiento.

Por otra parte, la preparación de la solución de ácido meta fosfórico presenta dificultad en la disolución del reactivo como se indicó en el caso de la cuantificación de ácidos orgánicos.

n) Azúcares por HPLC

La cuantificación de azúcares por HPLC utiliza el detector de índice de refracción; este se caracteriza por presentar un tiempo de acondicionamiento de 2 horas hasta que el sistema de detección alcance el equilibrio. Para llegar al equilibrio es necesario que:

- La fase móvil se encuentre perfectamente desgasificada, por tanto existe la necesidad de realizar dos procesos consecutivos de desgasificación: 1) desgasificación ultrasonido y 2) desgasificación con burbujeo de Helio.
- Incremento paulatino del flujo hasta llegar al recomendado para evitar generación de burbujas dentro del detector.
- Conexión preliminar bomba – detector para eliminar todas las burbujas del detector.

Este análisis puede cuantificar xilosa, ramnosa, fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, maltotriosa, maltopentosa, maltohexosa y maltoheptosa, por lo que se requiere preparar los estándares de los mono y disácaridos de forma individual con las respectivas disoluciones para construir la curva de calibración.

o) Beta Carotenos por HPLC

La extracción de caroteno de la matriz con una solución acetona-etanol, depende de la cantidad presente en cada matriz; por tanto el tiempo de extracción varía de acuerdo a este parámetro.

Por otra parte el aislamiento de beta caroteno con éter de petróleo utilizando embudos de separación es un proceso individual y el material utilizado es limitado.

Además la evaporación del éter de petróleo en el rotavapor, es influenciado por la cantidad de compuestos extraños y de humedad existente en el extracto dificultando la evaporación del éter; además el laboratorio cuenta con un solo equipo de evaporación que procesa muestras de forma individual.

p) Vitamina A por HPLC

La etapa de saponificación para la vitamina A presenta las siguientes características:

- Control continuo del proceso de saponificación

- Verificación de sello correcto de los refrigerantes y el matraz de saponificación. El incorrecto sello ocasionará la evaporación del solvente o el ingreso de agua a la solución.
- Los refrigerantes requieren de un control continuo de flujo de agua, debido a que el suministro presenta variaciones y puede existir la posibilidad de rotura de los serpentines.

El aislamiento y la extracción de vitamina A son procesos similares a los de carotenos generándose los mismos inconvenientes antes mencionados.

q) **Vitamina B1 por HPLC**

La extracción de vitamina B1 requiere el acondicionamiento de las muestras con la enzima Takadiastasa y genera la necesidad de regular el pH de cada una de las determinaciones realizadas.

Por otra parte el desarrollo de fluorescencia para la determinación de vitamina B1 requiere de un proceso laborioso de preparación de una serie de tubos en los que se desarrolla la fluorescencia tanto para muestras como para estándares y en caso de requerir dilución se debe desarrollar nuevamente la respectiva fluorescencia lo que provoca un incremento sustancial de tiempo de operación.

Las metodologías por HPLC en general involucran:

- Conocimiento del sistema de cromatografía líquida y las partes que involucran el sistema con su respectiva manipulación para identificar posibles fugas, cambio de tuberías y accesorios
- Conocimiento de software específico para la cuantificación de cromatogramas
- Control de presión del sistema para evitar estropear el relleno de la columna
- Control de fugas, goteos, etc.
- Lavado de columna de por lo menos 1 hora.
- Utilización de pre-columnas para cada uno de los sistemas utilizados.

En la Tabla 3.14 se muestra un resumen de los cuellos de botella encontrados luego del estudio de la situación actual de las metodologías seleccionadas. La mayoría de cuellos de botella se deben a la limitada capacidad de procesamiento de los equipos existentes.

Tabla 3.14. Resumen de Cuellos de botella para las metodologías seleccionadas

Análisis	Capacidad máxima de procesamiento	Cuello de botella	Observación
	1	Plancha de calentamiento	3 canales
Ceniza	1	Mufla	Dañado
Proteína	2	Digestor de proteína	Obsoleto - 6 canales
	1	Estufa de vacío	Suspensión de análisis continua siguiente día
Extracto etéreo	1	Extractor de grasa	Incorrecta operación de apagado
			Dañado
Fibra cruda	Procesamiento individual	Digestor fibra	Dos Unidades
		Puerto de vacío	Un solo canal
Humedad	2	Cajas petri	Limitada
		Humedad inicial de la muestra	Mayor humedad mayor tiempo de análisis
Humedad al vacío	4	Estufa a vacío	Suspensión de análisis continua siguiente día
			Incorrecta operación de apagado
Consistencia	Procesamiento individual	Consistómetro	Una unidad
		Analista	Tiempo de operación alto
Características funcionales	2	Conjunto de varias metodologías	Índice de absorción de agua, índice de solubilidad y poder de hinchamiento
	2	Centrifuga	6 canales (3 muestras)
	Procesamiento individual	Pesaje del líquido/sólido	Procesamiento individual
	2	Personal	Capacitación
Coliformes NMP y Salmonella	3	Material de vidrio	Limitado
Estafilococos aureus		Tiempo de incubación	Propio de la metodología
Hongos y levaduras		Autoclave	Capacidad limitada
Minerales por digestión microondas	8	Lavado de material	Procedimiento específico
	8	Personal no capacitado	Asignación al área de trabajo
	8	Material de vidrio	Limitado
	Procesamiento individual	Absorción Atómica	Software desactualizado (incremento tiempo de acondicionamiento equipo)
Porcentaje de gelatinización	Procesamiento individual	Molino grueso y fino	Limpieza
		DSC	Tiempo de acondicionamiento
Acidos orgánicos por HPLC	4	Acido sulfúrico	Filtración lenta- pureza reactivo
		Acido meta fosfórico	Dificultad disolución
		Conjunto de varias cuantificaciones	Acido cítrico, ácido tartárico, ácido málico
Vitamina C por HPLC	8	N-cetyl	Filtración lenta- pureza reactivo
		Fosfato	Filtración lenta- pureza reactivo
		Mezcla N-cetyl; fosfato	Presentación de espuma
		Acido meta fosfórico	Dificultad disolución
Azúcares por HPLC	4	Desgasificación de fase móvil	Ultrasonido - Desgasificación He
		Acondicionamiento detector	Consideraciones especiales
		Conjunto de varias cuantificaciones	Mono y di sacáridos
Beta carotenos por HPLC	2	Cantidad de caroteno en la matriz	Incremento de número de extracciones
	3	Centrifuga	6 canales
	Procesamiento individual	Aislamiento beta caroteno	Extracción depende del contenido de carotenos
	Procesamiento individual	Embudos de separación	Limitado
	Procesamiento individual	Rotavapor	Sistema de vacío deficiente
Vitamina A por HPLC	4	Saponificación	Control del proceso
	Procesamiento individual	Embudos de separación	Limitado
	Procesamiento individual	Rotavapor	Sello deficiente de vacío
Vitamina B1 por HPLC	Procesamiento individual	Regulación de pH	Procesamiento individual
	Procesamiento individual	Generación de fluorescencia	Equipo de agitación con un solo canal

3.4. DEFINICIÓN DE PROCESOS MEJORADOS

La evaluación de la situación actual, permitió establecer propuestas de cambio para la cuantificación de un determinado analito, sin alterar los parámetros propios establecidos para cada metodología, construyendo los respectivos cursogramas propuestos Anexo VIII- Tabla AVIII.1 a la Tabla AVIII.20 y su correspondiente diagrama de Gantt Figura AVIII.1 a la Figura AVIII.20 que se encuentran en archivo electrónico y como se muestra en los ejemplos de la Tabla 3.15 y Figura 3.32.

Tabla 3.15. Ejemplo cursograma analítico del proceso mejora de Ceniza

CURSOGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO /EQUIPO		RESUMEN		
DIAGRAMA No. 1 HOJA No.1					ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA (%)
Objeto: Cenizas			ACTIVIDAD		741,0	515,5	30,4
			TIEMPO OPERACIÓN (min)		5,0	4,5	10,0
			TIEMPO TRANSPORTE (min)		1262,0	199,5	84,2
ACTIVIDAD: Analizar muestra			TIEMPO ESPERA (min)		23,0	10,5	54,3
			TIEMPO INSPECCIÓN (min)			47,5	
			TIEMPO REUSO (min)		300,0	211,6	29,5
MÉTODO: PROPUESTO			DISTANCIA (m)		3,3	1,0	69,3
LUGAR:DECAB (Bromatología)			TIEMPO (horas-hombre)		14,4	14,4	
OPERARIO(S): Analista			COSTO por hora				
FICHA No.1			MANO DE OBRA				
COMPUESTO POR:Elena Coyago FECHA:2011-09-12			(US\$/h)				
APROBADO POR: FECHA:			INDICE USO MANO DE OBRA		1,0	0,7	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ANALISIS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	SIMBOLO			OBSERVACIONES
Acondicionar mufla a set point 550° C	3	29,8	17,5	●	→	■	Se utiliza mufla nueva (20 min), tiene 56 lugares
Verificar balanza		11,3	2,5	●			
Marcar y colocar crisoles en mufla	3	10,3	0,0	●			2 min incluido en acondicionamiento mufla
Verificar set point mufla	1	3,0	0,0	●			0.5 min incluido en acondicionamiento mufla
Tarar crisoles a 550° C	3	1,0	15,0	●			60 min
Moler muestra	1	5,0	0,0	●			45 min incluido en tarar crisoles
Sacar crisoles mufla y colocar en desecador	3	8,0	2,0	●			El desecador está cerca de la mufla
Enfriar crisoles a temperatura ambiente en desecador	3	10,3	60,0	■			
Inspeccionar crisoles (se pesan fríos)	3	1,0	0,5	■			
Pesar crisol - muestra	3	1,0	13,0	●			1 QC, una muestra y su paralela
Carbonizar en plancha de calentamiento	3	5,8	90,0	●			Se puede utilizar otra plancha con otro analista
Calcinar en mufla a 550 °C	3	5,5	240,0	●			El método sugiere hasta peso constante y el tiempo aumenta por lo menos 3 horas más en algunos casos
Sacar crisoles mufla y colocar en desecador	3	1,0	4,0	●			Requieren cuidado especial por contener la muestra
Enfriar a temperatura ambiente en desecador	3	10,3	61,0	■			
Pesar muestra + crisol y colocar en mufla	3	11,3	5,0	●			
Calcinar en mufla	3	3,0	120,0	●			Se utiliza mufla nueva
Sacar crisoles mufla y colocar en desecador	3	3,0	4,0	●			
Enfriar a temperatura ambiente en desecador	3	10,3	61,0	■			
Registro, interpretación y análisis de resultados	3	3,8	10,0	■			
Lavar material utilizado	3	2,8	5,0	●			
Elaborar informe		30,3	15,0	●			
Entrega informe		43,8	4,5	●			Sacar copia orden de trabajo, colocar observaciones, etc.
TOTAL.....	3	211,6	730,0	15	1	4	2

Nota: Los tiempos marcados como cero se encuentran en los tiempos muertos de otras actividades.

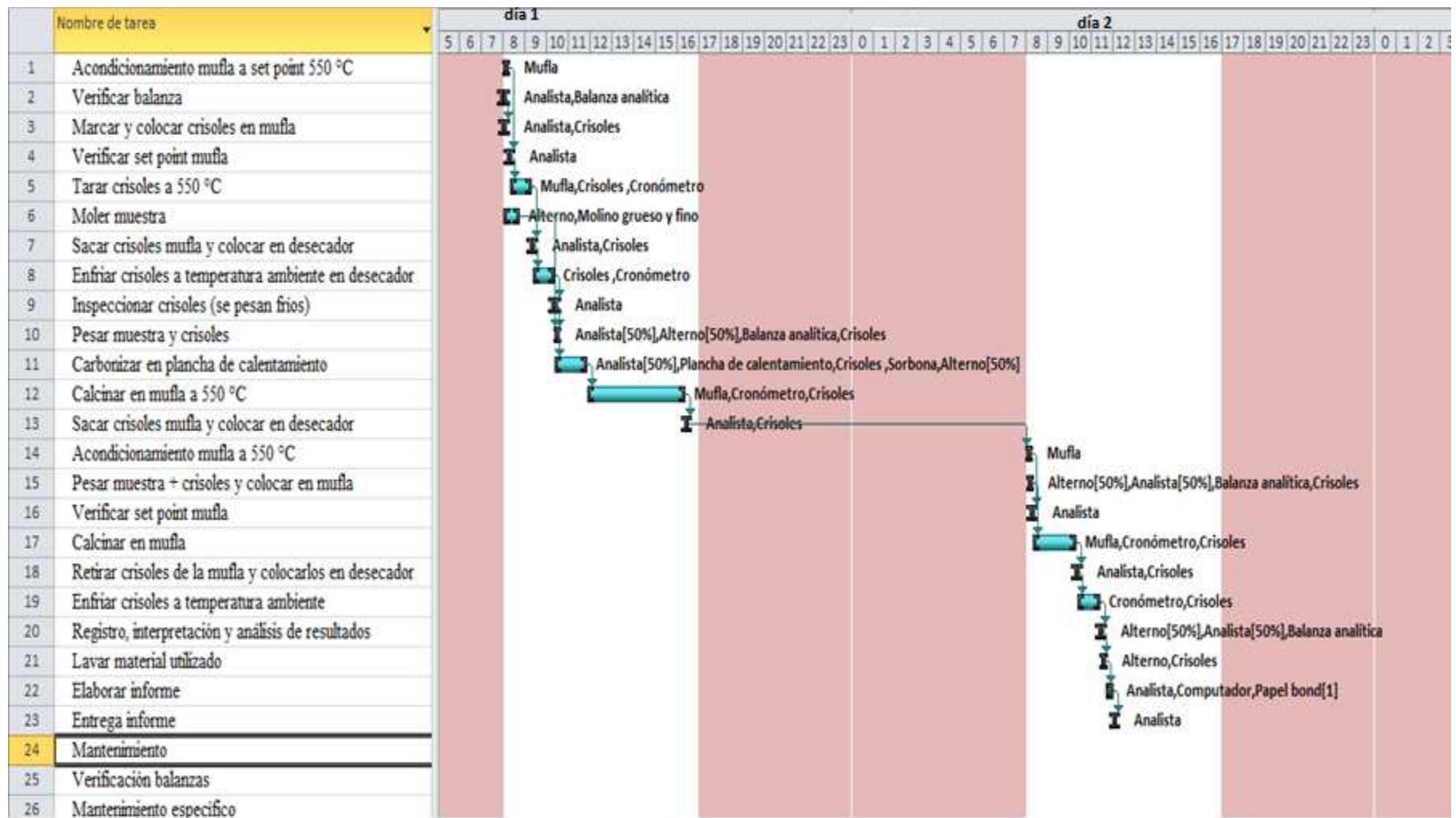


Figura 3.32. Ejemplo de diagrama de Gantt para análisis de Ceniza

La propuesta de cambio para la mayoría de metodologías seleccionadas consistió en la utilización de la capacidad máxima de procesamiento, los tiempos muertos de algunas actividades, se utilizó para la realización de otras, el reordenamiento de las actividades y una mejor distribución de los equipos existentes en el DECAB ya que las metodologías por ser estandarizadas no admiten cambios drásticos en la secuencia establecida como se muestra en el Anexo VIII.

La propuesta de plan de acción para incrementar la productividad dentro de los laboratorios del DECAB incluye:

- Uso de plantillas en Excel y su correcta utilización ayudará a disminuir el tiempo de registro, elaboración de informes y tiempos de entrega de resultados, para lo cual se debería solicitar a la Unidad de Gestión de la Información ampliar el programa SisLab con los requerimientos antes mencionados.
- Validación de metodologías ayudará a determinar los parámetros exactos que se pueden variar dentro de una determinación y mejorar los tiempos de entrega de resultados.
- Compra de material: el proceso de lavado y secado del material involucra tiempos de demora por tanto la disponibilidad de material es un factor importante dentro del incremento de muestras a analizar; además de la compra de una lavadora de platos automática que permita minimizar los tiempos de lavado y secado de material.
- Trabajo simultáneo:
 - Personal capacitado en una misma metodología, ayudará a incrementar el número de muestras a ser procesadas como señalan los diagramas de Gantt del Anexo VIII. Para lograr personal capacitado se propone establecer anualmente un listado de capacitaciones que el personal puede acceder, además fomentar el vínculo con la empresa privada estableciendo pasantías para el personal.

- El trabajo en equipo es necesario para desarrollar trabajos simultáneos, este se logrará compartiendo responsabilidades, estableciendo y cumpliendo reglas y tomando decisiones en consenso.
- Establecer reuniones periódicas informativas y de participación con todos los miembros del DECAB.
- La racionalización en la asignación de tareas corresponderá al área de servicio al cliente y se usará diagramas de Gantt para establecer el tiempo de duración de un determinado servicio y el personal asignado al mismo; este proceso ayudará a no sobrecargar tareas a una sola persona.
- Actualización de tecnología e incremento de capacidad de producción:
 - La mufla MM-LB-22 presentaba baja capacidad de procesamiento existiendo la necesidad de adquirir la mufla.

MM- LB-67 Marca LINDBERG Modelo Blue M, que presenta una capacidad de procesamiento de 56 determinaciones (27 muestras, 1 control), con un tiempo de acondicionamiento de 20 min y podría permanecer encendida toda la noche.
 - El equipo de digestión de proteína presentaba problemas en el sistema de control de temperatura por lo que existió la necesidad de adquirir un nuevo equipo, además el equipo CICAM EI/22-00 Analizador de Nitrógeno, Marca Tecator, Modelo 2 300 Kjeltec donado al DECAB, realiza el proceso de destilación y titulación de forma automática entregando valores de forma inmediata, presenta problemas existiendo la necesidad de adquirir una nueva unidad.
 - Debido a los problemas que presentaba el equipo de extracción MM-LB-08, el DECAB adquirió la unidad de extracción M-LB-70, Marca Velp Scientifica, Modelo SER 148; esta presenta tiempos de extracción y cantidad de solvente menor que la unidad

anterior, incrementando la posibilidad de realizar un mayor número de muestras y en menor tiempo.

- Extender el número de tomas de líneas de vacío para filtrar muestras de forma simultánea, facilitando las etapas de lavado. Este retraso se podría solventar arreglando el equipo Tecator al vacío o adquirir una nueva unidad.
- Actualización de software del equipo de calorimetría diferencial de barrido, debido a que la computadora corresponde al año 2000 y la impresora está dañada.
- Proceso de acondicionamiento
 - El método de ceniza sugiere 4 horas de calcinación o esperar hasta llegar a cenizas blancas o peso constante, esto hace variar el tiempo empleado para la determinación dependiendo directamente de las características de la muestra. El tiempo de entrega de análisis puede disminuir si se deja toda la noche calcinando la muestra y el siguiente día se registra el peso respectivo.
 - La metodología de secado para el análisis de extracto etéreo, sugiere 5 horas de secado en estufa de vacío existiendo la posibilidad de realizarlo en un día de trabajo si se deja acondicionando y tarando el material toda la noche.
 - En el caso de cuantificar varias muestras en humedad y ceniza se debería dejar tarando el material toda la noche y al día siguiente continuar con el pesaje y la cuantificación.
 - En los casos que la técnica permita, preparar con anterioridad soluciones y almacenarlas de forma adecuada o como disponga cada metodología hasta ser usada en el respectivo análisis.
 - El acondicionamiento del baño maría utilizado para la saponificación de vitamina A, se puede realizar utilizando agua caliente, esto disminuye el tiempo de espera para calentar los 20

litros de agua que se utilizan en el baño. Este mismo procedimiento se puede realizar para el acondicionamiento del rota vapor.

- La cuantificación de la actividad de los estándares de vitamina A y beta caroteno según el proceso de validación realizado en el año 2006 y que se encuentra documentado en el DECAB sugiere la verificación de una vez por mes, disminuyendo el uso de reactivos y tiempo de cuantificación.
- El detector de índice de refracción y la columna utilizada para la cuantificación de azúcares según el proceso de validación 2006 que se encuentra documentado en el DECAB, acepta estabilizar el detector desde el día anterior a un flujo de 0,1 mL/min menor al flujo de trabajo de 1 mL/min, esto no involucra un consumo excesivo de solvente.
- **Reestructuración de laboratorios:**
 - El incremento en la oferta de servicios genera la necesidad de incrementar el área de trabajo dentro de los laboratorios como se propondrá más adelante
 - El incremento en la oferta de servicios requiere la asignación de una persona para que realice las tareas de limpieza del material, secado y ordenado del material y limpieza de las área de trabajo
- **Re-asignación de equipos:**
 - En caso de incrementar el número de muestras analizadas se debería trasladar el rota vapor BUCHI existente en el laboratorio de Extractos Vegetales al laboratorio QAN y las estufas existentes en el laboratorio de Extractos Vegetales al laboratorio de Bromatología.

Los cambios establecidos para cada una de las metodologías permitió establecer una propuesta de nuevos tiempos, los cuales se pueden encontrar

en cada uno de los cursogramas analíticos y el gráfico Gantt en el Anexo VIII. La tabulación de los tiempos propuestos se encuentran cuantificados en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Tiempos propuestos para la cuantificación de los diferentes analitos

Analito	Propuesta							Distancia total (m)
	Número de determinaciones realizadas por una muestra	Tiempo operación (h)	Tiempo espera (h)	Tiempo Total (h) (TR)	Tiempo espera %	Tiempo operación %	Horas hombre propuesto	
Ceniza	3	8,59	3,33	12,17	27,33	70,62	1,01	276,30
Proteína	4	4,09	0,33	4,83	6,90	84,64	4,41	344,58
Extracto etéreo	4	5,00	1,17	12,80	9,11	39,06	3,05	430,90
Fibra cruda	4	5,47	1,00	6,88	14,55	79,52	2,88	543,18
Humedad	3	2,65	0,97	4,30	22,48	61,63	1,66	195,40
Humedad al vacío	3	5,54	0,97	6,80	14,22	81,50	1,63	196,30
Consistencia	1	1,53	0,00	1,95	0,00	78,63	1,95	117,00
Características funcionales	3	10,73	0,97	12,28	7,88	87,44	2,60	270,36
Coliformes - Número más probable	3	106,32	0,00	106,82	0,00	99,53	11,02	112,69
Estafilococos aureus	3	137,40	0,00	138,23	0,00	99,40	2,98	112,80
Hongos y levaduras	1	173,57	0,00	173,60	0,00	99,98	2,37	132,40
Salmonella	3	88,13	0,00	88,80	0,00	99,25	3,63	121,20
Mínerales por digestión microondas	4	0,80	1,07	4,12	25,91	19,43	3,95	175,40
Porcentaje de gelatinización	4	2,03	2,00	4,17	48,00	48,80	2,53	199,90
Ácidos orgánicos por HPLC	4	2,02	0,50	9,47	5,28	21,30	1,95	260,68
Azúcares por HPLC	4	1,53	0,50	7,57	6,61	20,26	1,32	211,22
Beta Carotenos por HPLC	4	3,80	0,00	8,25	0,00	46,06	4,37	311,45
Vitamina C por HPLC	4	2,27	0,50	7,68	6,51	29,50	1,88	260,68
Vitamina A por HPLC	4	4,03	1,83	9,17	20,00	44,00	3,95	348,65
Vitamina B1 por HPLC	4	2,93	0,77	6,17	12,43	47,57	3,93	476,60

En algunos casos la disminución de tiempos conlleva a un incremento en las distancias recorridas debido a la distribución de los materiales en el laboratorio. La Tabla 3.16 señala que existió una disminución en el porcentaje de tiempos

de espera y un incremento de tiempos de operación lo que implica una mejor utilización del tiempo total comparados con la Tabla 3.13. Las horas hombre actuales son superiores a las horas hombre propuestas esto nos da la idea que el reordenamiento de actividades tendrá impacto en los tiempos finales de cuantificación.

El estudio de tiempos y movimientos actuales y las propuestas de cambio permitieron establecer porcentajes de economía de tiempo y movimientos como se observa en la Tabla 3.17; el estudio de la misma señala que:

- Los porcentajes de economía de tiempo varían entre el 0% al 79%, mientras que los movimientos para algunas metodologías presentan valores más altos de recorrido que los originales como: extracto etéreo, porcentaje de gelatinización, beta carotenos y vitamina A por HPLC; este efecto no genera problemas dentro del estudio ya que las distancias que se recorren dentro del DECAB no son grandes.
- Un cambio en el tiempo de operación no influyó en gran medida para la economía de tiempo en estafilococos aureus, hongos y levaduras, esto se debió a que el tiempo total está influenciado por los tiempos de incubación.
- El índice de uso de mano de obra para la mayoría de metodologías seleccionadas supera el valor de 0,6; es decir que el analista principal realiza el 60% del trabajo y el analista alterno puede cubrir el 40% restante.

Tabla 3.17. Porcentaje de economía de tiempos y movimientos

Analito	Actual		Propuesta		Economía en tiempo %	Economía en movimiento %
	Tiempo Total (h)	Distancia total (m)	Tiempo Total (TR*) (h)	Distancia total (m)		
Ceniza	33,85	299,98	12,17	276,30	64,06	7,89
Proteína	11,07	398,08	4,83	344,58	56,38	13,44
Extracto etéreo	60,60	477,90	12,80	430,90	78,88	9,83
Fibra cruda	27,75	579,98	6,88	543,18	75,23	6,35
Humedad	9,07	204,48	4,30	195,40	52,57	4,44
Humedad al vacío	32,92	204,48	6,80	196,30	79,34	4,00
Consistencia	1,95	117,00	1,95	117,00	0,00	0,00
Características funcionales	24,38	315,88	12,28	270,36	49,66	14,41
Coliformes- Número más probable	114,03	118,21	106,82	112,69	6,33	4,67
Estafilococos aureus	143,03	112,80	138,23	112,80	3,36	0,00
Hongos y levaduras	179,25	134,90	173,60	132,40	3,15	1,85
Salmonella	96,83	124,90	88,80	121,20	8,30	2,96
Minerales por digestión microondas	11,80	178,00	4,12	175,40	65,11	1,46
Porcentaje de gelatinización	7,17	149,80	4,17	199,90	41,86	-33,44
Acidos orgánicos por HPLC	13,22	269,88	9,47	260,68	28,37	3,41
Azúcares por HPLC	15,48	237,32	7,57	211,22	51,13	11,00
Beta Carotenos por HPLC	17,65	301,55	8,25	311,45	53,26	-3,28
Vitamina C por HPLC	11,97	269,88	7,68	260,68	35,79	3,41
Vitamina A por HPLC	19,92	304,22	9,17	348,65	53,97	-14,60
Vitamina B1 por HPLC	13,05	509,20	6,17	476,60	52,75	6,40

*TR = Tiempo de reloj

Los porcentajes de economía de tiempos presentados en la Tabla 3.17, señalan que las propuestas de cambio mejoran los procesos de análisis, existiendo siempre algo que mejorar para lograr competir en el mercado y ofreciendo a los clientes tiempos de entrega cortos con servicios de calidad.

La diversidad de muestras que el DECAB procesó en sus diferentes áreas dificultó el cálculo exacto de un tiempo estándar, debido a que el tiempo de cuantificación depende en gran medida de la matriz; por tal motivo los tiempos

estándar que se presentan en la Tabla 3.18 son tiempos referenciales y se ajustan en mejor medida a la cuantificación de productos en polvo. El cálculo de los tiempos estándar se realizó utilizando las metodologías propuestas por Bello, 2006; Niebel y Freivalds, 2004 y Meyers, 2007, como se muestra en la p. 19 del Capítulo 1.

Tabla 3.18. Cálculo de tiempos estándar

Analito	TR (h)	FR	TN (h)	K	Ts (h*)	Ts (día)
Ceniza	12,17	1,50	18,25	0,11	20,25	3
Proteína	4,83	2,31	11,15	0,18	13,15	2
Extracto etéreo	12,80	1,00	12,80	0,16	14,80	2
Fibra cruda	6,88	1,00	6,88	0,29	8,88	1
Humedad	4,30	1,23	5,29	0,38	7,29	1
Humedad al vacío	6,80	1,80	12,24	0,16	14,24	2
Consistencia	1,95	1,18	2,30	0,87	4,30	1
Características funcionales	12,28	1,00	12,28	0,16	14,28	2
Coliformes Número más probable	106,82	1,00	106,82	0,02	108,82	14
Estafilococos aureus	138,23	1,00	138,23	0,01	140,23	18
Hongos y levaduras	173,60	1,09	189,22	0,01	191,22	24
Salmonella	88,80	1,00	88,80	0,02	90,80	11
Minerales digestión microondas	4,12	1,47	6,05	0,33	8,05	1
Porcentaje de gelatinización	4,17	1,00	4,17	0,72	7,17	1
Ácidos orgánicos por HPLC	9,47	1,10	10,41	0,29	13,41	2
Azúcares por HPLC	7,57	1,00	7,57	0,40	10,57	1
Beta Carotenos por HPLC	8,25	1,20	9,90	0,30	12,90	2
Vitamina C por HPLC	7,68	1,10	8,45	0,35	11,45	1
Vitamina A por HPLC	9,17	1,00	9,17	0,33	12,17	2
Vitamina B1 por HPLC	6,17	1,00	6,17	0,49	9,17	1

TR: Tiempo reloj o tiempo total

FR: Factor de ritmo

TN: Tiempo normal

K: Suplementos de trabajo

Ts: Tiempo estándar (horas laborables)

*Horas laborables

3.5. ESTIMACIÓN DE COSTOS

Los costos involucrados en el establecimiento del precio de venta de un producto están ligados a los costos de materia prima, equipos, insumos y trabajo como define Tanaka, 2007, p.77. La tabulación de costos involucró el levantamiento de:

- Costo por hora del personal del DECAB como muestra la Tabla 3.19 y la respectiva cuantificación para personal administrativo y de mantenimiento Tabla 3.20 y Tabla 3.21 respectivamente.
- Depreciación de equipos y material Tabla 3.22 a la Tabla 3.25
- Costos de reactivos Anexo IX – Tabla AIX.1 y Tabla AIX.2
- Costos de insumos Anexo IX - Tabla AIX.3

Las horas hombre empleadas en la cuantificación de un determinado análisis constituye un parámetro fundamental para la estimación de costos como señala el ejemplo de la Tabla 3.26 y el Anexo X- Tabla AX.1 a la Tabla AX.20 archivos electrónicos y considerando una depreciación de los equipos de 10 años con 240 días trabajados y 8 horas laborables.

Tabla 3.19. Costos de personal del DECAB por hora

Sueldo a marzo del 2010		
Funcionario	Sueldo (US\$)	Costo (US\$/h)
Administrador Sistema SisLab	1 100	6,88
Analista Bromatología	2 302	14,4
Analista Microbiología	2 313	14,5
Analista Química de alimentos y nutrición	840	5,25
Encargado de verificación	1 517	9,48
Jefe DECAB	3 878	24,2
Jefe mantenimiento	2 781	17,4
Jefe Planta piloto	3 638	22,7
Personal de limpieza	1 200	7,50
Secretaria	1 385	8,65
Servicio al cliente	2 302	14,4
Suplente servicio al cliente	792	4,95

Tabla 3.20. Costo total de personal de mantenimiento por hora

Funcionario	Tiempo por análisis (h)	Tiempo total (h)	Costo (US\$)	Costo total (US\$)
Jefe mantenimiento	0,13	0,21	2,32	3,78
Jefe Planta piloto	0,05		1,14	
Encargado de verificación	0,03		0,32	

Tabla 3.21. Costo total de personal administrativo por hora

Funcionario	Tiempo por análisis (h)	Tiempo total (h)	Costo (US\$)	Costo total (US\$)
Administrador Sistema SisLab	0,03	0,55	0,23	6,72
Jefe DECAB	0,05		1,21	
Secretaria	0,08		0,72	
Servicio al cliente	0,25		3,60	
Suplente servicio al cliente	0,02		0,08	
Personal de limpieza	0,12		0,88	

Tabla 3.22. Depreciación de equipos en los laboratorios de Bromatología y Microbiología

Equipos	Costo total equipo	(Depreciación, 10 años) Costo (US\$/h)	W/h	Costo (US\$/h)
Agitador magnético	150	0,01	50	3,5E-03
Analizador de nitrógeno Tecator	26 998	1,41	600	4,2E-02
Autoclave	100	0,01	3350	2,3E-01
Autoclave- Esterilizador	3 770	0,20	3350	2,3E-01
Balanza analítica	1 395	0,07	10	7,0E-04
Bloque de digestión	1 400	0,07	600	4,2E-02
Cabina de flujo laminar	200	0,01	1000	7,0E-02
Centrífuga (220)	15 000	0,78	500	3,5E-02
Consistómetro de Bostwick	300	0,02	..	..
Contador de colonias	1 100	0,06	..	..
Cronómetro	60	0,01	..	..
Desionizador de agua	5 000	0,26	615	4,3E-02
Estufa	100	0,01	1000	7,0E-02
Estufa al vacío	18 070	0,94	600	4,2E-02
Estufa bacteriológica	4 500	0,23	1000	7,0E-02
Estufa con corriente de aire	3 500	0,18	1000	7,0E-02
Extractor de grasa (VELP)	12 927	0,67	1000	7,0E-02
Homogenizador de muestras	2 862	0,15	50	3,5E-03
Licuada 3 velocidades	100	0,01	..	..
Licuada 3 velocidades Microbiología	53	0,01	..	..
Medidor de pH	750	0,04	..	..
Molino fino	3 200	0,17	600	4,2E-02
Molino grueso	3 200	0,17	400	2,8E-02

W/h = voltaje*amperios*0,9 Costo ratio= 0,07 \$/Kw

Tabla 3.23. Depreciación de material de vidrio en los laboratorios de Bromatología y Microbiología

Material	Costo total equipo (US\$)	Depreciación, 3 años (US\$/h)
Botellas de dilución	40	6,9E-03
Bureta certificada	32	5,6E-03
Cajas de metal	50	8,7E-03
Cajas petri	1	1,0E-04
Crisoles de porcelana 30,50 mL	9	1,6E-03
Desecador con agente desecante	300	5,2E-02
Dispensadores de ácido	353	6,1E-02
Erlenmeyer 125, 250 mL	46	8,0E-03
Matraces de 5,10,25,50 mL	311	5,4E-02
Pipetas serológicas	27	4,6E-03
Pipetas volumétricas 10 mL	18	3,1E-03
Probetas de 25,50,100 mL	5	9,0E-04
Termómetros	14	2,5E-03
Tubos de centrifuga	5	9,0E-04
Tubos de digestión 250 mL	15	2,6E-03
Tubos de extracción equipo Goldfish	30	5,2E-03
Tubos de vidrio de recuperación del equipo Goldfish	30	5,2E-03

Tabla 3.24. Depreciación de equipos de los laboratorios Absorción Atómica y QAN

Equipos	Costo total equipo	(Depreciación, 10 años) (Costo US\$/h)	W/h	Costo (US\$/h)
Agitador magnético (220)	500	0,03	50	3,5E-03
Balanza Boeco	2 110	0,11	6	4,0E-04
Balanza Boeco 2	3 200	0,17	54	3,8E-03
Baño María	1 242	0,06	1 100	7,7E-02
Bomba de vacío	6 000	0,31	240	1,7E-02
Centrífuga (220)	7 028	0,37	500	3,5E-02
Computadora con impresora	800	0,04	597	4,2E-02
Convertidor de señal	13 476	0,70	135	9,5E-03
Desionizador de agua	3 672	0,19	247	1,7E-02
DSC + computadora	59 365	3,09	1 242	8,7E-02
Espectrofotómetro	14 187	0,74	1 328	9,3E-02
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	20 395	1,06	1 328	9,3E-02
HPLC+Computador	62 741	3,27	1 341	9,4E-02
Medidor pH	1 000	0,05	1	1,0E-06
Microondas casero	200	0,01	57	4,0E-03
Reómetro con sus geometrías y computador	45 072	2,35	1 597	1,1E-01
Rota vapor	5 590	0,29	1 350	9,5E-02
RVA	31 724	1,65	446	3,1E-02
Sorbona	3 300	0,17	1 000	7,0E-02
Ultrasonido	495	0,03	316	2,2E-02

Tabla 3.25. Depreciación de material de vidrio de los laboratorios Absorción atómica y QAN

Material	Costo total equipo (US\$)	Depreciación, 3 años (US\$/h)
Columna RP-18	800	1,4E-01
Columna RP-8	800	1,4E-01
Embudos de separación	145	2,5E-02
Material de vidrio (vasos, kitsatos, etc)	300	5,2E-02
Matraces de 5,10,25,50	311	5,4E-02
Micropipeta 1 ml	314	5,4E-02
Micropipeta 5 ml	314	5,4E-02
Montaje columnas	264	4,5E-02
Refrigerantes	173	3,0E-02
Soportes	63	1,1E-02
Termómetro	55	9,5E-03
Viales, jeringa	45	7,9E-03

Tabla 3. 26. Ejemplo de cálculo de costos para el análisis de Ceniza

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

ANÁLISIS: Cenizas

FECHA: Actual

1.- PERSONAL

PERSONA	TIEMPO (h)	COSTO HORA	COSTO TOTAL (US\$)
ANALISTA	1,09	4,81	5,26
MANTENIMIENTO			3,77
ADMINISTRATIVO			2,24
TOTAL PERSONAL			11,27

2.- EQUIPOS

EQUIPO	MUESTRAS/CARGA	TIEMPO HORAS	COSTO TOTAL (US\$)
Balanza analítica		0,25	0,02
Mufla		18,00	5,15
Cronómetro		16,00	0,05
Molino grueso		0,08	0,02
Molino fino		0,08	0,02
Plancha de calentamiento		3,50	0,19
Sorbona		1,00	0,24
TOTAL EQUIPO			5,68

3.- COSTO INSUMOS (CONSIDERAR PARALELAS Y ESTÁNDARES)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL (US\$)
TOTAL REACTIVOS			0,00

MATERIAL FUNGIBLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL (US\$)
Hojas papel bond	4	Unidades	0,12
Agua	1	m ³	0,72
Energía eléctrica			7,53
TOTAL FUNGIBLES			8,37

Tabla 3. 26. Ejemplo de cálculo de costos para el análisis de Ceniza.
Continuación....

COSTO TOTAL	1 MUESTRA
Personal	11,27
Equipo	5,68
Suministros	8,37
Costo	25,32

La cuantificación de costos presentados en el Anexo X, se encuentran tabulados en la Tabla 3.27, cabe recalcar que la mano de obra en la mayoría de los casos es menor al 50% como señala la Tabla 1.3; además el costo de personal, equipo, reactivos y material fungible no presentan una tendencia definida.

Tabla 3.27. Estimación de costos para los analitos seleccionados

Área	Analito	Personal (US\$)	Equipo (US\$)	Reactivos (US\$)	Material Fungible (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)	% Costo personal
Bromatología	Ceniza	2,71	5,68	0,00	8,37	16,76	16,16
	Proteína	0,30	1,19	42,90	5,03	49,40	0,60
	Extracto etéreo	0,17	38,1	4,17	5,62	48,06	0,36
	Fibra cruda	5,55	1,11	8,56	5,62	20,84	26,65
	Humedad	0,12	1,16	0,00	1,22	2,50	4,89
	Humedad al vacío	0,76	5,63	0,00	1,22	7,61	9,97
	Consistencia	0,32	0,01	0,00	0,84	1,17	27,18
	Características funcionales	0,49	0,60	0,00	1,36	2,46	19,95
Microbiología	Coliformes- Número más probable	1,02	22,90	19,60	8,29	51,79	1,97
	Estafilococos áureos	4,37	13,96	9,91	5,61	33,85	12,91
	Hongos y levaduras	1,68	28,40	7,32	9,71	47,08	3,58
	Salmonella	5,88	19,60	66,70	7,24	99,30	5,92
Absorción Atómica	Minerales por digestión microondas	7,02	3,06	20,20	2,50	32,75	21,43
QAN	Porcentaje de gelatinización	1,31	12,50	56,90	1,65	72,37	1,81
	Ácidos orgánicos por HPLC	0,76	13,10	17,10	6,64	37,58	2,02
	Azúcares por HPLC	0,15	13,10	11,00	6,64	30,81	0,50
	Beta Carotenos por HPLC	0,08	19,40	32,20	7,79	59,47	0,14
	Vitamina C por HPLC	0,18	13,10	11,80	6,64	31,70	0,56
	Vitamina A por HPLC	0,26	15,00	24,00	7,65	46,88	0,55
	Vitamina B1 por HPLC	0,19	11,70	6,24	6,16	24,26	0,80

Luego del estudio de tiempos y las propuestas involucradas a cada metodología se encontraron los nuevos costos, como se observa en el ejemplo de registro de cálculo Tabla 3.28 y el Anexo IX- Tabla AIX.1 a la Tabla AIX.20 archivo electrónico.

Tabla 3.28. Cálculo de costos propuestos para el análisis de Vitamina a por HPLC

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

ANÁLISIS: Retinol (vitamina A)

PREPARADO POR: Ing. Elena Coyago

FECHA: Propuesto

1.- PERSONAL

PERSONA	TIEMPO (h)	COSTO HORA	COSTO TOTAL (US\$)
ANALISTA	0,25	0,33	0,08
MANTENIMIENTO			
ADMINISTRATIVO	0,55		0,05
TOTAL PERSONAL			0,13

2.- EQUIPOS (INCLUYE COSTO MANTENIMIENTO)

EQUIPO	MUESTRAS/CARGA	TIEMPO HORAS	COSTO (US\$)
HPLC+computador		2,60	8,50
Convertidor de señal		2,60	0,70
Materiales de vidrio		3,00	1,45
Sorbona	8	4,00	0,69
Rota vapor	4	2,00	0,58
Baño maría	4	2,50	0,16
Mantenimiento	8	2,60	2,03
Bomba de vacío	Fase móvil	2,50	0,78
Impresora		1,00	0,04
Balanza Boeco		0,50	0,05
Balanza Boeco 2	5	0,10	0,02
TOTAL EQUIPO			15,00

3.- COSTO INSUMOS (CONSIDERAR PARALELAS Y ESTÁNDARES)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO TOTAL (US\$)
Agua desionizada	0,10	L	0,20
Agua destilada	1,00	L	1,20
Hidróxido de potasio	0,05	kg	1,17
Etanol industrial	0,05	L	0,33
Éter de petróleo	0,30	L	3,51
Sulfato de sodio anhidro	0,00	kg	0,00
Metanol grado HPLC	0,40	L	1,33
Estándar vitamina A	22,0	mg	2,93
Acido ascórbico	0,00	kg	0,22
Helio grado 4.5	0,00	m ³	0,08
TOTAL REACTIVOS			10,90

Tabla 3.28. Cálculo de costos propuesto para el análisis de Vitamina A por HPLC.
Continuación...

MATERIAL FUNGIBLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO REPOSICIÓN (US\$)
Filtros 0.45 um	2,0	Unidades	2,13
Parafilm	0,1	m	0,57
Guantes	1,0	par	0,10
Hojas papel bond	4,0	Unidades	0,12
Puntas micro pipetas de 1 mL	2,0	Unidades	0,46
Puntas micro pipetas de 5 mL	2,0	Unidades	0,99
Jeringas reutilizables	1,0	Unidades	0,11
Agua			2,16
Energía eléctrica			1,01
TOTAL FUNGIBLES			7,65

COSTO TOTAL	1 MUESTRA
Personal (US\$)	0,13
Equipo (US\$)	15,00
Suministros (US\$)	18,55
Costo (US\$)	33,69

La disminución de las horas hombre empleadas en la cuantificación de un determinado analito, permite obtener una disminución de costos; estos costos a su vez permiten establecer un precio de venta del servicio y verificar si el DECAB puede establecer ventajas en precios frente a los diferentes ofertantes de este tipo de servicios como señala la Tabla 3.29.

Tabla 3.29. Estimación de costos para los analitos seleccionados después del estudio de tiempos y movimientos

Área	Analito	Personal (US\$)	Equipo (US\$)	Reactivos (US\$)	Material Fungible (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)*	% Costo personal
Bromatología	Ceniza	0,71	0,89	0,00	4,02	5,62	13,0
	Proteína	1,15	1,63	3,30	5,03	11,1	10,3
	Extracto etéreo	1,32	6,91	4,17	4,03	16,4	8,1
	Fibra cruda	0,76	1,11	8,56	4,03	14,5	5,2
	Humedad	0,58	0,90	0,00	1,12	2,60	22,0
	Humedad al vacío	0,18	1,25	0,00	1,11	2,54	7,1
	Consistencia	0,35	0,01	0,00	0,84	1,20	29,0
	Características funcionales	1,16	1,50	0,00	0,12	2,78	42,0
Microbiología	Coliformes- Número más probable	0,67	22,87	9,44	7,84	40,8	1,6
	Estafilococos aureus	0,43	13,96	9,91	4,54	28,8	1,5
	Hongos y levaduras	0,34	28,37	7,32	9,38	45,4	0,7
	Salmonella	0,47	19,56	22,74	6,79	49,6	0,9
Absorción Atómica	Minerales por digestión microondas	0,58	3,06	14,17	2,50	20,3	2,8
QAN	Porcentaje de gelatinización	0,74	12,51	28,90	1,65	43,8	1,7
	Ácidos orgánicos por HPLC	0,53	5,99	12,46	6,64	25,6	2,1
	Azúcares por HPLC	0,37	5,99	10,96	6,64	24,0	1,6
	Beta Carotenos por HPLC	0,11	19,42	9,40	7,79	36,7	0,3
	Vitamina C por HPLC	0,30	5,99	11,50	6,64	24,4	1,2
	Vitamina A por HPLC	0,13	15,00	10,90	7,65	33,7	0,4
	Vitamina B1 por HPLC	0,13	11,67	4,54	6,16	22,5	0,6

*Costos calculados para la cuantificación de una muestra (duplicado y respectivos controles)

Los costos totales tabulados en la Tabla 3.29 son referidos a la caracterización de una muestra; estos costos permitirán encontrar el precio de venta al público del servicio ofertado, el incremento del costo de oportunidad y las ganancias respectivas para el DECAB y la EPN; además se puede observar que los costos de personal en la mayoría de casos no supera un dólar, esto se debe al incremento de muestras existentes en cada uno de los casos.

3.6. ESTIMACIÓN DE LA POSIBLE MEJORA

La estimación de la posible mejora fue cuantificada mediante una comparación entre los resultados obtenidos en los cursogramas analíticos y costos actuales y propuestos. En la Tabla 3.30 se observa que varios analitos presentan porcentajes de disminución de horas hombre superior al 50%, esto permite evidenciar que los cambios propuestos tendrán impacto positivo en los costos de análisis.

Tabla 3.30. Estimación de la posible mejora

Analito	Horas hombre actual	Horas hombre propuesto	% Disminución horas hombre
Ceniza	3,28	1,01	69
Proteína	8,50	4,41	48
Extracto etéreo	6,18	3,05	51
Fibra cruda	9,00	2,88	68
Humedad	3,82	1,66	57
Humedad al vacío	4,25	1,63	62
Consistencia	1,95	1,95	0
Características funcionales	4,55	2,60	43
Coliformes- Número más probable	65,03	11,02	83
Estafilococos aureus	6,77	2,98	56
Hongos y levaduras	5,25	2,37	55
Salmonella	9,58	3,63	62
Minerales por digestión microondas	11,77	3,95	66
Porcentaje de gelatinización	2,88	2,53	12
Ácidos orgánicos por HPLC	5,45	1,95	64
Azúcares por HPLC	4,67	1,32	72
Beta Carotenos por HPLC	9,08	4,37	52
Vitamina C por HPLC	6,98	1,88	73
Vitamina A por HPLC	15,03	3,95	74
Vitamina B1 por HPLC	8,68	3,93	55

Los resultados reportados en la Tabla 3.30 muestran que la primera regla de reingeniería “Organizarse por resultados, no por tareas” como define Biasca, 2005, p. 33, se cumple en su totalidad como se observa en el porcentaje de disminución horas-hombre.

Los análisis de consistencia y porcentaje de gelatinización presentan un bajo porcentaje de disminución de horas hombre debido a que la mayoría de actividades requieren la presencia del analista, esta baja de disminución de horas hombre se puede compensar cambiando el equipo actual por un equipo automático.

Según la Tabla 3.31 se observa que luego de la reingeniería y las propuestas establecidas, se puede incrementar el número de análisis en valores superiores al 200%. Biasca, (2005), p. 34 recomienda que el trabajo conjunto conlleva a que cada persona es responsable de una parte del proceso y del producto del proceso, surgiendo la necesidad de capacitar a un mayor número de personas en las mismas áreas y estas a su vez sean conocedoras de otras áreas de trabajo, cumpliéndose la premisa establecida por el autor.

El trabajo en equipo involucra que las analistas mantengan una relación amistosa que permita el desarrollo del trabajo de una forma fluida, existiendo siempre el diálogo, la confrontación de posibles problemas y las soluciones respectivas.

Tabla 3.31. Incremento porcentual de muestras a analizar luego de la reingeniería

Analito	Capacidad de procesamiento actual (muestras por día)		Capacidad de procesamiento propuesto (muestras por día)			Incremento porcentual de número de muestras analizadas (%)	Sugerencias de mejoras
	TTPA tabulado (día) *	N° muestras	TTPA (día)	Número de posibles determinaciones	Número de posibles muestras		
Ceniza	2	3	2	56	28	833	Operación
Proteína	2	9	2	2 blancos, 2 QC y 24 determinaciones	12	33	Equipo
Extracto etéreo	4	6	2	12 determinaciones	6	0	Operación
Fibra cruda	3	3	2	12 determinaciones	6	100	Equipo
Humedad	3	10	2	24 determinaciones	12	20	Operación
Humedad al vacío	2	5	2	20 determinaciones	10	100	Equipo
Consistencia	1	6	2	40 determinaciones	20	233	Equipo
Características funcionales	3	6	3	24 determinaciones	12	100	Operación
Coliformes- Número más probable	8	5	11	2 blancos, 2 QC y 16 determinaciones	8	60	Equipo
Estafilococos áureos	15	3	7	16 determinaciones	8	200	Equipo
Hongos y levaduras	6	3	8	16 determinaciones	8	167	Equipo
Salmonella	15	3	6	16 determinaciones	8	200	Equipo
Minerales por digestión microondas	1	3	1	2 blancos, 2 QC y 16 determinaciones	8	167	Equipo
Porcentaje de gelatinización	2	3	3	12 determinaciones	6	100	Equipo
Acidos orgánicos por HPLC	2	12	2	2 QC y 28 determinaciones	14	17	Operación
Azúcares por HPLC	2	8	2	2 QC y 38 determinaciones	19	138	Operación
Beta Carotenos por HPLC	3	8	4	2 QC y 32 determinaciones	16	100	Operación
Vitamina C por HPLC	2	8	3	2 QC y 48 determinaciones	24	200	Operación
Vitamina A por HPLC	3	8	4	2 estándares, 2 QC y 32 determinaciones	16	100	Operación
Vitamina B1 por HPLC	2	8	4	2 QC y 32 determinaciones	16	100	Operación

*Datos obtenidos de la Tabla 9

TTPA = Tiempo total de propuesto de análisis

En la Tabla 3.31 se muestra el tiempo total propuesto TTPA para la cuantificación de cada uno de los analitos considerando el incremento de

muestras aproximado a días. Comparando los valores presentados en la Tabla 3.10 establecida para la capacidad de procesamiento, se observa que existirá una disminución en los días de entrega de resultados por parte de las analistas y un incremento en el número de muestras a ser procesadas como es el caso de Ceniza, esto se debe al uso de una mufla con mayor capacidad.

La Tabla 3.32 señala los porcentajes de reducción de costos que varían desde el 4% para hongos y levaduras hasta 78% proteína humedad al vacío. La capacitación de las analistas en las diferentes metodologías y el trabajo conjunto, nos brinda un incremento en el número de análisis que se pueden ofertar generando la subsecuente disminución de costos.

Tabla 3.32. Porcentaje de reducción de costos

Área	Analito	Actual	Propuesto	% Reducción de costos
		COSTO TOTAL (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)	
Bromatología	Ceniza	16,76	5,62	66
	Proteína	49,40	11,11	78
	Extracto etéreo	48,06	16,43	66
	Fibra cruda	20,84	14,46	31
	Humedad	2,50	2,60	-4
	Humedad al vacío	7,61	2,54	67
	Consistencia	1,17	1,20	-3
	Características funcionales	2,46	2,78	-13
Microbiología	Coliformes- Número más probable	51,79	40,82	21
	Estafilococos áureos	33,85	28,83	15
	Hongos y levaduras	47,08	45,41	4
	Salmonella	99,3	49,55	50
Absorción Atómica	Minerales por digestión microondas	32,75	20,31	38
QAN	Porcentaje de gelatinización	72,37	43,80	39
	Ácidos orgánicos por HPLC	37,58	25,63	32
	Azúcares por HPLC	30,81	23,97	22
	Beta Carotenos por HPLC	59,47	36,72	38
	Vitamina C por HPLC	31,70	24,43	23
	Vitamina A por HPLC	46,88	33,69	28
	Vitamina B1 por HPLC	24,26	22,50	7

En el caso de humedad, consistencia y características funcionales si bien los porcentajes de reducción de costos son bajos, están acompañados por una mayor capacidad de procesamiento de muestras; alternativa que puede convertirse en una ventaja al momento de ofertar los servicios de análisis.

Los costos pueden disminuir considerablemente cuando se trabaja con paquetes de muestras, debido a que las metodologías empleadas para HPLC y porcentaje de gelatinización necesitan acondicionamiento de equipo y preparación de estándares similares para una muestra que para un grupo de muestras, por tanto los tiempos de operación y costos disminuirán considerablemente.

Los tiempos de entrega de resultados se ven influenciados por varios factores, el más importante es el tiempo de realización de análisis, acompañado del tiempo de recepción de muestra y el tiempo de entrega de resultados por parte de servicio al cliente, todos estos parámetros nos dan un tiempo total de entrega de resultados que se debe considerar dentro de la oferta de servicios.

La reingeniería de procesos ayudó a conocer las capacidades reales de procesamiento de los diferentes laboratorios, los tiempos totales de entrega de resultados y los costos generados. El estudio analiza la realización de trabajos individuales; si se reciben trabajos que implican la cuantificación de varios analitos se deberá estimar en cada caso la capacidad de procesamiento, considerando que deberá optimizarse el uso de equipos, personal y tiempos muertos; además no proporciona tiempos estándar debido a que cada muestra es un mundo diferente y cada una requiere tratamientos especiales sin embargo los tiempos referenciales pueden servir para ofertar paquetes de servicio que involucren el uso de las capacidades máximas de cada uno de los equipos y además para evaluar la productividad de los servicios ofertados.

La Tabla 3.33 muestra el posible incremento de productividad luego de la reingeniería; considerando la productividad como número de muestras en función del tiempo total en días.

Tabla 3.33. Incremento de productividad luego de la reingeniería

Analito	ACTUALES		PROPUESTAS		% Incremento Productividad
	No. de muestras	Productividad (Número de muestras/ tiempo total (días))	No. de muestras	Productividad (Número de muestras/ tiempo total (días))	
Ceniza	3	1,5	28	14,0	833
Proteína	9	4,5	12	6,0	33
Extracto etéreo	6	1,5	6	3,0	100
Fibra cruda	3	1,0	6	3,0	200
Humedad	10	3,3	12	6,0	80
Humedad al vacío	5	2,5	10	5,0	100
Consistencia	6	6,0	20	10,0	67
Características funcionales	6	2,0	12	4,0	100
Coliformes-Número más probable	5	0,6	8	0,7	16
Estafilococos áureos	3	0,4	9	1,3	243
Hongos y levaduras	3	0,5	8	1,0	100
Salmonella	3	0,4	9	1,5	300
Minerales digestión microondas	3	3,0	8	8,0	167
Porcentaje de gelatinización	3	1,5	6	2,0	33
Ácidos orgánicos por HPLC	12	6,0	14	7,0	17
Azúcares por HPLC	8	4,0	19	9,5	138
Beta Carotenos por HPLC	8	2,7	16	4,0	50
Vitamina C por HPLC	8	4,0	24	8,0	100
Vitamina A por HPLC	8	2,7	16	4,0	50
Vitamina B1 por HPLC	8	4,0	16	8,0	100

El procesamiento en línea de los diferentes analitos ayudará a disminuir los traslados y el tiempo asignado al mismo, existiendo la necesidad de colocar los equipos y el material en la misma línea de producción.

El problema que presenta la línea de producción es el espacio disponible para la cuantificación de un determinado analito como es el caso de los Laboratorios de Absorción atómica y QAN que cuentan con espacios reducidos. El aumento de productividad está ligado a un incremento en las áreas de procesamiento, por tal motivo se propone los cambios presentados en la Figura 3.33 que señala el incremento del área de los laboratorios de Absorción atómica, Microbiología y QAN. Esta nueva disposición de los laboratorios ayudará a mejorar el desenvolvimiento en caso de incrementar el número de análisis y requerir mayor cantidad de personal dentro de estos lugares.



Figura 3.33. Plano DECAB, propuesta de cambio

La distribución propuesta como muestra la Figura 3.33 involucra el movimiento de:

- Laboratorio de Microbiología al área libre junto al laboratorio de Bromatología
- Laboratorio QAN 1 se extiende ocupando el área que en la actualidad está asignada al laboratorio de Microbiología
- El QAN 3 se traslada frente al laboratorio de Operaciones Unitarias, ocupando el lugar asignado para sala de reuniones
- El laboratorio de Absorción atómica ocupa el área que en la actualidad está asignada al laboratorio QAN 3

3.7. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La propuesta de cambio para el incremento de la productividad involucra en gran medida el compromiso de todos los actores que forman parte de la cadena productiva del servicio de análisis y del estudio de mercado.

3.7.1. ESTUDIO PRELIMINAR DE MERCADO

El mercado externo demandante de servicios del DECAB está constituido principalmente por empresas privadas y estudiantes tesistas que desarrollan sus proyectos de titulación dentro de los laboratorios del DECAB como se describe en la Tabla 3.34, señalando que los clientes externos varían en cada uno de los años en estudio, mientras que los clientes internos están constituidos principalmente por proyectos de investigación y estudiantes de pre-grado.

Tabla 3.34. Clientes solicitantes de servicios del DECAB

Demandante de servicio	2006	2007	2008	2009
Tesistas	29	34	41	34
Empresa pública	10	9	10	7
Empresa privada	31	36	55	33

El incremento de laboratorios acreditados como se muestra en la Figura 3.1, ha generado la necesidad de identificar posibles competidores como es el caso de los laboratorios LASA, OSP y SEIDLA que constituyen los principales competidores potenciales del DECAB ya que ofertan análisis proximales y microbiológicos como se muestra en la Tabla 3.35.

Tabla 3.35. Posibles competidores acreditados por el OAE y ubicados en Quito que ofrecen servicios analizados

Analito	OAE-EPN	LABOLAB Cía. Ltda.	CENAIN	INH Norte	UMSC	LASA	LSAIA-INIAP	OSP	SEIDLA
Ceniza	x	x	x			x		x	x
Proteína	x	x	x			x		x	x
Extracto etéreo	x	x				x		x	x
Fibra cruda	x					x			
Humedad	x	x	x	x		x		x	x
Humedad al vacío	x								
Consistencia									
Características funcionales (IAA, IS, PH)									
Coliformes- Número más probable	x			x		x		x	x
Estafilococos áureos	x			x	x	x		x	x
Hongos y levaduras	x			x		x		x	x
Salmonella	x					x		x	x
Minerales por digestión microondas	x			x		x		x	
Porcentaje de gelatinización									
Ácidos orgánicos por HPLC						x			
Azúcares por HPLC									
Beta carotenos por HPLC									
Vitamina C por HPLC	x					x			
Vitamina A por HPLC	x					x			
Vitamina B1 por HPLC						x			

Los posibles competidores dentro del mercado de servicios de análisis, obligan al DECAB a establecer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que fueron definidas por Dávila, 2009 y se resume a continuación las siguientes:

- **FORTALEZAS**
 - Recurso humano con amplia experiencia
 - Personal con dedicación exclusiva
 - Contacto con organizaciones nacionales e internacionales
 - Contacto con el sector productivo externo y con entes público de control

- **DEBILIDADES**
 - Ausencia de estudio de mercado
 - Laboratorios con horas de instituciones públicas
 - Lentitud en la adquisición de materiales e insumos
 - Escasa promoción del DECAB

- **OPORTUNIDADES**
 - Existe confianza del medio externo
 - Existen la demanda de servicios de organismos públicos y privados
 - Existe la posibilidad de desarrollar trabajos multidisciplinarios

- **AMENAZAS**
 - Renovación casi nula de tecnología
 - Proliferación de institutos y laboratorios privados

El análisis FODA señala que las amenazas más importantes para el DECAB son los competidores, la falta de inversión en equipamiento y los precios de venta de la competencia como se muestra en la Tabla 3.36.

Tabla 3.36. Precios de venta sin IVA*

Nº	Analito	Costo total propuesto (US\$)	EPN** (US\$)	LASA (US\$)	OSP (US\$)	SEIDLA (US\$)
1	Ceniza	6	8	12	8	9
2	Proteína	11	14	18	17	11
3	Extracto etéreo	16	26	18	16	19
4	Fibra cruda	15	14	25	10	11
5	Humedad	3	8	10	6	
6	Humedad al vacío	3	10			8
7	Consistencia	1	10			
8	Características funcionales (IAA, IS, PH)	3	30			
9	Coliformes- Número más probable	41	15	12		11
10	Estafilococos áureos	29	30	15		19
11	Hongos y levaduras	45	15	12		13
12	Salmonella	50	25	18		19
13	Minerales por digestión microondas	20	20			
14	Porcentaje de gelatinización	44	123			
15	Ácidos orgánicos por HPLC	26	85			
16	Azúcares por HPLC	24	105			
17	Beta carotenos por HPLC	37	60			
18	Vitamina C por HPLC	24	60		30	
19	Vitamina A por HPLC	34	60		50	
20	Vitamina B1 por HPLC	23	60			

*Precio de venta a febrero del 2013

**Precio establecido en la lista de análisis y precios DECAB, 2010

El análisis de la Tabla 3.36 refleja que el DECAB posee, en la mayoría de los casos, un precio de venta superior al del mercado, esto puede deberse al número de muestras a ser procesadas y al costo por hora del personal del DECAB; mientras mayor es el número de muestras menor es el costo de procesamiento.

La implementación del proyecto incluye costos que están ligados a la compra de equipos, capacitación de personal y actualización de tecnología.

Además, el área de servicio al cliente es la carta de presentación de una organización, y el proceso de producción debe encargarse de realizar el trabajo con calidad y en tiempos adecuados; esta interacción genera como resultado la satisfacción del cliente y la necesidad de cambios para el establecimiento de la reingeniería.

El proyecto de reingeniería establece las siguientes opciones:

- Compra de equipos
 - a) Agitador magnético con parilla de calentamiento de 12 lugares Modelo AAMM12T para la determinación de cenizas: Esta plancha presenta regulación individual de condiciones de calentamiento y agitación. El costo de este equipo es de 3 080 dólares americanos a febrero de 2013 (Anexo XII.a).
 - b) Desecador Belt- Art: El incremento de muestras conlleva a la utilización de desecadores de mayor capacidad. El costo de este equipo es de 1 403 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.b).
 - c) Sistema de cuantificación de proteína: El sistema está constituido de tres módulos automáticos que procesan 20 muestras de forma simultánea, acompañado de un sistema de titulación automático y un sistema de captura de gases. El costo de este equipo es de 45976 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.c).
 - d) Cuantificación de fibra: El extractor a frío coex, permite extraer la fibra dietética de 6 muestras a la vez acoplado al sistema de extracción de fibra cruda. El costo de este equipo es de 14 709 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.b).
 - e) Multiwave 3 000 de Anton Paar: Es un digestor microondas de laboratorio que procesa ocho muestras simultáneas. El costo de este equipo es de 43 557 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.d).

- f) Sistema de evaporación Multivapor: El incremento de cuantificaciones de vitamina A y carotenos se vería influenciado directamente si se adquiere un sistema de evaporación Multivapor que puede ser de 6 o 12 canales. El costo de este equipo es de 26 908 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.c).

- g) El Laboratorio QAN podría incrementar el número de muestras a ser analizadas con la ayuda de un nuevo Calorímetro Diferencial de Barrido con inyección automática, el cual disminuye el tiempo de estabilización de dos horas a 15 minutos necesarios para la calibración con estándares de referencia y la cuantificación automática de cada muestra. El costo de este equipo es de 107 844 dólares americanos a febrero del 2013 (Anexo XII.e).

La Tabla 3.37 detalla los equipos y materiales necesarios para la implementación del proyecto.

Tabla 3.37. Costo de equipos y material fungible para la implementación del proyecto

Equipo	Cantidad (unidades)	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Plancha de calentamiento	1	3 080	4 000
Desecadores	4	1 403	4 209
Sistema completo de digestión de Proteína (digestor e inyector automático)	1	45 976	45 976
Sistema de cuantificación de fibra	1	14 709	14 709
Consistómetro bostwick	1	988	988
Digestor microondas	1	43 558	43 558
Sistema de evaporación multivapor	1	26 908	26 908
DSC automático	1	107 845	107 845
Lavadora automática de platos	1	1 500	1 500
TOTAL			249 692
Material fungible	Cantidad (unidades)	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Bibliografía especializada	1	5 000,0	5 000,0
Crisoles para Ceniza	36	7,8	280,8
Cajas petri	72	0,8	57,6
Cajas de aluminio para Humedad al vacío	24	2,0	48,0
Tubos de vidrio 15cm de largo	200	0,6	120,0
Pipetas serológicas de 5 mL	24	3,7	89,0
Pipetas serológicas de 10mL	24	4,1	98,4
Matraces de 5mL tipo A	36	5,3	191,2
Matraces de 10mL tipo A	36	5,9	212,0
Matraces de 25mL tipo A	36	7,2	260,3
Matraces de 50mL tipo A	24	7,7	185,0
Matraces de 100 mL tipo A	24	7,3	174,7
Balones cuello esmerilado rota vapor 24/40	12	13,2	158,8
Tubos de vidrio 10 cm	100	0,5	50,0
Embudos de separación 250 mL	12	32,5	390,0
Varios			2 000,0
TOTAL			9 315,8

- Publicidad
 - a) Una tarjeta de presentación ayudará a los clientes a conocer los servicios que el DECAB oferta.
 - b) Promoción de los servicios que el DECAB oferta en la página web de la EPN con fácil accesibilidad y recalando los beneficios que los clientes no pueden obtener con nuestros competidores por ejemplo credibilidad y experiencia.

- c) Conocer a nuestros competidores y fijar un mercado específico y enfocado a prospectos relacionados al tipo de servicios que el DECAB ofrece.
- d) Los convenios con grandes proyectos hace más llamativa la oferta de servicios, haciendo que los posibles prospectos se conviertan en clientes, se debería colocar en la publicidad los más grandes demandantes de servicios del DECAB.
- Capacitación del personal

El incremento de la productividad se ve influenciado en gran medida en las destrezas que desarrolla un trabajador determinado en una actividad específica; por tanto la Tabla 3.38 presenta la propuesta de los diferentes cursos de capacitación para el personal.

Tabla 3.38. Propuesta de cursos de capacitación

Temática del curso	Proveedor del curso	Área asignada	Personas capacitadas	Costo total (US\$)
Curso- Taller Motivación y trabajo en equipo	CEC - EPN	Todas las áreas	7	190
Gestión de RR HH basado en competencias	CEC - EPN	Gerencia Servicio al Cliente	3	190
Gerencia del servicio-atención al cliente	CEC - EPN	Gerencia Servicio al Cliente	3	190
Seguridad Industrial	CEC - EPN	Áreas operativas	4	190
Excel avanzado y tablas dinámicas	CEC - EPN	Servicio al Cliente	2	190
Excel básico e intermedio	CEC - EPN	Áreas operativas	4	190
Sistema de Gestión de Calidad	SECAP-Centro Artes gráficas	Todas las áreas	7	70
Administración de Bodegas	SECAP-Centro Artes gráficas	Responsables bodegas de reactivos	3	35
Administración de documentos y técnicas de archivo	SECAP-Centro Artes gráficas	Todas las áreas	7	35
Marketing y Administración de ventas	SECAP-Centro Artes gráficas	Servicio al cliente	2	35
Atención y Servicio al cliente	SECAP-Centro Artes gráficas	Servicio al cliente	2	35
Relaciones Humanas y Motivación	SECAP-Centro Artes gráficas	Todas las áreas	7	35
Pasantías Laboratorios NESTLÉ	NESTLÉ - ECUADOR	Áreas operativas	4	--
TOTAL				5 595

- Construcción de instalaciones

El incremento en las áreas de análisis consiste en cerrar y abrir algunas puertas de acceso con un total de 26 m² de construcción a un valor de 169 USD/m² y la compra de 10 mesones a un valor de 350 dólares americanos, generando un total en construcción de instalaciones de 7 894 dólares americanos.

La Tabla 3. 39 presenta el costo estimado para la implementación del proyecto con un total de 320 539 dólares americanos, esta inversión se encuentra distribuida en compra de equipos, material fungible, construcción de instalaciones, capacitación del personal, publicidad y costos varios e imprevistos.

Tabla 3.39. Costo de implementación proyecto de reingeniería

Item	Costo (USD)
Equipos	249 691,93
Material fungible	9 315,84
Instalaciones (\$169/m ²)	7 894,00
Capacitación	5 595,00
Propaganda	7 000,00
Costos varios (10% del costo de inversión en equipos, material fungible, instalaciones y capacitación)	27 361,28
Costos imprevistos (5% del costo de inversión en equipos, material fungible, instalaciones y capacitación)	13 680,64
COSTO TOTAL (US\$)	320 538,69

La propuesta de cambio genera un incremento de productividad promedio de 141%, debido a la competencia que presenta el mercado se considera una productividad promedio del 50% e ingresos promedios anuales de 35 000 dólares, obteniéndose un tiempo aproximado de recuperación del capital invertido de 6 años.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El DECAB mantiene una extensa base de analitos cuyas metodologías han sido establecidas y probadas; algunas de ellas no presentaron demanda alguna en los años de estudio, esto se debe a que fueron utilizadas para el desarrollo de proyectos de investigación y luego no existió una promoción adecuada de este servicio.
- El cambio continuo de tecnología en los últimos años y la falta de capacitación al personal ha dificultado el uso de software de computación, lo que incrementa los tiempos en elaboración de órdenes de trabajo, informes y el adecuado procesamiento de datos.
- El número de análisis demandados no presenta una tendencia específica y en ocasiones existe cambios bruscos de comportamiento en la demanda como es el caso de los análisis de minerales en el Laboratorio de Absorción Atómica, esto hace pensar que la demanda depende de las exigencias del cliente y de la fidelidad del mismo hacia los servicios del DECAB, por tanto se debe entregar al cliente servicios de calidad, con tiempos de entrega cortos y buen trato en todo momento.
- Las metodologías empleadas para la cuantificación de los diferentes analitos siguen un protocolo establecido, generando incertidumbre en la alteración de una de las etapas, esta incertidumbre puede ser solventada con un proceso de validación y la certeza que el cambio establecido no provocará alteración en la cuantificación.

- Todos los equipos utilizados en las metodologías estudiadas fueron adquiridos por proyectos de investigación los mismos que presentaron una capacidad de procesamiento baja y la dificultad de poder competir en el mercado de servicio de análisis, por tanto se genera la necesidad de cambiar los equipos por otros de mayor capacidad y poder subsistir en el mercado de servicio de análisis.
- El excesivo número de analitos acreditados que no presentaron demanda de servicio incrementaron los gastos debido a la compra de muestras PT, estándares certificados y muestras de control, disminuyendo la disponibilidad de dinero, dificultando así la adquisición de equipos y material necesario para la cuantificación de analitos que sí presentaron ingresos y demanda de servicio.
- El almacenamiento del material dentro de los laboratorios no presentó un orden lógico determinado por su uso, esta particularidad incrementó los tiempos de procesamiento y movimiento ya que el analista debió recorrer mayores distancias y consumiendo tiempo.
- La disponibilidad de material de vidrio e insumos en cada área de trabajo fue limitada, lo que dificulta el procesamiento de un mayor número de muestras a analizar, esta deficiencia provocó el incremento de tiempos de procesamiento ya que el analista debió lavar y secar el material para nuevamente re-utilizar.
- Los espacios físicos de los laboratorios de Absorción Atómica, Microbiología y QAN son reducidos y no presentan las facilidades para un adecuado trabajo en equipo.
- El hecho de realizar blancos y muestras de control para cada análisis de muestra se ve reflejado en el incremento de los costos para un determinado análisis.

- La gran diversidad de muestras a analizar dificulta establecer un tiempo estándar de procesamiento para cada metodología y el uso de kits rápidos de determinación para el área de Microbiología.
- El incremento de tiempos de entrega de resultados se ve influenciado directamente por la mala distribución de actividades a realizarse. El proceso de lavado de material involucra tiempos adicionales creándose la necesidad de adquirir equipo automatizado.
- Los tiempos de operación se ven influenciados directamente por la tecnología utilizada, por tanto, la aplicación de la inversión propuesta contribuirá a incrementar la productividad, la satisfacción del cliente y los ingresos para el DECAB y la EPN.
- La reingeniería a pesar de mejorar la productividad no permite salvar la economía del DECAB que está influenciada directamente por la demanda de servicios y necesita de un estudio de marketing para solventar las dificultades de promoción de servicios.
- Luego del estudio de reingeniería se logró optimizar los procesos de análisis de los laboratorios de Bromatología, Absorción atómica y QAN, exceptuando los análisis de Microbiología que presentaron productividad baja debido a los tiempos propios de procesamiento, esta característica sugiere cambios de metodología que se podrían cumplir si el número de muestras a ser procesadas incrementaría, de lo contrario las metodologías actuales son óptimas porque admiten el procesamiento de una gran variedad de matrices.
- El estudio de la situación actual y las propuestas de cambio para las diferentes metodologías generaron resultados satisfactorios referentes al incremento de productividad, el cual debería ir a la par de un estudio de marketing que ayude a incrementar la demanda de servicios ofertados.

4.2. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado, para conocer cuáles son nuestros competidores más fuertes y los precios de venta de los servicios similares a los que oferta el DECAB, para elaborar una estrategia de marketing que ayude a promocionar de una forma adecuada los servicios.
- Estudiar la posibilidad de cambiar las metodologías principalmente de microbiología a fin de aplicar métodos modernos simplificados, lo cual implicará la necesidad de validar metodologías con estudios de reproducibilidad y repetitividad.
- Realizar un estudio para determinar la necesidad de acreditar y su implicación en el mercado de servicio de análisis y la economía del DECAB y la EPN.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adam, E. y Ebert, R. (1991). *Administración de la producción y las operaciones*. México: Prentice Hall.
2. Alarcón, J. (1998). *Reingeniería de procesos empresariales. Teoría y práctica de la reingeniería de la empresa a través de su estrategia, sus procesos y sus valores corporativos*. Madrid: Editorial Fundación Confemetal.
3. Albani, A. y Dietz, J. (2009). Current trends in modeling inter-organizational cooperation. *Journal of Enterprise Information*, 22(3), pp 275 - 297.
4. Andrade, A., Balderas, J., Díaz, L., Gonzáles, A., Rosas, S. (2010). "Planeación y diseño de instalaciones" <http://lasalajm.wordpress.com/>, (Diciembre, 2012).
5. ANSI. (2011). Flowchart Symbols and Their Use in Micrographics. *American National Standards Institute. ANSI/ AIIM MS4-1987*.
6. ASME. (2004). Engineering drawing practices. *American Society of Mechanical Engineers. ASME Y 14.100*.
7. Barry, R. (2007). *Principios de Administración de operaciones*. México: Editorial Pearson Educación.
8. Bello, C. (2006). *Manual de producción. Aplicado a las PYME*. Bogotá: ECOEDICIONES.
9. Biasca, R. (2005). *Gestión de cambio: el "Modelo Biasca" para lograr empresas más competitivas*. México: Editorial El Cid Editor.
10. Billene, R. (1999). *Análisis de costos I. Un enfoque conceptual para el análisis de control de costos*. Argentina: Ediciones jurídicas CUYO.

11. Buffa, E., y Sarin, R. (1992). *Administración de la producción y de las operaciones*. México: Editorial Limusa.
12. Caso, A. (2006). *Técnicas de Medición del trabajo* (2da ed.). España: Editorial Fundación Confemetal.
13. Champy, J. (1996). *Reingeniería de la dirección*. España: Diaz de Santos.
14. Chase, R., Jacobs, F., y Aquilano, N. (2007). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* (7ma ed.). México: Editorial McGraw Hill.
15. Chiavenato, I. (1993). *Iniciación a la administración de la producción*. México: Editorial McGraw Hill.
16. CIBC. (2008). *The New Inflation. Strategecon*. Editorial Worl Markets, pp.12
17. Crespo, T., José López, J. P., y Carreño, F. (2003). *Administración de Empresas. Vol. II*. España: Editorial MAD, S.L.
18. Dávila, J. (2009). *Propuesta de mejoramiento de los procesos críticos del DECAB, mediante la tecnología seis sigma*. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Master en Ingeniería Industrial y Productividad). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
19. De la Torre, E. (2009). *Criterios claves para la gestión exitosa de un departamento universitario que realiza labores de investigación, docencia y extensión*. Escuela Politécnica Nacional.
20. Duncan, A. (1990). *Control de calidad y estadística industrial*. México: Editorial Alfaomega.
21. Espinosa, F. (2004). *Apunte sobre métodos y tiempos*. Universidad de Talca: Facultad de Ingeniería.

22. Eyssautier, M. (2006). *Metodología de la investigación: desarrollo de la inteligencia*. México: Editorial Thomson Learning.
23. Fornell, C. (2008). *El cliente satisfecho. Estrategias cuantitativas y cualitativas para fidelizar al consumidor*. Barcelona: Editorial Edide.
24. Giannetto, D. (2011). Improving process improvement: How BPM can amp up returns. *Business Finance*, 16, pp 24 - 27.
25. Goldkuhl, G., Sweden, L., y Lind, M. (2008). Coordination and transformation in business processes: towards an integrated view. *Business Process Management Journal*, 14(6) pp 761 -777.
26. Gray, C., y Larson, E. (2009). *Administración de proyectos 4ta Edición*. México: Editorial McGraw Hill.
27. Grover, V., y Kettinger, W. (1998). *Business process change: Reengineering concepts, methods, and Technologies*. United States of America: Rose Printing.
28. Gutiérrez, H. (2000). *Calidad total y productividad (3ra ed.)*. México: Editorial McGraw Hill.
29. Gutiérrez, H. (2005). *La calidad total y la productividad*. México: Editorial McGraw Hill.
30. Hammer, M., y Champy, J. (1994). *Reingeniería. Olvide lo que usted sabe sobre cómo debe funcionar una empresa ¡Casi todo está errado! (6ta ed.)*. Bogotá: Editorial Norma.
31. Hammer, M., y Stanton, S. (1995). *Revolución de la Reingeniería*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
32. Hitt, M., Ieland, D., y Hoskisson, R. (2008). *Administración Estratégica: Competitividad y Globalización. Conceptos y Casos*. México: Editores Cengage learning.

33. ISO. (2005). Information processing - Documentations symbols and conversions for data, program and system flowcharts, program network charts and systems resources charts. *Standardization for International Organization. ISO 5807:1985.*, pp 25.
34. Jack, G., y Clements, J. (2006). *Administración exitosa de proyectos*. México: Editorial Cengage Learning.
35. Jiménez, J., Castro, A., Brenes, C. (2009). *Productividad*. Argentina: Editorial El Cid Editor.
36. Juran, J., Frank, M., Gryna, R., y Bingham, S. (2005). *Manual de control de la calidad. Vol. 2*. España: Editorial Reverté.
37. Keller, R. (2009). Tools are necessary but not sufficient. *Industry week*, 258(12), pp 14.
38. Koch, R. (2009). *El principio 80/20. El secreto de lograr más con menos*. Barcelona: Editorial Paidós Ibérica.
39. Koontz, H., y Weihrich, H. (2004). *Administración una perspectiva global 12va edición*. México: Editorial McGraw Hill.
40. Lardent, A. (2001). *Sistemas de información para la gestión empresarial: planteamiento tecnología y calidad*. Buenos Aires: Editorial Pearson Educación.
41. Lawrence, M. (1984). *Estimación de costos de producción. Manual práctico*. México: Editorial McGraw Hill.
42. Lefcovich, M. (2009). *Preguntas y respuestas sobre reingeniería de procesos*. Argentina: Editorial El Cid Editor.
43. Manganelli, R., y Klein, M. (2004). *Cómo hacer reingeniería. Guía indispensable paso a paso*. Bogotá: Editorial Norma.

44. Marqués, M. (1997). *Estadística Básica, un enfoque no paramétrico*. México: Editorial Universidad Autónoma de México - Facultad de Estudios superiores Zaragoza.
45. Medina, A. (2005). *Gestión por proceso y creación de valor público. Un enfoque analítico*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo: Editora Buho.
46. Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para manufactura ágil. 2da Edición*. Editorial Pearson Educación.
47. Meyers, F. (2007). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Bogotá: Editorial McGraw Hill.
48. Mora, F., y Schupnik, W. (2009). *La reingeniería*. Argentina: Editorial MEI Cid Editor.
49. Morris, D., y Brandon, J. (1996). *Reingeniería. Cómo aplicarla con éxito en los negocios*. Bogotá: Editorial McGraw Hill.
50. Mundel, E. (1984). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: Editorial Continental.
51. Murray, S., y Larry, S. (2001). *Estadística tercera edición*. México: Editorial McGraw Hill.
52. Niebel, B., y Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Editorial ALFAOMEGRA.
53. Noori, H. (1998). *Administración de operaciones y producción*. México: Editorial MacGraw Hill.
54. OAE. (2011). *Acreditando (2da ed.)*. *Revista del Organismo de Acreditación Ecuatoriana*, pp 83.
55. Palma, J. (2009). *Manual de procedimiento*. Argentina: Editorial El Cid Editor.

56. Polimeri, R., Fabozzi, F., Aderberg, A., y Kole, M. (1994). *Contabilidad de costos* (3ra ed.). México: Editorial McGraw Hill.
57. Prieto, A., y Lozano, A. (2009). Use of ontologies as representation support of workflows oriented to administrative management. *J New Syst Manage Springer*, pp 309 - 325.
58. Quesada, P., Alonso, G., y Puente, J. (1996). *Diseño y medición de trabajos*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
59. Rico, L., Maldonao, A., Escobedo, M., y Riva, J. d. (2005). Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo. *CULC y T // Estudio de tiempos*, 11(1), pp 9-18.
60. Rodríguez, F. (2007). *Procesos de trabajo. Teoría y casos prácticos*. Madrid: Editorial Pearson Prentice Hall.
61. Rodríguez, J. (2002). *Estudios de sistemas y procedimientos administrativos* (3ra ed.). Editorial Thomson Liarning.
62. Saint, C. (1976). *El servicio de organización e información en la empresa. Tomo I*. Barcelona: Editores técnicos asociados.
63. Sampere, F., Miralles, C., Romano, C., y Vicens, E. (2003). *Aplicaciones de mejora de métodos de trabajo y medición de tiempo*. España: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
64. Sapag, N., y Sapag, R. (2004). *Preparación y evaluación de proyectos* (4ta ed.). México: Editorial McGraw Hill.
65. Sullivan, W., Wicks, W., y Luxhoj, J. (2004). *Ingeniería económica de DeGarno* (10ma ed.). México: Editorial Pearson Educación.
66. Tanaka, M. Y. (2007). *Gestión moderna de costes*. España: Ediciones Díaz de Santos.

67. Tryggvason, G., y Apelian, D. (2006). Re- Engineering. Engineering Education for the Challenges. *JCM*, 21(1), 14-17.
68. Vásconez, J. (2003). *Contabilidad de costos*. Quito: Editorial Mariscal.
69. Wygant, R. (2003). A comparison of computerized predetermined time systems. *Elsevier Science Ltd. y Journal Computers and Industrial engineering*, 17(1), 480 - 485.

ANEXOS

ANEXO I
LISTA DE ANÁLISIS Y PRECIOS DECAB, VALIDADO DESDE 26
DE FEBRERO DEL 2010

No.	DETERMINACIONES	PRECIO EXTERNO SIN IVA	LAB.
ABSORCIÓN ATÓMICA			
1	Calcio en muestras líquidas	10,00	AA
2	Calcio en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
3	Cobre en muestras líquidas	10,00	AA
4	Cobre en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
5	Hierro en muestras líquidas	10,00	AA
6	Hierro en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
7	Magnesio en muestras líquidas	10,00	AA
8	Magnesio en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
*	Minerales digestión micro-ondas	10,00	AA
*	Minerales: digestión húmeda	10,00	AA
9	Potasio en muestras líquidas	10,00	AA
10	Potasio en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
11	Sodio en muestras líquidas	10,00	AA
12	Sodio en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
13	Zinc en muestras líquidas	10,00	AA
14	Zinc en muestras sólidas, liofilizadas	10,00	AA
BROMATOLOGÍA			
15	Acidez	8,50	BR
16	Almidón	35,70	BR
17	Actividad de agua (Aw)	15,00	BR
18	Capacidad de retención agua	11,80	BR
19	Caracterización de granos	30,00	BR
20	Carbohidratos totales por diferencia	5,00	BR
21	Cenizas	8,00	BR
22	Cloruro de sodio	8,00	BR
23	Cloruros en aguas	8,00	BR
24	Color Minolta	5,00	BR
25	Consistencia	10,00	BR
26	Consistencia Bostwick	5,00	BR
27	Densidad 20C/20C	8,00	BR
28	Densidad aparente	8,00	BR
29	Fibra cruda	14,00	BR
30	Fibra dietética total	130,00	BR
31	Fibra dietética total, soluble, insoluble	200,00	BR
32	Fósforo en cereales	27,00	BR

*Metodología utilizada en la cuantificación de minerales; es parte del proceso

ANEXO I

**LISTA DE ANÁLISIS Y PRECIOS DECAB, VALIDADO DESDE 26
DE FEBRERO DEL 2010. Continuación...**

No.	DETERMINACIONES	PRECIO EXTERNO SIN IVA	LAB.
33	Fósforo en frutas	27,00	BR
34	Grados Brix	5,00	BR
35	Extracto etéreo por hidrólisis ácida	15,00	BR
36	Extracto etéreo en carnes	27,00	BR
37	Extracto etéreo en cereales	26,00	BR
38	Extracto etéreo en lácteos	15,00	BR
39	Humedad	8,00	BR
40	Humedad al vacío	10,00	BR
41	Índice de Absorción de agua	10,00	BR
42	Índice de peróxido	19,00	BR
43	Índice de refracción	5,00	BR
44	Materia seca	5,00	BR
45	NSI (lupino y soya)	69,10	BR
46	Nitrógeno básico volátil	18,50	BR
47	PDI (lupino y soya)	69,10	BR
48	pH	5,00	BR
49	Poder de hinchamiento	10,00	BR
50	Proteína en carne	14,00	BR
51	Proteína en cereales	14,00	BR
52	Proteína en lácteos	14,00	BR
53	Solubilidad	10,00	BR
54	Tamaño de partícula	8,90	BR
55	Valor calórico	5,00	BR
ANÁLISIS FARINOLÓGICOS			
56	Amilograma	14,20	BR
57	Amilograma de cocción	26,30	BR
58	Extensograma	73,30	BR
59	Farinograma	25,10	BR
60	Fermentograma	38,70	BR
61	Gluten	9,30	BR
CARACTERIZACIÓN DE ALIMENTOS ENVASADOS			
62	Análisis de envase	5,00	BR
63	Análisis de sello	7,40	BR
64	Espacio libre de cabeza	5,00	BR
65	Número de partículas	5,00	BR
66	Peso escurrido	5,00	BR
67	Peso neto	5,00	BR

ANEXO I

LISTA DE ANÁLISIS Y PRECIOS DECAB, VALIDADO DESDE 26 DE FEBRERO DEL 2010. Continuación...

No.	DETERMINACIONES	PRECIO EXTERNO SIN IVA	LAB.
68	Vacío	5,00	BR
69	Viscosidad	7,60	BR - QAN
MICROBIOLOGÍA			
70	Coliformes termotolerantes o fecales	15,00	MB
71	Coliformes totales (NMP) en aguas	15,00	MB
72	Coliformes totales (NMP) en alimentos	15,00	MB
73	Coliformes totales, placa, en alimentos	15,00	MB
74	Contaje total aerobios en aguas	15,00	MB
75	Contaje total aerobios en alimentos	15,00	MB
76	E. coli (previo análisis de coliformes totales y fecales)	15,00	MB
77	Estafilococos	20,00	MB
78	Estafilococos aureus (previo análisis de estafilococos)	10,00	MB
79	Estreptococos fecales (NMP) en aguas	20,00	MB
80	Hongos y levaduras	15,00	MB
81	Observación microscopía en placa	5,10	MB
82	Salmonellas	25,00	MB
QAN HPLC Y DSC			
84	Ac. Orgánicos (cítrico, málico, tartárico)	85,00	QAN
85	Azúcares (glucosa, fructosa, ramnosa, xylosa, maltosa, sacarosa, galactosa, lactosa)	105,00	QAN
86	Entalpía DSC	62,00	QAN
87	Entalpía (crudo/cocido) % gelatinización	123,00	QAN
88	Polisacáridos (maltotriosa, maltotetrosa, maltopentosa, maltohexosa, maltoheptosa)	208,50	QAN
89	RVA	40,00	QAN
90	Vitamina A (retinol)	60,00	QAN
91	Pro vitamina A (beta caroteno)	60,00	QAN
92	Vitamina B1	60,00	QAN
93	Vitamina B2	60,00	QAN
94	Vitamina C (ácido ascórbico)	60,00	QAN
95	Vitamina E (tocoferol)	55,00	QAN

ANEXO II
FORMATO DE REGISTRO DE DATOS PARA LA
CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA A POR HPLC

Retinol (Vitamina A)

Productos en polvo

MÉTODO [ver QAN. vitA]

Orden de trabajo N°

N° de Solicitud

Fecha de recepción:

Fecha de realización:

Fecha de entrega:

ANALISTA

.....

Preparación de muestras, Instructivo 5.6-16-01 :

Condiciones ambientales:

Temperatura (°C)	Temperatura (°C)	Temperatura (°C)
Mañana	Medio día	Tarde

Termómetro D

PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

Agua desionizada (MM-LAN-) M.Ω.cm

Éter de petróleo Cód. Reac(F4.6-01-05).....

Etanol ≥ 93% Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Sulfato de sodio anhidro Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Hidroxitolueno butilado (BHT) Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Acido ascórbico Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Etanol grado HPLC Cód. Reac. (F4.6-01-05)

a) Hidróxido de potasio 50% (p/p): Cod. Sol. (F5.6-16-06).....

Peso (g)..... Cód. Reac. (F4.6-01-05).....Balanza

.....

Volumen de aforo (ml).....

PREPARACIÓN DE FASE MÓVIL: Cód. Sol. (F5.6-16-06).....

Vol. Metanol grado HPLC(mL)..... Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Vol. Agua desionizada(mL) Bomba de vacío MM-LAN-60.....

Helio grado 4.5.....Tiempo de desgasificación (min).....

PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES:

Estándar (mg)..... Cód. Reac. (F4.6-01-05).....

Diluciones estándar:

Dilución	Vol. pipeteado	Concentración (mg/mL)	Vol. Aforo (mL)
1/100			
1/250			
1/500			
1/1 000			

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

Saponificación y Extracción:

Balanza

Código muestra											QC	Estándar
Número muestra	1	1'	2	2'	3	3'	4	4'	5	5'	R	E
Peso muestra (g)												
Peso ácido ascórbico (g)												
Vol. Etanol 93% (mL)												
Vol. KOH 50% (mL)												
Filtración (si/no)												
Lavado con etanol (mL)												
Lavados éter de petróleo (mL)												
Sulfato de sodio anhidro (mg)												
BHT (mg)												
Vol. Aforo (mL)												
Dilución												
Rango concentración												

Saponificación

Tiempo reflujó Baño maría con cronómetro incorporado MM-LAN-62.....

Temperatura (°C).....

Extracción

Bomba de vacío MM-LAN-Rota vapor MM-LAN-59..... Temperatura (°C).....

HPLC:

Columna.....
 Bomba Código..... Presión inicial (*bar*)..... Presión final (*bar*).....
 Detector Ultravioleta MM-LAN-52..... Integrador
 Archivo computador..... Corridas desde.....hasta.....
 Archivo informe.....

CÁLCULOS:

Porcentaje de desviación del punto de concentración de estándar:

Verificación de la concentración del estándar

$$\rho_{\text{all-T}} = \frac{A_{\text{all-T}} * 10^4 * P}{1830}$$

Utiliza la curva de calibración validada: SI..... NO.....

Concentración estándar (mg/mL)	Área

a=
 b=
 R²=

$$A = a(C) + b$$

Donde:

A= área del estándar
 C= concentración del estándar
 a= pendiente de la recta

b= corte con el eje Y

$$C_2 = \frac{C_1 * V * 100\ 000}{P * 0,344}$$

Donde: C_1 = concentración (mg/mL) de la muestra
 C_2 = concentración verdadera de la muestra (IU/100g)
 V = volumen (mL)
 P = peso (g)
 $100\ 000$ = factor de conversión de unidades
 UI = Unidad internacional = 0,344 μ g de retinol

Observaciones:

.....
.....
.....
.....
.....

ANEXO III

LISTA CONJUDADA CON RELACIÓN AL NÚMERO DE ANÁLISIS E INGRESOS

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	Análisis					Ingresos				
				2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales
1	Acidez	x	Bromatología	6	6	15	3	30	27,50	21,40	43,12	16,50	108,52
2	Acidos Orgánicos por HPLC	x	QAN	0	38	38	49	125	0,00	57,20	0,00	4093,00	4150,20
3	Actividad de agua	x	Bromatología	0	10	21	3	34	0,00	46,60	134,06	26,40	207,06
4	Alcalinidad total		Bromatología	0	0	2	0	2	0,00	0,00	20,33	0,00	20,33
5	Almidón	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Amilograma	x	Bromatología	0	0	0	4	4	0,00	0,00	0,00	36,80	36,80
7	Amilograma de cocción	x	Bromatología	19	6	1	2	28	275,50	87,00	0,00	29,00	391,50
8	Análisis al vacío	x	Bromatología	11	0	128	0	139	55,00	0,00	716,80	0,00	771,80
9	Análisis de envase	x	Bromatología	0	0	3	0	3	0,00	0,00	20,94	0,00	20,94
10	Análisis de sello	x	Bromatología	56	2	5	13	76	503,90	17,40	38,98	111,80	672,08
11	Antioxidantes		QAN	0	0	0	4	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Antocianinas		QAN	0	0	0	4	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Azúcar reductor		Bromatología	1	1	0	2	4	0,00	20,10	0,00	56,30	76,40
14	Azúcar total		Bromatología	0	1	0	0	1	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00
15	Azúcares por HPLC	x	QAN	39	41	50	62	192	70,30	274,50	393,68	6635,60	7374,08
16	Beta carotenos por HPLC	x	QAN	0	117	53	45	215	0,00	173,70	110,43	3180,00	3464,13
17	Boro en agua		QAN	0	0	4	0	4	0,00	0,00	112,74	0,00	112,74
18	Calcio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	34	18	75	26	153	213,60	60,40	167,55	1145,70	1587,25
19	Caracterización de granos	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	Carbohidratos totales		Bromatología	45	5	49	4	103	90,00	5,00	61,60	20,00	176,60
21	Carbohidratos totales por diferencia	x	Bromatología	0	16	0	10	26	0,00	90,50	0,00	50,00	140,50
22	Cenizas	x	Bromatología	43	48	93	36	220	60,00	113,70	154,58	266,00	594,28
23	Cloruro de sodio	x	Bromatología	2	1	2	3	8	17,80	8,90	9,97	24,90	61,57
24	Cloruros en agua	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Cobre- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	1	5	60	0	66	0,00	0,00	78,85	0,00	78,85
26	Coliformes fecales	x	Microbiología	0	0	5	6	11	0,00	0,00	46,59	110,80	157,39
27	Coliformes NMP y placa	x	Microbiología	75	87	39	22	223	842,00	683,70	92,29	347,00	1964,99
28	Color Minolta	x	Bromatología	0	0	0	9	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	Consistencia	x	Bromatología	0	222	110	99	431	0,00	1110,00	1489,60	990,00	3589,60
30	Consistencia Bostwick	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	Contaje total aerobios	x	Microbiología	0	0	0	15	15	0,00	0,00	0,00	242,60	242,60
32	Densidad	x	Bromatología	0	5	29	1	35	0,00	29,35	162,40	5,00	196,75
33	Entalpia por DSC	x	QAN	0	8	18	0	26	0,00	401,46	0,00	0,00	401,46
34	Escherichia Coli	x	Microbiología	5	0	11	2	18	122,00	0,00	0,00	30,00	152,00
35	Estafilococos	x	Microbiología	35	0	3	0	38	920,50	0,00	0,00	0,00	920,50
36	Estafilococos Aureus	x	Microbiología	35	0	3	3	41	1442,00	0,00	0,00	0,00	1442,00
37	Estreptococos fecales	x	Microbiología	2	8	0	1	11	29,00	101,50	0,00	20,00	150,50
38	Extensograma	x	Bromatología	1	4	0	13	18	35,20	140,80	0,00	140,80	316,80
39	Extracto etéreo	x	Bromatología	39	47	90	49	225	194,30	338,70	344,31	763,40	1640,71
40	Extracto etereo con hidrólisi ácida	x	Bromatología	12	0	0	0	12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41	Farinograma	x	Bromatología	1	4	0	7	12	15,80	63,20	0,00	119,90	198,90
42	Fermentograma	x	Bromatología	1	0	0	0	1	22,70	0,00	0,00	0,00	22,70
43	Fibra cruda	x	Bromatología	32	24	29	18	103	100,80	149,40	165,11	225,60	640,91
44	Fibra dietética insoluble	x	Bromatología	1	27	18	4	50	0,00	59,80	0,00	0,00	59,80
45	Fibra dietética soluble	x	Bromatología	1	24	0	4	29	0,00	59,80	0,00	0,00	59,80
46	Fibra dietética total	x	Bromatología	2	27	0	5	34	95,00	12,30	0,00	861,60	968,90
47	Fósforo	x	Bromatología	10	7	6	7	30	14,90	48,80	50,06	140,60	254,36
48	Gluten	x	Bromatología	1	0	0	0	1	5,50	0,00	0,00	0,00	5,50
49	Grados Brix	x	Bromatología	6	0	0	7	13	0,00	0,00	0,00	35,00	35,00
50	Granulometría	x	Bromatología	5	4	0	1	10	26,00	20,60	0,00	30,00	76,60
51	Hierro- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	290	60	96	0	446	2437,60	432,90	391,44	0,00	3261,94
52	Hongos y levaduras	x	Microbiología	85	75	50	22	232	996,00	385,00	230,19	346,00	1957,19
53	Humedad	x	Bromatología	7	110	136	35	288	10,00	221,80	290,32	201,60	723,72
54	Humedad al vacío	x	Bromatología	39	3	8	77	127	100,80	18,90	28,22	583,00	730,92
55	Indice de absorción de agua	x	Bromatología	0	223	106	96	425	0,00	1112,20	1411,20	960,00	3483,40
56	Indice de acidez		Bromatología	0	6	1	0	7	0,00	71,40	13,33	0,00	84,73
57	Indice de peróxido	x	Bromatología	1	5	1	0	7	57,81	128,00	28,67	0,00	214,48
58	Indice de proteína dispersible (lupino y s	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
59	Indice de refracción	x	Bromatología	1	5	0	28	34	5,00	25,00	0,00	140,00	170,00
60	Indice de saponificación		Bromatología	0	5	1	0	6	0,00	72,00	16,13	0,00	88,13
61	Indice de solubilidad de nitrógeno (Lupin	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
62	Indice de solubilidad en agua		Bromatología	0	0	105	105	210	0,00	0,00	1176,00	1050,00	2226,00
63	Indice de yodo		Bromatología	0	5	1	0	6	0,00	80,50	18,03	0,00	98,53
64	Inhibidor de tripsina		Bromatología	0	0	2	0	2	0,00	0,00	57,79	0,00	57,79
65	Ivermectina por HPLC		QAN	1	0	0	0	1	52,00	0,00	0,00	0,00	52,00
66	Magnesio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	1	10	65	0	76	0,00	22,40	108,42	0,00	130,82
67	Maltosas por HPLC	x	QAN	0	11	0	0	11	0,00	2410,56	0,00	0,00	2410,56
68	Nitrógeno básico volátil	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
69	Número de partículas alimentos envasada	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
70	Peso drenado		Bromatología	0	1	0	0	1	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00

ANEXO III

**LISTA CONJUDADA CON RELACIÓN AL NÚMERO DE ANÁLISIS
E INGRESOS. Continuación...**

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	Analitos					Ingresos				
				2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales
71	Peso escurrido alimentos envasados	x	Bromatología	0	1	0	0	1	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
72	Peso neto alimentos envasados	x	Bromatología	0	1	0	0	1	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00
73	pH	x	Bromatología	8	10	16	17	51	5,00	19,80	33,60	32,00	90,40
74	Poder de hinchamiento	x	Bromatología	0	1	105	99	205	0,00	2,20	1176,00	990,00	2168,20
75	Poder edulcorante		Bromatología	0	0	5	0	5	0,00	0,00	280,00	0,00	280,00
76	Polifenoles		QAN	0	0	0	14	14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
77	Porcentaje de gelatinización	x	QAN	25	126	186	195	532	1342,36	15870,00	17491,49	12047,20	46751,05
78	Potasio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	8	12	67	4	91	8,80	29,20	108,42	38,80	185,22
79	Proteína	x	Bromatología	25	61	109	91	286	235,20	511,30	629,24	1344,00	2719,74
80	Remanente de peróxido		Bromatología	0	0	0	2	2	0,00	0,00	0,00	51,20	51,20
81	Reómetro	x	QAN	0	14	19	0	33	0,00	684,19	0,00	0,00	684,19
82	Rotenona por HPLC		QAN	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
83	RVA	x	QAN	8	0	0	0	8	254,22	0,00	0,00	0,00	254,22
84	Sacarosa (metodo polarimétrico)		Bromatología	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	21,00	21,00
85	Salmonella	x	Microbiología	49	2	7	4	62	1455,30	59,40	99,79	94,70	1709,19
86	Selenio		Absorción Atómica	7	1	0	0	8	1159,80	190,39	0,00	0,00	1350,19
87	Sodio - Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
88	Sólidos disueltos en aguas		Bromatología	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	9,60	9,60
89	Sólidos solubles		Bromatología	0	1	2	0	3	0,00	3,15	0,00	0,00	3,15
90	Sólidos totales		Bromatología	9	14	12	2	37	31,50	38,25	14,11	12,60	96,46
91	Solubilidad	x	Bromatología	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00
92	Tamaño de partícula	x	Bromatología	0	0	0	1	1	0,00	0,00	0,00	8,90	8,90
93	Textura		Bromatología	0	46	0	0	46	0,00	32,20	0,00	0,00	32,20
94	Ureasa		Bromatología	4	0	0	0	4	85,20	0,00	0,00	0,00	85,20
95	Valor calórico	x	Bromatología	0	17	42	7	66	0,00	74,26	56,00	35,00	165,26
96	Viscosidad	x	Bromatología	47	5	0	0	52	390,00	44,00	0,00	0,00	434,00
97	Viscosidad OBSIDIAN		Bromatología	0	9	0	0	9	0,00	90,00	0,00	0,00	90,00
98	Vitamina A por HPLC	x	QAN	287	19	6	3	315	21419,76	1361,32	0,00	236,20	23017,28
99	Vitamina B1 por HPLC	x	QAN	127	7	1	1	136	8152,20	120,08	0,00	60,00	8332,28
100	Vitamina B2 por HPLC	x	QAN	2	3	2	1	8	64,70	58,08	0,00	60,00	182,78
101	Vitamina C por HPLC	x	QAN	112	197	91	46	446	6144,60	91,08	290,30	2794,50	9320,48
102	Vitamina E por HPLC	x	QAN	10	3	2	1	16	676,20	202,86	78,18	74,50	1031,74
103	Zinc- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	2	6	63	0	71	8,80	3,40	68,99	0,00	81,19

ANEXO IV

ANALITOS CON CERTIFICACIÓN A2LA Y OAE – QC Y PT

Tabla AIV.1. Lista de analitos acreditados bajo la certificación de A2LA y OAE y el respectivo control con muestras QC y PT

Nº	ANALITOS	MATRIZ	LABORATORIO	QC						PT					
				A2LA	OAE	2006	2007	2008	2009	TOTAL	2006	2007	2008	2009	TOTAL
1	Acidez titulable	Frutas y sus productos	Bromatología	x	x	6	6	15	3	30					2
2	Calcio por digestión microondas	Cereales y derivados	Absorción Atómica		x			24	5	29	2		24	1	27
3	Calcio por digestión microondas	Frutas y vegetales (frescos y procesados)	Absorción Atómica		x	34	6	51	21	112					0
4	Ceniza	Carnes y productos cárnicos	Bromatología	x	x					0	6				6
5	Ceniza	Cereales y derivados	Bromatología	x	x	43	48	93	36	220			13		13
6	Cloruro de sodio	Vegetales y productos procesados	Bromatología	x	x	2	1	2	3	8			1		1
7	Coliformes fecales	Leche y derivados	Microbiología	x	x					0					0
8	Coliformes fecales	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x					0					0
9	Coliformes fecales	Agua potable	Microbiología	x	x					0					0
10	Coliformes fecales	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
11	Coliformes fecales	Cereales y derivados	Microbiología	x	x			2	6	8			27		27
12	Coliformes número mas probable	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
13	Coliformes número mas probable	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x	2				2	3				3
14	Coliformes número mas probable	Agua potable	Microbiología	x	x	3	6			9	3				3
15	Coliformes número mas probable	Leche y derivados	Microbiología	x	x		12			12					0
16	Coliformes número mas probable	Cereales y derivados	Microbiología	x	x	70	69	39	22	200	9			3	12
17	Coliformes totales	Néctares y pulpas	Microbiología	x	x					0					0
18	Coliformes totales	Frutas secas y liofilizadas	Microbiología	x	x					0					0
19	Coliformes totales	Grasas comestibles sólidas	Microbiología	x	x					0					0
20	Coliformes totales	Bebidas carbonatadas	Microbiología	x	x					0					0
21	Coliformes totales	Energizantes - Isotónicos	Microbiología	x	x					0					0
22	Coliformes totales	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
23	Coliformes totales	Bebidas no alcohólicas	Microbiología	x	x		1			1					0
24	Coliformes totales	Mermelada	Microbiología	x	x		4			4					0
25	Coliformes totales	Agua potable	Microbiología		x	5	8			13					0
26	Coliformes totales	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x		1	23		24					0
27	Coliformes totales	Frutas y jugos	Microbiología	x	x		29			29					0
28	Coliformes totales	Leche y derivados	Microbiología	x	x		35		2	37					0
29	Coliformes totales	Frutas y derivados	Microbiología	x	x	25	6	11		42					0
30	Coliformes totales	Cereales y derivados	Microbiología	x	x	45		5	20	70					0
31	Contaje total aerobios	Leche y derivados	Microbiología	x	x					0					0
32	Contaje total aerobios	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x					0					0
33	Contaje total aerobios	Frutas y derivados	Microbiología	x	x					0					0
34	Contaje total aerobios	Néctares y pulpas	Microbiología	x	x					0					0
35	Contaje total aerobios	Mermelada	Microbiología	x	x					0					0
36	Contaje total aerobios	Frutas secas y liofilizadas	Microbiología	x	x					0					0
37	Contaje total aerobios	Frutas y jugos	Microbiología	x	x					0					0
38	Contaje total aerobios	Bebida no alcohólicas	Microbiología	x	x					0					0
39	Contaje total aerobios	Bebidas carbonatadas	Microbiología	x	x					0					0
40	Contaje total aerobios	Energizantes - Isotónicos	Microbiología	x	x					0					0
41	Contaje total aerobios	Agua potable	Microbiología	x	x					0			6		6
42	Contaje total aerobios	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
43	Contaje total aerobios	Grasas comestibles sólidas	Microbiología	x	x					0					0
44	Contaje total aerobios	Cereales y derivados	Microbiología	x	x				15	15	6		14	3	23
45	Escherichia coli	Leche y derivados	Microbiología	x	x					0					0
46	Escherichia coli	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
47	Escherichia coli	Agua potable	Microbiología	x	x			2		2			3		3
48	Escherichia coli	Cereales y derivados	Microbiología	x	x	4			2	6	3		9		12
49	Escherichia coli	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x	1		9		10					0
50	Estafilococos aureus	Leche y derivados	Microbiología	x	x					0					0
51	Estafilococos aureus	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
52	Estafilococos aureus	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x			3	3	6	1		3		4
53	Estafilococos aureus	Cereales y derivados	Microbiología	x	x	35				35	3		3	3	9
54	Streptococos fecales	Agua potable	Microbiología	x	x	2		8	1	11					0
55	Extracto etéreo	Carnes y productos cárnicos	Bromatología	x	x	18	14			32	2		19		21

Tabla AIV. 1. Lista de Analitos acreditados bajo la certificación de A2LA Y OAE y el respectivo control con muestras QC y PT. **Continuación.....**

N°	ANALITOS	MATRIZ	LABORATORIO	QC					PT						
				A2LA	OAE	2006	2007	2008	2009	TOTAL	2006	2007	2008	2009	TOTAL
56	Extracto etéreo	Cereales y derivados	Bromatología	x	x	21	33	90	54	198					0
57	Extracto etéreo con hidrólisis ácida	Cereales y derivados	Bromatología	x		12				12	5				5
58	Fibra cruda	Cereales y derivados	Bromatología	x	x	32	24	29	18	103	2		1	2	5
59	Grados Brix	Frutas y sus productos	Bromatología	x		6			7	13	2			2	4
60	Hierro por digestión microondas	Frutas y vegetales (frescos y procesados)	Absorción Atómica	x	x	11	15	60		86					0
61	Hierro por digestión microondas	Cereales y derivados	Absorción Atómica	x	x	279	45	36		360	3		21		24
62	Hongos y levaduras	Frutas y derivados	Microbiología	x	x					0					0
63	Hongos y levaduras	Néctares y pulpas	Microbiología	x	x					0					0
64	Hongos y levaduras	Mermelada	Microbiología	x	x					0					0
65	Hongos y levaduras	Bebidas no alcohólicas	Microbiología	x	x					0					0
66	Hongos y levaduras	Bebidas carbonatadas	Microbiología	x	x					0					0
67	Hongos y levaduras	Energizantes - Isotónicos	Microbiología	x	x					0					0
68	Hongos y levaduras	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
69	Hongos y levaduras	Grasas comestibles sólidas	Microbiología	x	x					0					0
70	Hongos y levaduras	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x	3				3			6		6
71	Hongos y levaduras	Cereales y derivados	Microbiología	x	x				5	5			6		6
72	Hongos y levaduras	Leche y derivados	Microbiología	x	x		11		2	13					0
73	Hongos y levaduras	Alimentos en conserva	Microbiología	x	x	82				82					0
74	Hongos y levaduras	Frutas secas y liofilizadas	Microbiología	x	x		64	50	15	129					0
75	Humedad	Carnes y productos cárnicos	Bromatología	x	x		4			4					0
76	Humedad	Cereales y derivados	Bromatología	x	x	7	106	136	35	284	6		13		19
77	Peso drenado	Vegetales y productos procesados	Bromatología	x	x		1			1	4				4
78	pH	Vegetales enlatados	Bromatología		x					0			1	2	3
79	pH	Frutas y sus productos	Bromatología	x	x	8	10	16	17	51					0
80	Proteína	Carnes y productos cárnicos	Bromatología	x	x		4			4					0
81	Proteína	Cereales y derivados	Bromatología	x	x	8	6	16	17	47			8	3	11
82	Salmonella	Leche y derivados	Microbiología	x	x					0					0
83	Salmonella	Especies y condimentos	Microbiología	x	x					0					0
84	Salmonella	Grasas comestibles sólidas	Microbiología	x	x					0					0
85	Salmonella	Carnes y productos cárnicos	Microbiología	x	x		5			5					0
86	Salmonella	Cereales y derivados	Microbiología	x	x	44	2	7	4	57	3		4		7
87	Sodio por digestión microondas	Cereales y derivados	Absorción Atómica		x					0	1		10		11
88	Sodio por digestión microondas	Frutas y vegetales (frescos y procesados)	Absorción Atómica		x					0					0
89	Solidos solubles	Frutas y sus productos	Bromatología	x	x			1	2	3					0
90	Vitamina A por HPLC	Jugos	QAN		x				2	2					0
91	Vitamina A por HPLC	Alimentos frescos procesados	QAN		x			5		5					0
92	Vitamina A por HPLC	Alimentos deshidratados	QAN		x	287	14	4	3	308	1		6		7
93	Vitamina C por HPLC	Jugos	QAN		x	2	74	30		106					0
94	Vitamina C por HPLC	Alimentos deshidratados	QAN		x	102	48	4		154					0
95	Vitamina C por HPLC	Alimentos frescos procesados	QAN		x	8	75	57	46	186			8		8
96	Zinc por digestión microondas	Carnes y productos cárnicos	Absorción Atómica	x						0					0
97	Zinc por digestión microondas	Agua	Absorción Atómica	x						0					0
98	Zinc por digestión microondas	Cereales y derivados	Absorción Atómica	x	x	1			6	7			20		20
99	Zinc por digestión microondas	Frutas y vegetales (frescos y procesados)	Absorción Atómica	x	x	1	6	57		64					0




-  Analitos que presentaron control con PT y no presentaron control con QC
 Analitos que presentaron control con QC y no presentaron control con PT
 Analitos que no presentaron control con QC y PT

Tabla AIV.2. Lista conjugada con relación al número total de muestras QC y PT

N°	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	Frecuencia total de análisis	TOTAL QC	TOTAL PT	A2L A	OA
1	Acidez	x	Bromatología	30	30	2	X	X
2	Acidos Orgánicos por HPLC	x	QAN	125	0	0		
3	Actividad de agua	x	Bromatología	34	0	0		
4	Alcalinidad total		Bromatología	2	0	0		
5	Almidón	x	Bromatología	0	0	0		
6	Amilograma	x	Bromatología	4	0	0		
7	Amilograma de cocción	x	Bromatología	28	0	0		
8	Análisis al vacío	x	Bromatología	139	0	0		
9	Análisis de envase	x	Bromatología	3	0	0		
10	Análisis de sello	x	Bromatología	76	0	0		
11	Antioxidantes		QAN	4	0	0		
12	Antocianinas		QAN	4	0	0		
13	Azúcar reductor		Bromatología	4	0	0		
14	Azúcar total		Bromatología	1	0	0		
15	Azúcares por HPLC	x	QAN	192	0	0		
16	Beta carotenos por HPLC	x	QAN	215	0	0		
17	Boro en agua		QAN	4	0	0		
18	Calcio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	153	256	27		X
19	Caracterización de granos	x	Bromatología	0	0	0		
20	Carbohidratos totales		Bromatología	103	0	0		
21	Carbohidratos totales por diferencia	x	Bromatología	26	0	0		
22	Cenizas	x	Bromatología	220	220	19	X	X
23	Cloruro de sodio	x	Bromatología	8	8	1	X	X
24	Cloruros en agua	x	Bromatología	0	0	0		
25	Cobre- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	66	0	0		
26	Coliformes fecales	x	Microbiología	11	8	27	X	X
27	Coliformes NMP y placa	x	Microbiología	223	443	18	X	X
28	Color Minolta	x	Bromatología	9	0	0		
29	Consistencia	x	Bromatología	431	0	0		
30	Consistencia Bostwick	x	Bromatología	0	0	0		
31	Contaje total aerobios	x	Microbiología	15	15	29	X	X
32	Densidad	x	Bromatología	35	0	0		
33	Entalpia por DSC	x	QAN	26	0	0		
34	Escherichia Coli	x	Microbiología	18	18	15	X	X
35	Estafilococos	x	Microbiología	38	0	0		
36	Estafilococos Aureus	x	Microbiología	41	41	13	X	X
37	Streptococos fecales	x	Microbiología	11	11	0	X	X
38	Extensograma	x	Bromatología	18	0	0		
39	Extracto etéreo	x	Bromatología	225	230	21	X	X
40	Extracto etereo con hidrólisi ácida	x	Bromatología	12	12	5	X	
41	Farinograma	x	Bromatología	12	0	0		
42	Fementograma	x	Bromatología	1	0	0		
43	Fibra cruda	x	Bromatología	103	103	5	X	X
44	Fibra dietética insoluble	x	Bromatología	50	0	0		
45	Fibra dietética soluble	x	Bromatología	29	0	0		
46	Fibra dietética total	x	Bromatología	34	0	0		
47	Fósforo	x	Bromatología	30	0	0		
48	Gluten	x	Bromatología	1	0	0		
49	Grados Brix	x	Bromatología	13	13	4	X	
50	Granulometría		Bromatología	10	0	0		
51	Hierro- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	446	446	0	X	X
52	Hongos y levaduras	x	Microbiología	232	232	12	X	X
53	Humedad	x	Bromatología	288	288	19	X	X
54	Humedad al vacío	x	Bromatología	127	0	0	X	X
55	Índice de absorción de agua	x	Bromatología	425	0	0		

Tabla AIV. 2. Lista conjugada con relación al número total de muestras QC y PT.
Continuación...

N	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-	Laboratorio	Frecuencia total de análisis	TOTAL	TOTAL	A2L	A	OA
		02-2010			QC	PT	A		
56	Índice de acidez		Bromatología	7	0	0			
57	Índice de peróxido	x	Bromatología	7	0	0			
58	Índice de proteína dispersible (lupino y s	x	Bromatología	0	0	0			
59	Índice de refracción	x	Bromatología	34	0	0			
60	Índice de saponificación		Bromatología	6	0	0			
61	Índice de solubilidad de nitrógeno (Lupin	x	Bromatología	0	0	0			
62	Índice de solubilidad en agua		Bromatología	210	0	0			
63	Índice de yodo		Bromatología	6	0	0			
64	Inhibidor de tripsina		Bromatología	2	0	0			
65	Ivermectina por HPLC		QAN	1	0	0			
66	Magnesio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	76	0	0			
67	Maltosas por HPLC	x	QAN	11	0	0			
68	Nitrógeno básico volátil	x	Bromatología	0	0	0			
69	Número de partículas alimentos envasados	x	Bromatología	0	0	0			
70	Peso drenado		Bromatología	1	1	4	X		X
71	Peso escurrido alimentos envasados	x	Bromatología	1	0	0			
72	Peso neto alimentos envasados	x	Bromatología	1	0	0			
73	pH	x	Bromatología	51	51	3	X		X
74	Poder de hinchamiento	x	Bromatología	205	0	0			
75	Poder edulcorante		Bromatología	5	0	0			
76	Polifenoles		QAN	14	0	0			
77	Porcentaje de gelatinización	x	QAN	532	0	0			
78	Potasio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	91	0	0			
79	Proteína	x	Bromatología	286	51	11	X		X
80	Remanente de peróxido		Bromatología	2	0	0			
81	Reómetro	x	QAN	33	0	0			
82	Rotenona por HPLC		QAN	1	0	0			
83	RVA	x	QAN	8	0	0			
84	Sacarosa (metodo polarimétrico)		Bromatología	1	0	0			
85	Salmonella	x	Microbiología	62	62	7	X		X
86	Selenio		Absorción Atómica	8	0	0			
87	Sodio - Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0	0	11			X
88	Sólidos disueltos en aguas		Bromatología	1	0	0			
89	Sólidos solubles		Bromatología	3	3	0	X		X
90	Sólidos totales		Bromatología	37	0	0			
91	Solubilidad	x	Bromatología	1	0	0			
92	Tamaño de partícula	x	Bromatología	1	0	0			
93	Textura		Bromatología	46	0	0			
94	Ureasa		Bromatología	4	0	0			
95	Valor calórico	x	Bromatología	66	0	0			
96	Viscosidad	x	Bromatología	52	0	0			
97	Viscosidad OBSIDIAN		Bromatología	9	0	0			
98	Vitamina A por HPLC	x	QAN	315	315	7			X
99	Vitamina B1 por HPLC	x	QAN	136	0	0			
100	Vitamina B2 por HPLC	x	QAN	8	0	0			
101	Vitamina C por HPLC	x	QAN	446	446	8			X
102	Vitamina E por HPLC	x	QAN	16	0	0			
103	Zinc- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	71	71	20	X		X

ANEXO V

LISTA CONJUGADA – NÚMERO DE ANÁLISIS E INGRESOS

Tabla AV. 1. Lista conjugada por laboratorios con relación al número de análisis

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	Porcentaje de frecuencia total (%)	Pareto 80:20
1	Sodio - Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0	0	0	0	0	0,0	15,9
2	Selenio		Absorción Atómica	7	1	0	0	8	0,9	
3	Cobre- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	1	5	60	0	66	7,2	
4	Zinc- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	2	6	63	0	71	7,8	84,1
5	Magnesio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	1	10	65	0	76	8,3	
6	Potasio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	8	12	67	4	91	10,0	
7	Calcio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	34	18	75	26	153	16,8	
8	Hierro- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	290	60	96	0	446	49,0	
TOTAL								911		
Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	Porcentaje de frecuencia total (%)	Pareto 80:20
1	Coliformes fecales	x	Microbiología	0	0	5	6	11	1,7	14,3
2	Estreptococos fecales	x	Microbiología	2	8	0	1	11	1,7	
3	Contaje total aerobios	x	Microbiología	0	0	0	15	15	2,3	
4	Escherichia Coli	x	Microbiología	5	0	11	2	18	2,8	85,7
5	Estafilococos	x	Microbiología	35	0	3	0	38	5,8	
6	Estafilococos Aureus	x	Microbiología	35	0	3	3	41	6,3	
7	Salmonella	x	Microbiología	49	2	7	4	62	9,5	
8	Coliformes NMP y placa	x	Microbiología	75	87	39	22	223	34,3	
9	Hongos y levaduras	x	Microbiología	85	75	50	22	232	35,6	
TOTAL								651		
Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	Porcentaje de frecuencia total (%)	Pareto 80:20
1	Ivermectina por HPLC		QAN	1	0	0	0	1	0,1	12,6
2	Rotenona por HPLC		QAN	0	0	0	1	1	0,1	
3	Antioxidantes		QAN	0	0	0	4	4	0,3	
4	Antocianinas		QAN	0	0	0	4	4	0,3	
5	Boro en agua		QAN	0	0	4	0	4	0,3	
6	Vitamina B2 por HPLC	x	QAN	2	3	2	1	8	0,5	
7	Maltosas por HPLC	x	QAN	0	11	0	0	11	0,7	
8	Polifenoles		QAN	0	0	0	14	14	0,9	
9	Vitamina E por HPLC	x	QAN	10	3	2	1	16	1,1	
10	Acidos Orgánicos por HPLC	x	QAN	0	38	38	49	125	8,4	
11	Vitamina B1 por HPLC	x	QAN	127	7	1	1	136	9,1	87,4
12	Azúcares por HPLC	x	QAN	39	41	50	62	192	12,9	
13	Beta carotenos por HPLC	x	QAN	0	117	53	45	215	14,4	
14	Vitamina A por HPLC	x	QAN	287	19	6	3	315	21,1	
15	Vitamina C por HPLC	x	QAN	112	197	91	46	446	29,9	
TOTAL								1492		
Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	Porcentaje de frecuencia total (%)	Pareto 80:20
1	RVA	x	DSC	8	0	0	0	8	1,3	11,2
2	Entalpia por DSC	x	DSC	0	8	18	0	26	4,3	
3	Reómetro	x	DSC	0	14	19	0	33	5,5	
4	Porcentaje de gelatinización	x	DSC	25	126	186	195	532	88,8	
TOTAL								599		


 Aplicación de la regla del 80:20

Tabla AVI. 1. Lista conjugada por laboratorios con relación al número de análisis.
Continuación...

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Frecuencia total de análisis	Porcentaje de frecuencia total (%)	Pareto 80:20
1	Almidón	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
2	Caracterización de granos	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
3	Cloruros en agua	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
4	Consistencia Bostwick	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
5	Índice de proteína dispersible (lupino y s)	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
6	Índice de solubilidad de nitrógeno (Lupin)	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
7	Nitrógeno básico volátil	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
8	Número de partículas alimentos envasados	x	Bromatología	0	0	0	0	0	0,0	
9	Azúcar total		Bromatología	0	1	0	0	1	0,0	
10	Fermentograma	x	Bromatología	1	0	0	0	1	0,0	
11	Gluten	x	Bromatología	1	0	0	0	1	0,0	
12	Peso drenado		Bromatología	0	1	0	0	1	0,0	
13	Peso escurrido alimentos envasados	x	Bromatología	0	1	0	0	1	0,0	
14	Peso neto alimentos envasados	x	Bromatología	0	1	0	0	1	0,0	
15	Sacarosa (metodo polarimétrico)		Bromatología	0	0	0	1	1	0,0	
16	Sólidos disueltos en aguas		Bromatología	0	0	0	1	1	0,0	
17	Solubilidad	x	Bromatología	0	0	0	1	1	0,0	
18	Tamaño de partícula	x	Bromatología	0	0	0	1	1	0,0	
19	Alcalinidad total		Bromatología	0	0	2	0	2	0,1	
20	Inhibidor de tripsina		Bromatología	0	0	2	0	2	0,1	
21	Remanente de peróxido		Bromatología	0	0	0	2	2	0,1	
22	Análisis de envase	x	Bromatología	0	0	3	0	3	0,1	
23	Sólidos solubles		Bromatología	0	1	2	0	3	0,1	
24	Amilograma	x	Bromatología	0	0	0	4	4	0,1	
25	Azúcar reductor		Bromatología	1	1	0	2	4	0,1	
26	Ureasa		Bromatología	4	0	0	0	4	0,1	
27	Poder edulcorante		Bromatología	0	0	5	0	5	0,1	18,8
28	Índice de saponificación		Bromatología	0	5	1	0	6	0,2	
29	Índice de yodo		Bromatología	0	5	1	0	6	0,2	
30	Índice de acidez		Bromatología	0	6	1	0	7	0,2	
31	Índice de peróxido	x	Bromatología	1	5	1	0	7	0,2	
32	Cloruro de sodio	x	Bromatología	2	1	2	3	8	0,2	
33	Color Minolta	x	Bromatología	0	0	0	9	9	0,3	
34	Viscosidad OBSIDIAN		Bromatología	0	9	0	0	9	0,3	
35	Granulometría		Bromatología	5	4	0	1	10	0,3	
36	Extracto etéreo con hidrólisis ácida	x	Bromatología	12	0	0	0	12	0,3	
37	Farinograma	x	Bromatología	1	4	0	7	12	0,3	
38	Grados Brix	x	Bromatología	6	0	0	7	13	0,4	
39	Extensograma	x	Bromatología	1	4	0	13	18	0,5	
40	Carbohidratos totales por diferencia	x	Bromatología	0	16	0	10	26	0,7	
41	Amilograma de cocción	x	Bromatología	19	6	1	2	28	0,8	
42	Fibra dietética soluble	x	Bromatología	1	24	0	4	29	0,8	
43	Acidez	x	Bromatología	6	6	15	3	30	0,8	
44	Fósforo	x	Bromatología	10	7	6	7	30	0,8	
45	Actividad de agua	x	Bromatología	0	10	21	3	34	1,0	
46	Fibra dietética total	x	Bromatología	2	27	0	5	34	1,0	
47	Índice de refracción	x	Bromatología	1	5	0	28	34	1,0	
48	Densidad	x	Bromatología	0	5	29	1	35	1,0	
49	Sólidos totales		Bromatología	9	14	12	2	37	1,0	
50	Textura		Bromatología	0	46	0	0	46	1,3	
51	Fibra dietética insoluble	x	Bromatología	1	27	18	4	50	1,4	
52	pH	x	Bromatología	8	10	16	17	51	1,4	
53	Viscosidad	x	Bromatología	47	5	0	0	52	1,5	
54	Valor calórico	x	Bromatología	0	17	42	7	66	1,8	
55	Análisis de sello	x	Bromatología	56	2	5	13	76	2,1	
56	Carbohidratos totales		Bromatología	45	5	49	4	103	2,9	
57	Fibra cruda	x	Bromatología	32	24	29	18	103	2,9	
58	Humedad al vacío	x	Bromatología	39	3	8	77	127	3,6	
59	Análisis al vacío	x	Bromatología	11	0	128	0	139	3,9	
60	Poder de hinchamiento	x	Bromatología	0	1	105	99	205	5,7	81,2
61	Índice de solubilidad en agua		Bromatología	0	0	105	105	210	5,9	
62	Cenizas	x	Bromatología	43	48	93	36	220	6,2	
63	Extracto etéreo	x	Bromatología	39	47	90	49	225	6,3	
64	Proteína	x	Bromatología	25	61	109	91	286	8,0	
65	Humedad	x	Bromatología	7	110	136	35	288	8,1	
66	Índice de absorción de agua	x	Bromatología	0	223	106	96	425	11,9	
67	Consistencia	x	Bromatología	0	222	110	99	431	12,1	
								TOTAL	3576	

Tabla AV. 2. Lista conjugada con relación a los ingresos generados

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales	Porcentaje ingresos	Pareto 80:20
1	Sodio - Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,13
2	Cobre- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0,00	0,00	78,85	0,00	78,85	1,18	
3	Zinc- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	8,80	3,40	68,99	0,00	81,19	1,22	
4	Magnesio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	0,00	22,40	108,42	0,00	130,82	1,96	
5	Potasio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	8,80	29,20	108,42	38,80	185,22	2,77	
6	Selenio		Absorción Atómica	1159,80	190,39	0,00	0,00	1350,19	20,23	
7	Calcio- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	213,60	60,40	167,55	1145,70	1587,25	23,78	
8	Hierro- Digestión microondas	x	Absorción Atómica	2437,60	432,90	391,44	0,00	3261,94	48,86	

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales	Porcentaje ingresos	Pareto 80:20
1	Estreptococos fecales	x	Microbiología	29,00	101,50	0,00	20,00	150,50	1,73	18,66
2	Escherichia Coli	x	Microbiología	122,00	0,00	0,00	30,00	152,00	1,75	
3	Coliformes fecales	x	Microbiología	0,00	0,00	46,59	110,80	157,39	1,81	
4	Contaje total aerobios	x	Microbiología	0,00	0,00	0,00	242,60	242,60	2,79	
5	Estafilococos	x	Microbiología	920,50	0,00	0,00	0,00	920,50	10,58	
6	Estafilococos Aureus	x	Microbiología	1442,00	0,00	0,00	0,00	1442,00	16,58	
7	Salmonella	x	Microbiología	1455,30	59,40	99,79	94,70	1709,19	19,65	
8	Hongos y levaduras	x	Microbiología	996,00	385,00	230,19	346,00	1957,19	22,51	
9	Coliformes NMP y placa	x	Microbiología	842,00	683,70	92,29	347,00	1964,99	22,60	
							TOTAL	8696,36		

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales	Porcentaje ingresos	Pareto 80:20
1	Rotenona por HPLC		QAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,18
2	Antioxidantes		QAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	Antocianinas		QAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	Polifenoles		QAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	Ivemectina por HPLC		QAN	52,00	0,00	0,00	0,00	52,00	0,09	
6	Boro en agua		QAN	0,00	0,00	112,74	0,00	112,74	0,19	
7	Vitamina B2 por HPLC	x	QAN	64,70	58,08	0,00	60,00	182,78	0,31	
8	Vitamina E por HPLC	x	QAN	676,20	202,86	78,18	74,50	1031,74	1,74	
9	Maltosas por HPLC	x	QAN	0,00	2410,56	0,00	0,00	2410,56	4,05	
10	Beta carotenos por HPLC	x	QAN	0,00	173,70	110,43	3180,00	3464,13	5,83	
11	Acidos Orgánicos por HPLC	x	QAN	0,00	57,20	0,00	4093,00	4150,20	6,98	
12	Azúcares por HPLC	x	QAN	70,30	274,50	393,68	6635,60	7374,08	12,40	
13	Vitamina B1 por HPLC	x	QAN	8152,20	120,08	0,00	60,00	8332,28	14,02	
14	Vitamina C por HPLC	x	QAN	6144,60	91,08	290,30	2794,50	9320,48	15,68	
15	Vitamina A por HPLC	x	QAN	21419,76	1361,32	0,00	236,20	23017,28	38,72	
							TOTAL	59448,27		

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECAB 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales	Porcentaje ingresos	Pareto 80:20
1	RVA	x	DSC	254,22	0,00	0,00	0,00	254,22	0,53	97,21
2	Entalpia por DSC	x	DSC	0,00	401,46	0,00	0,00	401,46	0,83	
3	Reómetro	x	DSC	0,00	684,19	0,00	0,00	684,19	1,42	
4	Porcentaje de gelatinización	x	DSC	1342,36	15870,00	17491,49	12047,20	46751,05	97,21	
							TOTAL	48090,92		

Tabla AV.2. Lista conjugada con relación a los ingresos generados. Continuación...

Número	DETERMINACIONES	Lista de análisis y precios DECA 22-02-2010	Laboratorio	2006	2007	2008	2009	Ingresos totales	Porcentaje ingresos	Pareto 80:20
1	Almidón	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	Caracterización de granos	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	Cloruros en agua	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	Consistencia Bostwick	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	Índice de proteína dispersible (lupino y soya)	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	Índice de solubilidad de nitrógeno (Lupino y soya)	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	Nitrógeno básico volátil	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	Número de partículas alimentos envasados	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	Color Minolta	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	Extracto etéreo con hidrólisis ácida	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	Sólidos solubles		Bromatología	0,00	3,15	0,00	0,00	3,15	0,01	
12	Peso drenado		Bromatología	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00	0,02	
13	Peso escurredo alimentos envasados	x	Bromatología	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00	0,02	
14	Peso neto alimentos envasados	x	Bromatología	0,00	5,00	0,00	0,00	5,00	0,02	
15	Gluten	x	Bromatología	5,50	0,00	0,00	0,00	5,50	0,02	
16	Tamaño de partícula	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	8,90	8,90	0,03	
17	Sólidos disueltos en aguas		Bromatología	0,00	0,00	0,00	9,60	9,60	0,04	
18	Solubilidad	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	10,00	10,00	0,04	
19	Alcalinidad total		Bromatología	0,00	0,00	20,33	0,00	20,33	0,08	
20	Análisis de envase	x	Bromatología	0,00	0,00	20,94	0,00	20,94	0,08	
21	Azúcar total		Bromatología	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,08	
22	Sacarosa (método polarimétrico)		Bromatología	0,00	0,00	0,00	21,00	21,00	0,08	
23	Fermentograma	x	Bromatología	22,70	0,00	0,00	0,00	22,70	0,09	
24	Textura		Bromatología	0,00	32,20	0,00	0,00	32,20	0,13	
25	Grados Brix	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	35,00	35,00	0,14	
26	Amilograma	x	Bromatología	0,00	0,00	0,00	36,80	36,80	0,14	
27	Remanente de peróxido		Bromatología	0,00	0,00	0,00	51,20	51,20	0,20	
28	Inhibidor de tripsina		Bromatología	0,00	0,00	57,79	0,00	57,79	0,23	
29	Fibra dietética soluble	x	Bromatología	0,00	59,80	0,00	0,00	59,80	0,23	
30	Fibra dietética insoluble	x	Bromatología	0,00	59,80	0,00	0,00	59,80	0,23	
31	Cloruro de sodio	x	Bromatología	17,80	8,90	9,97	24,90	61,57	0,24	
32	Azúcar reductor		Bromatología	0,00	20,10	0,00	56,30	76,40	0,30	
33	Granulometría		Bromatología	26,00	20,60	0,00	30,00	76,60	0,30	
34	Índice de acidez		Bromatología	0,00	71,40	13,33	0,00	84,73	0,33	
35	Ureasa		Bromatología	85,20	0,00	0,00	0,00	85,20	0,33	
36	Índice de saponificación		Bromatología	0,00	72,00	16,13	0,00	88,13	0,35	
37	Viscosidad OBSIDIAN		Bromatología	0,00	90,00	0,00	0,00	90,00	0,35	
38	pH	x	Bromatología	5,00	19,80	33,60	32,00	90,40	0,35	
39	Sólidos totales		Bromatología	31,50	38,25	14,11	12,60	96,46	0,38	
40	Índice de yodo		Bromatología	0,00	80,50	18,03	0,00	98,53	0,39	
41	Acidez	x	Bromatología	27,50	21,40	43,12	16,50	108,52	0,43	
42	Carbohidratos totales por diferencia	x	Bromatología	0,00	90,50	0,00	50,00	140,50	0,55	
43	Valor calórico	x	Bromatología	0,00	74,26	56,00	35,00	165,26	0,65	
44	Índice de refracción	x	Bromatología	5,00	25,00	0,00	140,00	170,00	0,67	
45	Carbohidratos totales		Bromatología	90,00	5,00	61,60	20,00	176,60	0,69	
46	Densidad	x	Bromatología	0,00	29,35	162,40	5,00	196,75	0,77	
47	Farinograma	x	Bromatología	15,80	63,20	0,00	119,90	198,90	0,78	
48	Actividad de agua	x	Bromatología	0,00	46,60	134,06	26,40	207,06	0,81	
49	Índice de peróxido	x	Bromatología	57,81	128,00	28,67	0,00	214,48	0,84	
50	Fósforo	x	Bromatología	14,90	48,80	50,06	140,60	254,36	1,00	
51	Poder edulcorante		Bromatología	0,00	0,00	280,00	0,00	280,00	1,10	
52	Extensograma	x	Bromatología	35,20	140,80	0,00	140,80	316,80	1,24	
53	Amilograma de cocción	x	Bromatología	275,50	87,00	0,00	29,00	391,50	1,53	
54	Viscosidad	x	Bromatología	390,00	44,00	0,00	0,00	434,00	1,70	
55	Cenizas	x	Bromatología	60,00	113,70	154,58	266,00	594,28	2,33	
56	Fibra cruda	x	Bromatología	100,80	149,40	165,11	225,60	640,91	2,51	
57	Análisis de sello	x	Bromatología	503,90	17,40	38,98	111,80	672,08	2,63	
58	Humedad	x	Bromatología	10,00	221,80	290,32	201,60	723,72	2,84	
59	Humedad al vacío	x	Bromatología	100,80	18,90	28,22	583,00	730,92	2,86	
60	Análisis al vacío	x	Bromatología	55,00	0,00	716,80	0,00	771,80	3,02	
61	Fibra dietética total	x	Bromatología	95,00	12,30	0,00	861,60	968,90	3,80	
62	Extracto etéreo	x	Bromatología	194,30	338,70	344,31	763,40	1640,71	6,43	
63	Poder de hinchamiento	x	Bromatología	0,00	2,20	1176,00	990,00	2168,20	8,49	
64	Índice de solubilidad en agua		Bromatología	0,00	0,00	1176,00	1050,00	2226,00	8,72	
65	Proteína	x	Bromatología	235,20	511,30	629,24	1344,00	2719,74	10,66	
66	Índice de absorción de agua	x	Bromatología	0,00	1112,20	1411,20	960,00	3483,40	13,65	
67	Consistencia	x	Bromatología	0,00	1110,00	1489,60	990,00	3589,60	14,06	
							TOTAL	25523,73		

20,33

79,67

ANEXO VI

DIAGRAMAS DE PROCESO

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Figura AVI.1	Diagrama de proceso análisis Ceniza	1
Figura AVI.2	Diagrama de proceso análisis Proteína	2
Figura AVI.3	Diagrama de proceso análisis Extracto etéreo	3
Figura AVI.4	Diagrama de proceso análisis Fibra cruda	4
Figura AVI.5	Diagrama de proceso análisis Humedad	5
Figura AVI.6	Diagrama de proceso análisis de Humedad en estufa de vacío	6
Figura AVI.7	Diagrama de proceso análisis Consistencia	7
Figura AVI.8	Diagrama de proceso análisis Características funcionales	8
Figura AVI.9	Diagrama de proceso análisis Coliformes - Número más probable (NMP)	9
Figura AVI.10	Diagrama de proceso análisis Estafilococos Áureos – Contaje en placa	10
Figura AVI.11	Diagrama de proceso análisis Hongos y levaduras	11
Figura AVI.12	Diagrama de proceso análisis Salmonella	12
Figura AVI.13	Diagrama de proceso análisis Minerales por digestión microondas	13
Figura AVI.14	Diagrama de proceso análisis Porcentaje de gelatinización	14
Figura AVI.15	Diagrama de proceso análisis Ácidos orgánicos por HPLC	15
Figura AVI.16	Diagrama de proceso análisis Azúcares por HPLC	16
Figura AVI.17	Diagrama de proceso análisis Beta carotenos por HPLC	17

Figura AVI.18	Diagrama de proceso análisis Vitamina C (Acido ascórbico) por HPLC	18
Figura AVI.19	Diagrama de proceso análisis Vitamina A (Retinol-Acetato) por HPLC	19
Figura AVI.20	Diagrama de proceso análisis Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC	20

ANEXO VII

CURSOGRAMAS ANALÍTICOS

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Tabla AVII. 1	Cursograma analítico del análisis Ceniza	1
Tabla AVII. 2	Cursograma analítico del análisis Proteína	2
Tabla AVII. 3	Cursograma analítico del análisis Extracto etéreo	3
Tabla AVII. 4	Cursograma analítico del análisis Fibra cruda	4
Tabla AVII. 5	Cursograma analítico del análisis Humedad	5
Tabla AVII. 6	Cursograma analítico del análisis Humedad en estufa de vacío	6
Tabla AVII. 7	Cursograma analítico del análisis Consistencia	7
Tabla AVII. 8	Cursograma analítico del análisis Características funcionales	8
Tabla AVII. 9	Cursograma analítico del análisis Coliformes- Número más probable (NMP)	9
Tabla AVII.10	Cursograma analítico del análisis Estafilococos Áureos – Contaje en placa	10
Tabla AVII.11	Cursograma analítico del análisis Hongos y levaduras	11
Tabla AVII.12	Cursograma analítico del análisis Salmonella	12
Tabla AVII.13	Cursograma analítico del análisis Minerales por digestión microondas	13
Tabla AVII.14	Cursograma analítico del análisis Porcentaje de gelatinización	14
Tabla AVII.15	Cursograma analítico del análisis Ácidos orgánicos por HPLC	15
Tabla AVII.16	Cursograma analítico del análisis Azúcares por HPLC	16
Tabla AVII.17	Cursograma analítico del análisis Beta carotenos por HPLC	17
Tabla AVII.18	Cursograma analítico del análisis Vitamina C (Acido ascórbico) por HPLC	18

Tabla AVII.19	Cursograma analítico del análisis Vitamina A (Retinol-Acetato) por HPLC	19
Tabla AVII.20	Cursograma analítico del análisis Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC	20

ANEXO VIII
CURSOGRAMAS ANALÍTICOS Y DIAGRAMAS DE GANTT DE
PROCESOS MEJORADOS

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Tabla AVIII.1.	Cursograma analítico del análisis Ceniza- Proceso mejorado	1
Tabla AVIII.2.	Cursograma analítico del análisis Proteína- Proceso mejorado	3
Tabla AVIII.3.	Cursograma analítico del análisis Extracto etéreo- Proceso mejorado	5
Tabla AVIII.4.	Cursograma analítico del análisis Fibra cruda- Proceso mejorado	7
Tabla AVIII.5.	Cursograma analítico del análisis Humedad- Proceso mejorado	9
Tabla AVIII.6.	Cursograma analítico del análisis Humedad en estufa de vacío- Proceso mejorado	11
Tabla AVIII.7.	Cursograma analítico del análisis Consistencia- Proceso mejorado	13
Tabla AVIII.8.	Cursograma analítico del análisis Características funcionales- Proceso mejorado	15
Tabla AVIII.9.	Cursograma analítico del análisis Coliformes- Número más probable (NMP) - Proceso mejorado	17
Tabla AVIII.10.	Cursograma analítico del análisis Estafilococos Aureos – Contaje en placa- Proceso mejorado	19
Tabla AVIII.11.	Cursograma analítico del análisis Hongos y levaduras- Proceso mejorado	21
Tabla AVIII.12.	Cursograma analítico del análisis Salmonella- Proceso mejorado	23
Tabla AVIII.13.	Cursograma analítico del análisis Minerales por digestión microondas- Proceso mejorado	25
Tabla AVIII.14.	Cursograma analítico del análisis Porcentaje de gelatinización- Proceso mejorado	27

Tabla AVIII.15.	Cursograma analítico del análisis Ácidos orgánicos por HPLC- Proceso mejorado	29
Tabla AVIII.16.	Cursograma analítico del análisis Azúcares por HPLC- Proceso mejorado	31
Tabla AVIII.17.	Cursograma analítico del análisis Beta carotenos por HPLC- Proceso mejorado	33
Tabla AVIII.18.	Cursograma analítico del análisis Vitamina C (Acido ascórbico) por HPLC- Proceso mejorado	35
Tabla AVIII.19.	Cursograma analítico del análisis Vitamina A (Retinol- Acetato) por HPLC- Proceso mejorado	37
Tabla AVIII.20.	Cursograma analítico del análisis Vitamina B1 (Tiamina) por HPLC- Proceso mejorado	39

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Figura AVIII.1.	Diagrama de Gantt Ceniza	2
Figura AVIII.2.	Diagrama de Gantt Proteína	4
Figura AVIII.3.	Diagrama de Gantt Extracto etéreo	6
Figura AVIII.4.	Diagrama de Gantt Fibra cruda	8
Figura AVIII.5.	Diagrama de Gantt Humedad	10
Figura AVIII.6.	Diagrama de Gantt Humedad en estufa de vacío	12
Figura AVIII.7.	Diagrama de Gantt Consistencia	14
Figura AVIII.8.	Diagrama de Gantt Características funcionales	16
Figura AVIII.9.	Diagrama de Gantt Coliformes	18
Figura AVIII.10.	Diagrama de Gantt Estafilococos áureos	20
Figura AVIII.11.	Diagrama de Gantt Hongos y levaduras	22
Figura AVIII.12.	Diagrama de Gantt Salmonella	24
Figura AVIII.13.	Diagrama de Gantt Minerales por digestión microondas	26

Figura AVIII.14.	Diagrama de Gantt Porcentaje de gelatinización	28
Figura AVIII.15.	Diagrama de Gantt Ácidos orgánicos por HPLC	30
Figura AVIII.16.	Diagrama de Gantt Azúcares por HPLC	32
Figura AVIII.17.	Diagrama de Gantt Beta carotenos por HPLC	34
Figura AVIII.18.	Diagrama de Gantt Vitamina C por HPLC	36
Figura AVIII.19.	Diagrama de Gantt Vitamina A por HPLC	38
Figura AVIII.20.	Diagrama de Gantt Vitamina B1 por HPLC	40

ANEXO IX

COSTOS DE REACTIVOS

Tabla AXI. 1. Costo de reactivos- Bromatología y Microbiología

REACTIVOS LABORATORIO BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (USD)	Costo (USD /unidad)
Acetona	1,0	L	8,2	8,2
Acido acético	1,0	L	12,0	12,0
Acido bórico	0,5	kg	28,7	57,4
Acido clorhídrico	2,5	L	25,6	10,2
Acido nítrico	1,0	L	21,1	21,1
Acido sulfúrico	1,0	L	10,8	10,8
Acido tricloroacético	1,0	kg	240,0	240,0
Agar bismuto sulfito	0,5	kg	102,0	204,0
Agar DBC Dichloran	1,0	kg	268,8	268,8
Agar Hektoen	0,5	kg	155,7	311,4
Agar hierro lisina (LIA)	0,5	kg	88,0	176,0
Agar Levine	0,5	kg	128,0	256,0
Agar rojo bilis violeta	0,5	kg	70,0	140,0
Agar Triple Azúcar hierro	0,5	kg	70,0	140,0
Agar Xilosa Lysina	0,5	kg	67,2	134,4
Agua desionizada	1,0	L	2,0	2,0
Agua destilada	1,0	L	1,2	1,2
Agua oxigenada- Peróxido de hidrógeno	3,7	L	55,7	15,1
Arena purificada	1,0	kg	42,4	42,4
Bacto yema telurito	0,2	L	76,2	380,8
Caldo Citrato de Koser	0,5	kg	272,0	544,0
Caldo E.C.	0,5	kg	76,2	152,3
Caldo lactosado	1,0	kg	117,8	117,8
Caldo lauryl triptosa sulfato	0,5	kg	50,0	100,0
Caldo MR- VP	0,5	kg	103,0	206,1
Caldo tetratonato broth	0,5	kg	121,9	243,8
Caldo verde bilis brillante	0,1	kg	84,3	842,5
Catalizador 7 g de K2SO4 + 0,8 g CuSO4	100,0	Unidad	15,0	0,2
Estándar triptofano	0,1	kg	84,8	3 390,0
Eter anhidro	4,0	L	46,8	11,7
Eter etílico	5,0	L	83,4	16,7
Hidróxido de sodio	0,5	kg	23,9	47,8
Infusión cerebro corazón	0,5	kg	95,2	190,4
Metanol grado HPLC	4,0	L	26,7	6,7
Peptona	0,3	kg	49,8	199,0
Rojo de metilo	0,1	kg	39,8	1 590,0
Sacarosa	0,5	kg	42,3	84,5
Telurito de potasio	0,5	kg	201,2	402,4
Unidad 1-2 test	6,0	unidades	134,9	22,5
Verde bromocresol	0,1	kg	65,2	652,0
Yodo	0,1	kg	90,8	3 631,0
Yoduro de potasio	0,1	kg	90,8	3 631,0

Tabla AIX. 2. Costo de reactivos- Absorción Atómica y QAN

REACTIVOS LABORATORIOS ABSORCIÓN ATÓMICA Y QAN				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (USD)	Costo (USD/unidad)
Acetato de sodio	1,0	kg	130,9	130,9
Acetona	4,0	L	31,5	7,9
Acetonitrilo HPLC	1,0	L	21,9	21,9
Acido ascórbico	0,5	kg	117,2	234,3
Acido meta fosfórico	0,5	kg	246,4	492,8
Acido nítrico	2,5	L	52,6	21,1
Acido sulfúrico	2,5	L	26,9	10,8
Agua desionizada	1,0	L	2,0	2,0
Agua potable*	1,0	m ³	0,7	0,7
Buffer 4 y 7	0,1	L	58,2	582,4
Cápsulas DSC	1 000,0	Unidad	7 000,0	7,0
Enzima alfa amilasa	5 000,0	mg	299,9	0,1
Estándar de beta caroteno	250,0	mg	83,8	0,3
Estándar de Fe	1,0	L	43,7	43,7
Estándar vitamina A	150,0	mg	99,9	0,7
Estándar vitamina C	250,0	mg	76,2	0,3
Etanol grado HPLC	2,5	L	41,4	16,6
Etanol industrial	18,0	L	119,3	6,6
Éter de petróleo	4,0	L	46,8	11,7
Ferrocianuro de potasio	100,0	g	110,0	1,1
Fosfato mono potásico	1,0	kg	171,0	171,0
Fructosa	1,0	g	0,1	0,1
Glicerina	4,0	L	57,2	14,3
Glucosa	1,0	g	0,1	0,1
Helio grado 4.5	6,0	m ³	234,7	39,1
Hidróxido de potasio	1,0	kg	23,3	23,3
Hidróxido de sodio	1,0	kg	23,3	23,3
Homocisteina	1,0	g	54,6	54,60
Iso butanol	1,0	L	99,9	99,9
Metanol grado HPLC	4,0	L	26,7	6,7
Metyl tert butyl ether	2,5	L	217,0	86,8
Nitrógeno grado 4,5	6,0	m ³	105,6	17,6
Parafina líquida	1,0	L	5,0	5,0
Sacarosa	1,0	g	0,1	0,1
Sulfato de sodio anhidro	1,0	kg	25,5	25,5
Acetato de sodio	1,0	kg	130,9	130,9

*Empresa pública metropolitana de agua potable y saneamiento (EPMAPS)

Tabla AIX. 3. Costos insumos laboratorios Absorción Atómica y QAN

INSUMOS LABORATORIOS ABSORCIÓN ATÓMICA Y QAN				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (\$)	Costo /unidad
Filtros 0.45 um	100	Unidades	106,7	1,07
Parafilm	2,5	m	28,4	11,35
Guantes	50	pares	5,0	0,10
Hojas papel bond	100	unidades	3,0	0,03
Puntas micro pipetas de 1 mL	100	unidades	22,9	0,23
Puntas micro pipetas de 5 mL	100	unidades	49,3	0,49
Jeringas reutilizables	1	unidades	0,1	0,11

ANEXO X

CÁLCULO DE COSTOS

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Tabla AX.1.	Cálculo de costos para el análisis de Ceniza	1
Tabla AX.2.	Cálculo de costos para el análisis de Proteína	2
Tabla AX.3.	Cálculo de costos para el análisis de Extracto etéreo	3
Tabla AX.4.	Cálculo de costos para el análisis de Fibra cruda	4
Tabla AX.5.	Cálculo de costos para el análisis de Humedad	5
Tabla AX.6.	Cálculo de costos para el análisis de Humedad en estufa al vacío	6
Tabla AX.7.	Cálculo de costos para el análisis de Consistencia	7
Tabla AX.8.	Cálculo de costos para el análisis de Características funcionales	8
Tabla AX.9.	Cálculo de costos para el análisis de Coliformes	9
Tabla AX.10.	Cálculo de costos para el análisis de Estafilococos áureos	10
Tabla AX.11.	Cálculo de costos para el análisis de Hongos y levaduras	11
Tabla AX.12.	Cálculo de costos para el análisis de Salmonella	12
Tabla AX.13.	Cálculo de costos para el análisis de Minerales por digestión microondas	13
Tabla AX.14.	Cálculo de costos para el análisis de Porcentaje de gelatinización	14
Tabla AX.15.	Cálculo de costos para el análisis de Ácidos orgánicos por HPLC	15
Tabla AX.16.	Cálculo de costos para el análisis de Azúcares por HPLC	16
Tabla AX.17.	Cálculo de costos para el análisis de Beta carotenos por HPLC	17
Tabla AX.18.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina C por HPLC	18

Tabla AX.19.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina A por HPLC	19
Tabla AX.20.	Cálculo de costos para el análisis de Vitamina B1 por HPLC	20

ANEXO XI

CÁLCULO DE COSTOS PROPUESTOS

Archivo electrónico: CD adjunto a la tesis

		PÁGINA
Tabla AXI.1.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Ceniza	1
Tabla AXI.2.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Proteína	2
Tabla AXI.3.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Extracto etéreo	3
Tabla AXI.4.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Fibra cruda	4
Tabla AXI.5.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Humedad	5
Tabla AXI.6.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Humedad en estufa al vacío	6
Tabla AXI.7.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Consistencia	7
Tabla AXI.8.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Características funcionales	8
Tabla AXI.9.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Coliformes	9
Tabla AXI.10.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Estafilococos áureos	10
Tabla AXI.11.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Hongos y levaduras	11
Tabla AXI.12.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Salmonella	12
Tabla AXI.13.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Minerales por digestión microondas	13
Tabla AXI.14.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Porcentaje de gelatinización	14
Tabla AXI.15.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Ácidos orgánicos por HPLC	15
Tabla AXI.16.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Azúcares por HPLC	16

Tabla AXI.17.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Beta carotenos por HPLC	17
Tabla AXI.18.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Vitamina C por HPLC	18
Tabla AXI.19.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Vitamina A por HPLC	19
Tabla AXI.20.	Cálculo de costos propuesto para el análisis de Vitamina B1 por HPLC	20

ANEXO XII
PROFORMA DE EQUIPOS

ANEXO XII.a. Proforma de plancha de calentamiento con agitación

HUGO RUEDA REPRESENTACIONES CIA LTDA

Hugo Ernesto Rueda Yépez
Av de los Shyris N40-110 y Gaspar de Villarroel

RUC: 1792130093001
fono: 2444-154 ; 2444-156

<u>ESC. POLITECNICA NACIONAL</u> <u>ING. ELENA COYAGO</u>			
-		22/01/2013	
PRESENTE		HENRY MORENO	
Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
AGITADOR MAGNETICO "MULTIMATIC" 9-N MARCA SELECTA DE 9 POSOCIONES CON REGULACION INDIVIDUAL. CODIGO: 7000954	1	3.080,00	3.080,00
ARMARIOS REFRIGERADOS "MEDILOW" LG MARCA SELECTAS. PUERTA DE DOBLE VIDRIO AISLANTE Y ANTIEMPANANTE. CODIGO: 2101273	1	4.700,00	4.700,00
SUBTOTAL			21.561,00
+12%IVA			2.587,32
TOTAL.....\$.			24.148,32
=====			

FORMA DE PAGO: 50% DE ADELANTO Y 50% CONTRA ENTREGA
ENTREGA: EN 60 DIAS SUJETO A CONFIRMACION DEL FABRICANTE.
OFERTA: 30 DÍAS



ANEXO XII.b. Proforma desecador y extractor de fibra

ITEM	CANT.	CATALOGO	DESCRIPCION	P.UNIT.	P.TOTAL
					
FECHA: 06-may-11 CLIENTE: DECAB EPN ATENCION: Elena Coyago			COTIZACIÓN No: 085-JV-2011 MONEDA: Dólares VALIDEZ OFERTA: 90 Días TIEMPO DE ENTREGA: 60 Días		
1	3	3744E61	Desecador Bel-Art Secador 4.0. Reduce la Humedad de un 75% <25% en aprox 8 horas. 2 ventiladores para flujo continuo de aire. Regeneración cada 20 minutos. Higrometro. 2 bandejas ajustables. Volumen de 2 pies cubicos.	1.403,00	4.209,00
					
2	1	0222A14	Estufa de Convección Forzada Binder •5°C sobre ambiente hasta 300°C •Controlador con Microprocessor PID display LED •Turbina de Aire poderosa •Timer Integrado (0-99.59 hrs o continuo) con función de una rampa •Volumen de 1.9 pies cubicos •RS-422 Ideal para aplicaciones en farmaceutica, quimica, biotecnologia, medicina, pruebas de materiales e industria de alimentos. Convección de aire forzado produce secado rapido y altas tasas de calentamiento.	2.576,00	2.576,00
					
3	1	F30540200	EXTRACTOR DE FIBRA CRUDA FIWE 6 VELP Para 6 lugares, en acero inoxidable. Extracciones en calor y en frío, Bomba a aire para el mezclado de la muestra, Bomba peristáltica para la descarga de reactivos, Timer con señalización acústica Regulador electrónico de temperatura, válvulas de comando con llave rotativa para todas las fases de extracción. Descargas separadas de agua de enfriamiento y reactivos. Muestras tratables individualmente, Potencia:1200 W, Peso 46 kg, Cantidad de muestra: 0,5 - 3,0 g Reproducibilidad:	14.403,00	14.403,00

ANEXO XII.c. Proforma sistema de cuantificación de proteína



Quito: De los Nopales N63-140 y Av. de los Helechos
Telf.: 02 346 3266 – 02 346 3275 – Fax 02 346 4003

Guayaquil: Parque Industrial California 2
Vía Daule Km 12, Bodega B 45 – Telf. 04 210 3333
e-mail: contacto@espectrocrom.com

COTIZACIÓN

Fecha: 28 de Enero del 2013 Cotización # 60-G-EO-12
 Empresa: Escuela Politécnica Validez: 30 días
 Atención: Ing. Elena Coyago
 Dirección: Quito

Part No.	Descripción	Qty	US\$.
38520	Digestor Automático K-438 Marca Buchi Para una digestión segura de hasta 20 (K-438) Perfil de temperatura con 4 etapas de temperatura	1	18,860
43505	Unidad de Destilación K-355 Marca Buchi Permite realizar aplicaciones clásicas Incluyendo métodos que requieren una salida reducida de vapor. Aplicaciones del K-355: Destilación de alcohol Determinación de dióxido de azufre Destilación de fenol Determinación de ácidos volátiles Determinación de cianuro Determinación de formaldehído TVBN (Nitrógeno Básico Volátil Total) en el pescado.	1	12,367
114151241	Scrubber K-415 Triple Scrub ECO Instrumento lavador de gases en tres etapas - Paso 1: Pre-condensación de vapores - Paso 2: Neutralización de vapores ácidos y alcalinos - Paso 3: Adsorción de sustancias orgánicas e inorgánicas	1	9,823
MP22001S12	Multivapor P 16 Marca Buchi Incluye Unidad de Evaporación, adaptadores de tubo, rack de preparación/transferencia y pieza de vidrio: 12 Tubos buchi de 150 ml	1	24,025
072210	Sistema de Vacío Marca Buchi Bomba de Vacío V-700 Capacidad de Aspiración 1.8 m3/h Cantidad de Fases 2 Vacío Final (absoluto) < 10 mbares Vacío final (con lastre de aire) Conexiones GL 14	2	19,872

Subtotal US\$	84,947
IVA 12%	10,193.64
TOTAL US\$	95,140.64

ANEXO XII.d. Proforma MULTIWAVE 3000



Mariano Cardenal N73-75 entre Hernando Díaz
y José de la Rea (Tras Botar Carcelén)
Telefax: 2482-061 · Teléfonos: 2483-630/2483-631
Quito-Ecuador assinfilt@andinanet.net

QUITO, 21 DE ABRIL 2011
ASSINFILT-QT-3397-11

SEÑORES:
POLITECNICA NACIONAL DE CAB
PRESENTE

ATT: ING. ELENA COYAGO

De nuestras consideraciones:

Assinfilt Cía. Ltda. como representante exclusivo para Ecuador de los Equipos Anton Paar procede a cotizar a ustedes el Microondas Multiwave 3000 para digestión y posteriormente tiene la posibilidad de incrementar su Multiwave 3000 para lixiviación, extracción con solventes, evaporación secado y aplicaciones especiales.

PN	QTY	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO US\$	PRECIO TOTAL US\$
5695	1	Horno Microondas marca Anton Paar Modelo Multiwave 3000 60Hz. Procedencia: Austria		43.557,66
18543	1	Rotor 8SXQ80 rotor para 8 vasos de 80 ml Control simultaneo de presión en todas las Posiciones Control remoto de temperatura en todas las Posiciones Recipiente de referencia de sonda de tempera Tura inmerso. Aplicaciones típicas: para productos alimenticios Grasosos, plásticos fibras, aceite, petróleo, grasa, Carbón, productos farmacéuticos y químicos.		
10608	10	Vasos XQ80 de 80 ml		

ESTTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A

VALIDEZ OFERTA: 30 días

TIEMPO ENTREGA: 4-5 semanas una vez enviado orden de compra

ANEXO XII.e. Proforma calorímetro diferencial de barrido DSC



Ing. José M. Jalil Haas
Entusiasmado Ciencia y Tecnología



COTIZACIÓN No: 061-JV-2010

MONEDA: Dólares

VALIDEZ OFERTA: 90 Días

TIEMPO DE ENTREGA: 90 Días

FAX:

FECHA: 14-dic-10
CLIENTE: EPN DECAB
ATENCIÓN: Elena Coyago

ITEM	CANT.	CATALOGO	DESCRIPCION	P.UNIT.	P.TOTAL
1			Calorímetro de Barrido Diferencial DSC Phoenix F1 de NETZSCH		
1-1	1	8.240.12-10.0.00	Celda de medición de DSC según el principio de flujo de calentamiento (DIN 51 005) con horno de plata, sensores de temperatura tipo E para control de temperatura de la muestra, sensores DSC tipo E como sistema de disco, con sistema de enfriamiento de LN2 y aire integrado, conexión con 2 tipos de gases de purga. Rango de temperatura -180 a 700°C Sensibilidad 3 a 3,5 $\mu\text{V/mW}$ Rango de Calentamiento 0,001 a 200 K/min Sensor de tiempo constante: ca. 2.5s Controlador de Análisis Térmico integrado para adquisición de datos, Control de Temperatura y control del sistema de enfriamiento. Fuente de poder del horno Integrado Incluye 1 kit de calibración para temperatura y entalpia con certificado. 100 porta muestras y tapas de 6 mm.	96.290,00	96.290,00
1-2	1	8WID8C/880.02	Software Proteus para DSC 204 F1 para adquisición de datos, almacenamiento y evaluación. Interface grafica de usuario, ayudas integradas.		
1-3	1	8.240.10-84.0	Refrigerante de LN2, con válvula magnética controlada por software. Vaso de almacenaje de LN2 de 25 litros sin control de nivel.	Incluido	Incluido
1-4	1	8.240.10-80	Prensa de sellado para suelta al frío de crisoles incluye herramientas	Incluido	Incluido
1-5	1	8.238.2-81.3	Set de 8 muestras de Calibración, para DSC con certificado. Rango de temperatura de las muestras de -100 a 500°C, 10 mg cada una.	Incluido	Incluido
			Subtotal		\$96.290,00
			IVA 12%		\$11.554,80
			TOTAL		\$107.844,80