

Mejoramiento tecnológico de la línea de producción de medicina tradicional en la farmacia “El Romero”

ANEXOS



Inti Rosero Torres

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control

Programa de Ingeniería en Automática Industrial

Popayán, agosto de 2019

Mejoramiento tecnológico de la línea de producción de medicina tradicional en la farmacia “El Romero”

ANEXOS



Inti Rosero Torres

Monografía presentada como requisito para optar por el título de
Ingeniero en Automática Industrial

Director: Mg. Juan Fernando Flórez Marulanda
Asesor del Cabildo Indígena: Myriam Yaneth Mostacilla

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Programa de Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, agosto de 2019

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO A	4
1. Modelado ISA S88.01 del PPMT.....	4
1. 1 Modelo de Proceso PPMT	4
1. 2 Modelo Físico PPMT.....	5
1. 3 Modelo de Control Procedimental PPMT	6
ANEXO B	9
Relación entre los modelos ISA S88.01 del PPMT	9
ANEXO C	13
1. Transferencia de calor en la condensación.....	13
ANEXO D	15
1. Actualización de modelos ISA S88.01 del PPMT con base en el mejoramiento tecnológico propuesto	15
1. 1 Modelo de Proceso del PPMT	15
1. 2 Modelo Físico del PPMT	19
1. 3 Modelo de Control Procedimental del PPMT	22
ANEXO E	26
PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA EL MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA “CASA DE MEDICINA TRADICIONAL EL ROMERO”	26
1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	26
2. SOLUCIÓN PROPUESTA	27
3. LISTA DETALLADA DE EQUIPOS	28
4. RESPONSABILIDADES.....	29
5. Programación y Plazo	33
6. Información Comercial	35
BIBLIOGRAFÍA	37

Lista de Figuras

Figura 1. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para la etapa de preparación de insumos.	10
Figura 2. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para etapa destilación.	11
Figura 3. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para la etapa de almacenamiento.	12
Figura 4. Corrientes en el condensador.	13
Figura 5. Representación gráfica del Modelo Físico actualizado del PPMT.....	21

Lista de Tablas

Tabla 1. Modelo de Proceso - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.....	4
Tabla 2. Modelo Físico - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.	6
Tabla 3. Modelo de Control Procedimental - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.....	7
Tabla 4. Convenciones para relacionar los niveles de los modelos ISA-S88.01	9
Tabla 5. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.	15
Tabla 6. Modelo de Proceso - Proceso de Producción de Medicina Tradicional...	15
Tabla 7. Modelo de Proceso actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.....	17
Tabla 8. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.	19
Tabla 9. Modelo Físico - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.	19
Tabla 10. Modelo Físico actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.....	20
Tabla 11. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.	22
Tabla 12. Modelo de Control Procedimental - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.....	22
Tabla 13. Modelo de Control Procedimental actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.	24
Tabla 14. Lista detallada de equipos.....	28
Tabla 15. Lista de Actividades.....	29
Tabla 16. Cronograma de Actividades.	30
Tabla 17. Costo de Elementos.	35

ANEXO A

1. Modelado ISA S88.01 del PPMT

1. 1 Modelo de Proceso PPMT

El modelo de proceso permite describir de forma jerárquica la secuencia de actividades realizadas en un proceso productivo, mediante la aplicación de 4 niveles estructurales: “proceso” (secuencia de actividades químicas, físicas o biológicas para la transformación de materiales y energía); “etapas de proceso” (parte del proceso que opera independientemente de otras y que por lo general ejecutan una secuencia programada de cambios físicos o químicos en el material procesado); “operaciones de proceso” (principales actividades que se desarrollan en las etapas de proceso); “acciones de proceso” (actividades de procesamiento menor que se combinan para formar las operaciones de proceso) [1]. En el PPMT se identifican 3 etapas, 10 operaciones y 53 acciones de proceso, ver Tabla 1.

Tabla 1. Modelo de Proceso - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Proceso	Etapas de Proceso	Operación de proceso	Acción de Proceso	
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Cosechado	Observación y selección de plantas.	
			Corte de plantas.	
			Traslado de plantas.	
		Almacenado de material vegetal	Recepción de plantas.	
			Despliegue de plantas en mesa de trabajo.	
			Formado de manojos.	
			Colgado de manojos en cuerdas.	
		Preparación del fogón	Corte de leña.	
			Suministro de leña al fogón.	
		Acondicionado de material vegetal	Traslado de plantas al área de acondicionamiento.	Disposición de plantas sobre mesón.
	Lectura de masa en la balanza.			
	Apertura de válvula de lavado.			
	Partido de tallos.			
	Escurreo de plantas.			
	Acondicionado de olla			Alistado de componentes de la olla.
				Lavado exterior de base de olla (BO).
		Disposición de BO sobre el fogón.		
		Alineación de válvula de destilación (VD) con balde de líquido destilado (BLD).		
		Apertura de válvula de olla.		
		Adición de plantas acondicionadas a BO.		
	Disposición de soporte interno (SI) dentro de BO.			

	Destilación		Disposición de recipiente interno de líquido condensado (RLC) sobre SI.
			Tapado de BO.
			Disposición de recipiente enfriador de agua (REA) sobre tapa de BO.
		Encendido del fogón	Tapado de fugas en empalmes de los componentes.
			Encendido del fogón.
			Ventilado y atizado del fuego.
			Normalización del fuego.
		Acondicionado del sistema de refrigeración	Encendido del extractor de humo.
			Apertura de válvula de REA.
			Instalación de mangueras en el REA.
		Destilado	Activación del sistema de refrigeración.
			Disposición de BLD debajo de VD.
	Disposición de filtro de tela a BLD.		
	Inspección de temperatura de BO.		
	Inspección de potencia del fuego.		
	Adición de segunda carga de leña al fogón.		
	Disposición de leña en el fogón.		
	Verificación del sistema de refrigeración.		
	Inspección de temperatura de BO y determinación de apertura de VD.		
	Apertura de VD.		
Almacenamiento	Envasado	Llenado de BLD.	
		Cierre de VD.	
		Traslado de BLD hacia área de envasado.	
		Disposición de BLD sobre mesón.	
		Extracción de líquido destilado con jarra.	
		Llenado de botellas.	
	Almacenado de medicamentos	Tapado de botellas.	
		Disposición de botellas llenas sobre mesa.	
		Etiquetado de botellas.	
		Trasladado de medicamentos hacia el almacén de la farmacia.	
		Disposición de medicamentos en estantes respectivos.	

Fuente: propia, marzo de 2019.

1. 2 Modelo Físico PPMT

El modelo físico se compone de siete niveles organizados de forma jerárquica, y describe los activos físicos de una empresa que están involucrados en la producción de un lote, en términos de Empresa, Sitio, Área, Célula de Proceso, Unidades, Módulos de Equipo y Módulos de Control. Los tres niveles superiores del modelo físico son definidos por consideraciones organizacionales, geográficas y de negocio; mientras que los cuatro niveles inferiores están enfocados a nivel de

la planta de producción [1]. El presente Modelo Físico se compone de una Célula, 3 Unidades, 10 Módulos de Equipo, y 30 Módulos de Control, ver Tabla 2.

Tabla 2. Modelo Físico - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

CÉLULA	UNIDAD	MÓDULO DE EQUIPO	MÓDULO DE CONTROL
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Línea de Cosecha	Operario
			Machete en acero
			Costal
		Línea de Almacenamiento de material vegetal	Operario
			Línea de Preparación del fogón
		Hacha en acero	
		Línea de Acondicionamiento de material vegetal	
			Balanza mecánica
			Válvula manual de flujo de agua
			Destilación
	Base de olla (BO) de 150 L		
	Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L		
	Válvula manual de flujo de agua		
	Línea de Encendido del fogón	Operario	
		Fogón	
		Tapa metálica	
	Línea de Acondicionamiento del sistema de refrigeración	Extractor de humo	
		Operario	
		Válvula manual de flujo de agua	
	Línea de Destilado	Mangueras	
		Operario	
		Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L	
		Filtro de tela	
		Fogón	
		Barra metálica	
		Válvula manual de destilado (VD)	
	Almacenamiento	Línea de Envasado	Operario
Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L			
Jarra plástica de 1 L			
Línea de Almacenamiento de medicamentos		Operario	

Fuente: propia, marzo de 2019.

1. 3 Modelo de Control Procedimental PPMT

El modelo de control procedimental del PPMT contiene el procedimiento “producir medicamentos herbarios a partir de plantas medicinales”. Los procedimientos de unidad son 3 (preparación de insumos, destilación, y almacenamiento de medicamentos), las operaciones son 10 (cosecha, almacenamiento de plantas, preparación del fogón, acondicionamiento de plantas, acondicionamiento de

equipo, encendido del fogón, acondicionamiento del sistema de refrigeración, destilado, envasado, almacenamiento de medicamentos), y por último, el número de fases son 53, ver Tabla 3.

Tabla 3. Modelo de Control Procedimental - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Procedimiento	Procedimiento de Unidad	Operación	Fase	
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Cosechar	Observar y seleccionar plantas.	
			Cortar plantas.	
			Trasladar plantas.	
		Almacenar material vegetal	Recibir plantas.	
			Desplegar plantas en mesa de trabajo.	
			Formar manojos.	
			Colgar manojos en cuerdas.	
		Preparar el fogón	Cortar leña.	
			Suministrar primera carga de leña al fogón.	
		Acondicionar material vegetal	Trasladar plantas al área de acondicionamiento.	
			Ubicar plantas sobre mesón.	
			Pesar cada tipo de planta.	
			Lavar con agua.	
			Partir tallos.	
			Dejar escurrir.	
		Destilación	Acondicionar olla	Alistar componentes de la olla.
				Lavar exterior de base de olla (BO).
				Ubicar BO sobre el fogón.
	Alinear válvula de destilación (VD) con balde de líquido destilado (BLD).			
	Llenar BO con agua.			
	Agregar plantas acondicionadas a BO.			
	Colocar soporte interno (SI) dentro de BO.			
	Ubicar recipiente interno de líquido condensado (RLC) sobre SI.			
	Poner tapa a BO.			
	Ubicar recipiente enfriador de agua (REA) sobre tapa de BO.			
	Tapar fugas en empalmes de los componentes.			
	Encender fogón		Encender fogón con fósforos.	
			Ventilar y atizar fuego con tapa metálica.	
			Normalizar el fuego.	
	Acondicionar el sistema de refrigeración		Encender el extractor de humo.	
			Abrir llave de agua y llenar el recipiente enfriador de agua (REA).	
			Instalar mangueras en el REA.	
	Destilar		Activar sistema de refrigeración.	
		Ubicar BLD debajo de VD.		
		Poner filtro de tela a BLD.		

			Inspeccionar temperatura de BO.
			Inspeccionar potencia del fuego.
			Agregar segunda carga de leña al fogón.
			Acomodar leña en el fogón con barra metálica.
			Verificar sistema de refrigeración.
			Inspeccionar temperatura de BO y determinar si se debe abrir VD.
			Abrir VD.
			Llenar BLD.
			Cerrar VD.
	Almacenamiento	Envasar	Trasladar BLD hacia área de envasado.
			Ubicar BLD sobre mesón.
			Extraer líquido destilado con jarra.
			Llenar botellas.
			Tapar botellas.
			Ubicar botellas llenas sobre mesa.
			Etiquetar botellas.
		Almacenar medicamentos	Trasladar medicamentos hacia el almacén de la farmacia.
Ubicar medicamentos en estantes respectivos.			

Fuente: propia, marzo de 2019.

ANEXO B

Relación entre los modelos ISA S88.01 del PPMT

El desarrollo de los modelos propuestos por ISA S88.01 en el presente capítulo: Control Procedimental, Físico y de Proceso, permite evidenciar la existencia de una relación que estos modelos guardan entre sí. Esta relación determina que las tareas presentadas en el Modelo de Control Procedimental se ejecutan sobre las agrupaciones de equipos de procesamiento y control definidos en el Modelo Físico, proporcionando la funcionalidad de procesamiento determinada en el Modelo de Proceso.

Como se observa en la sección 2.1, 2.2 y 2.3 de la monografía, los 3 modelos desarrollados para el PPMT, presentan un color característico para cada nivel, esto con el propósito de mantener una convención necesaria para relacionar los 3 modelos, ver Tabla 4.

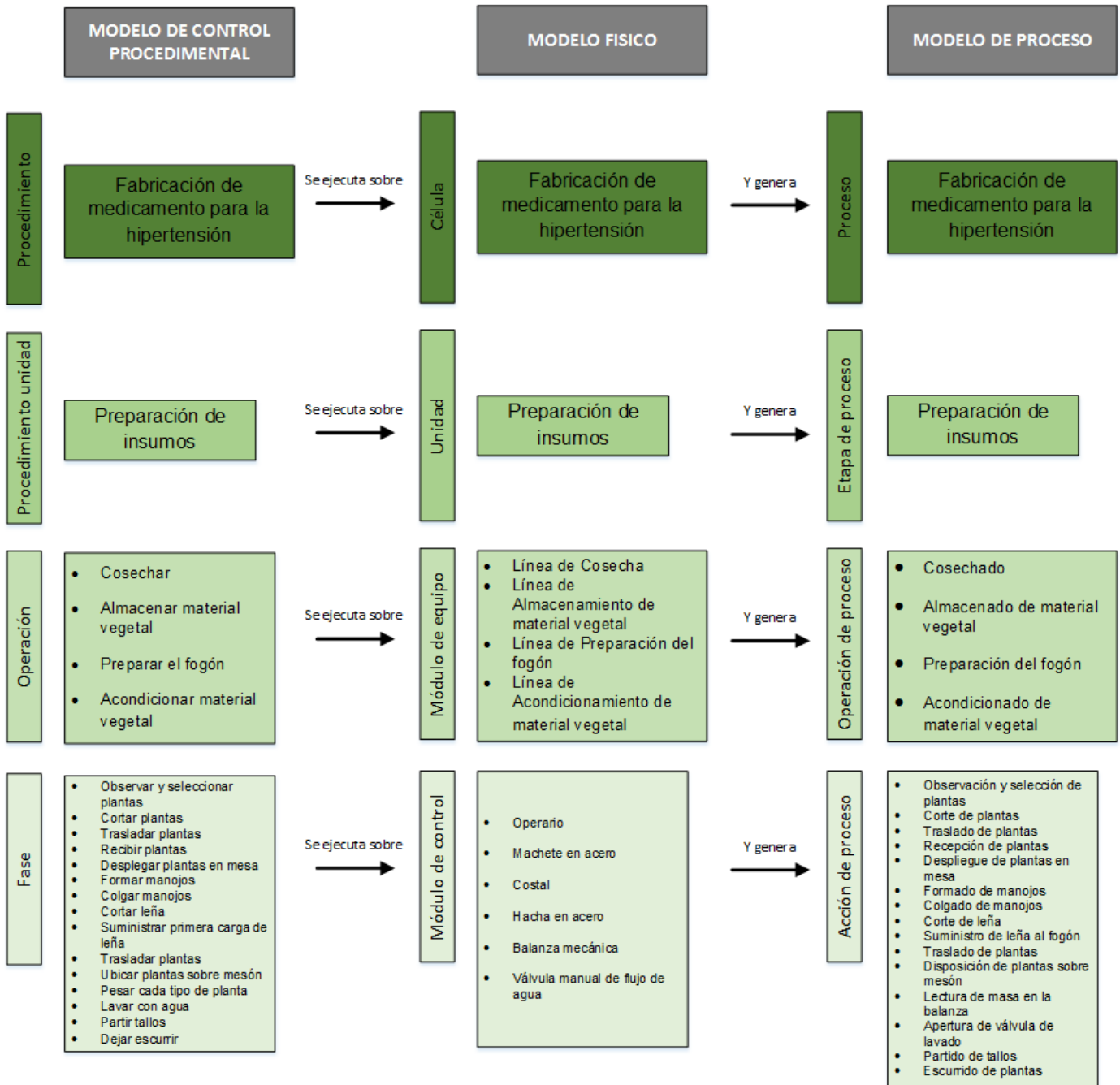
Tabla 4. Convenciones para relacionar los niveles de los modelos ISA-S88.01

Modelo de Control Procedimental	Modelo Físico	Modelo de Proceso	Color
Procedimiento	Célula del proceso	Proceso	
Procedimiento de unidad	Unidad	Etapa de proceso	
Operación	Módulo de equipo	Operación de proceso	
Fase	Módulo de control	Acción de proceso	

Fuente: propia, marzo de 2019.

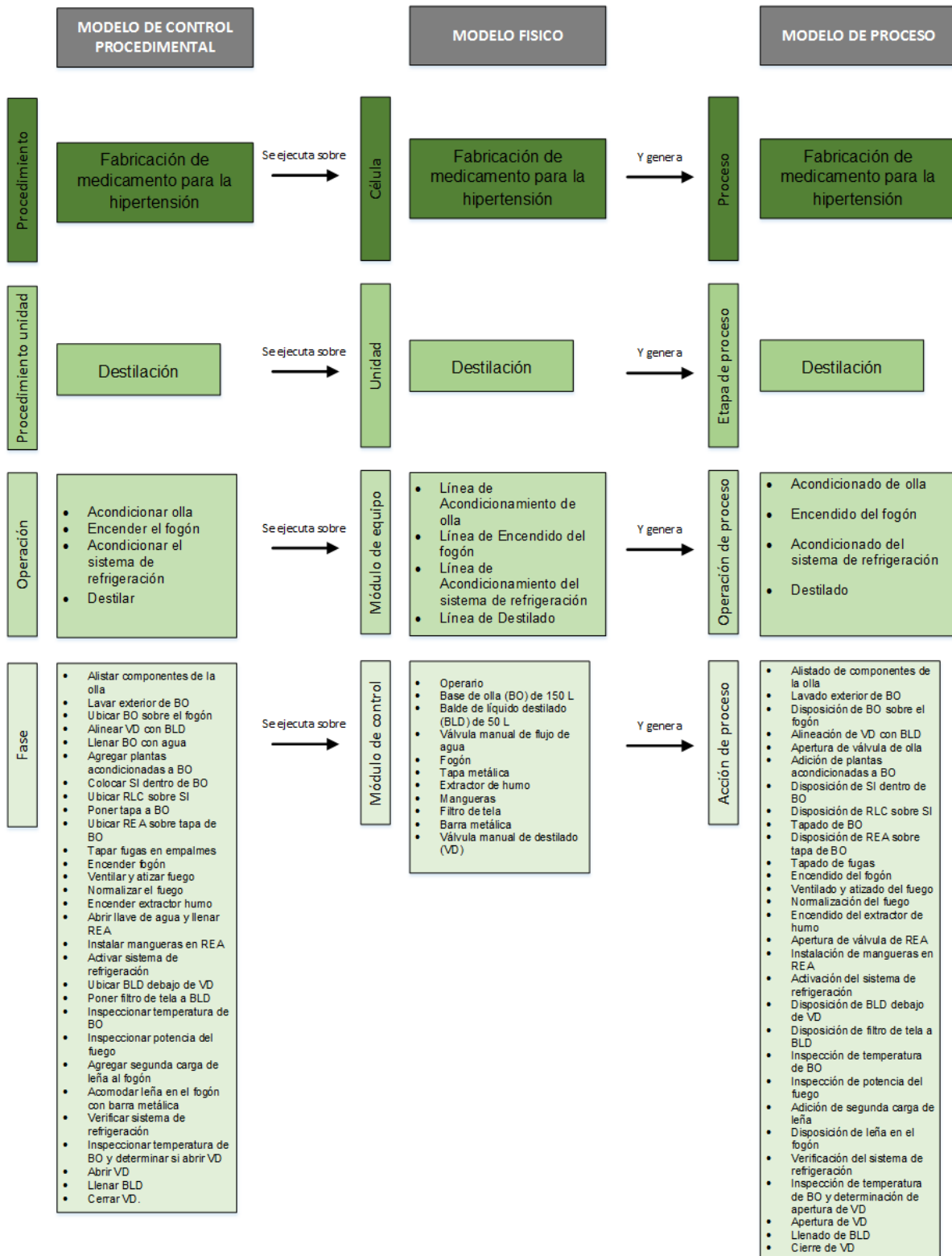
A continuación se presenta la relación entre los modelos elaborados del PPMT. En la Figura 1, se muestran las relaciones de los modelos ISA-S88.01 para la etapa de preparación de insumos. Después, en la Figura 2, se muestran las relaciones entre los modelos para la etapa de destilación. Finalmente, en la Figura 3, se muestran las relaciones de los modelos para la etapa de almacenamiento.

Figura 1. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para la etapa de preparación de insumos.



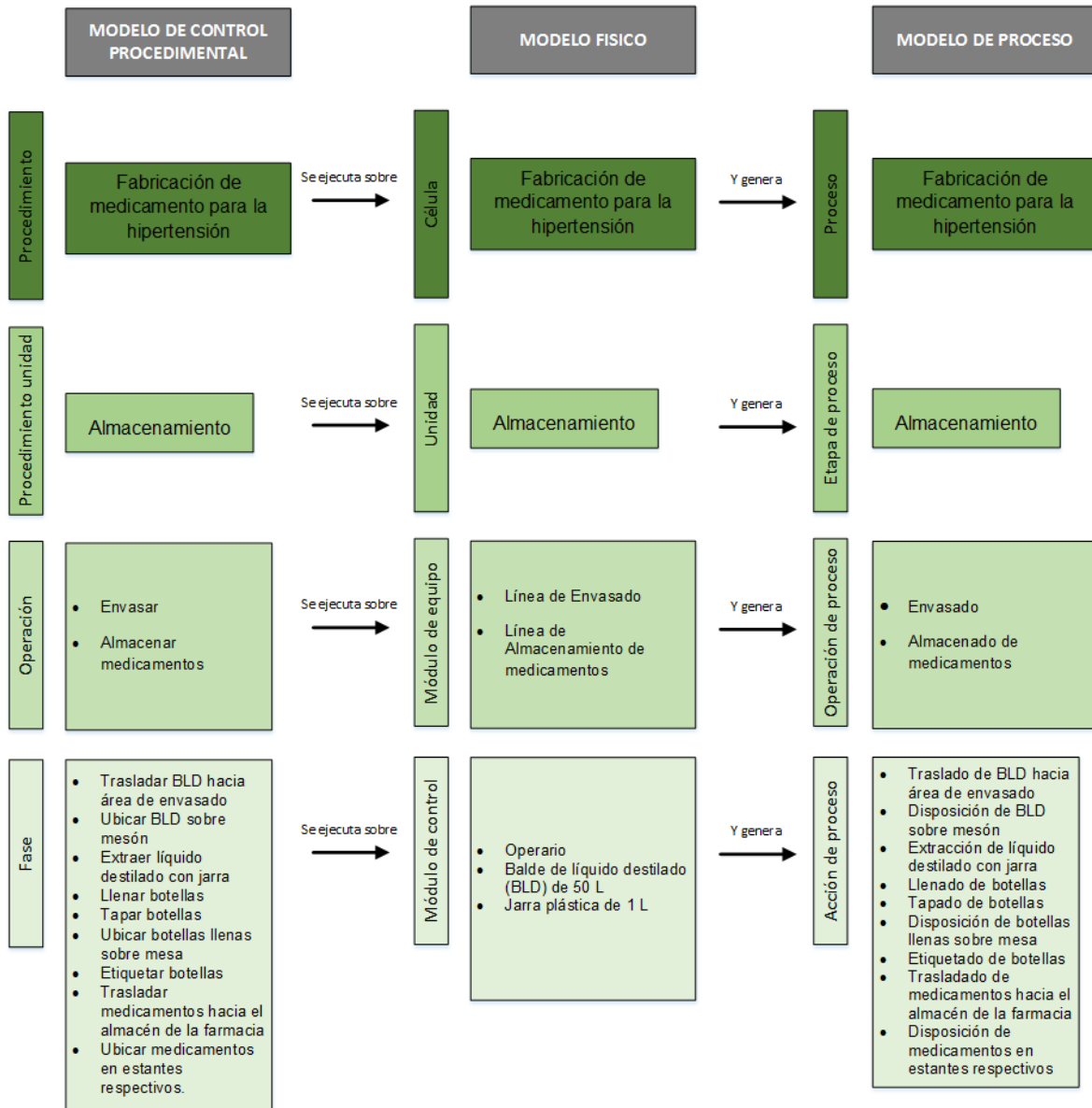
Fuente: propia, junio de 2019.

Figura 2. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para etapa destilación.



Fuente: propia, junio de 2019.

Figura 3. Relación de modelos ISA S88.01 del PPMT, para la etapa de almacenamiento.



Fuente: propia, junio de 2019.

ANEXO C

1. Transferencia de calor en la condensación

En el presente anexo se calculan la transferencia de calor en la condensación actual, es decir la energía que se debe absorber para condensar el vapor de la mezcla de agua y plantas, y la masa de agua que se necesita para la corriente de enfriamiento. Las corrientes que intervienen en el condensador se muestran en la Figura 2.

Figura 4. Corrientes en el condensador.



Fuente: propia, junio de 2019.

De la ecuación de conservación de la energía [2]:

$$Q_{ced} = Q_{gan} \quad (1)$$

$$m_1 * \lambda + (m_1 * C_p * \Delta T_1) = m_2 * C_p * \Delta T_2 \quad (2)$$

Donde:

Q_{ced} : calor cedido por la corriente vapor – aceite (latente y sensible)

Q_{gan} : calor ganado por la corriente de enfriamiento (latente)

m_1 : masa condensada

m_2 : masa de agua de enfriamiento

ΔT_1 : diferencia de temperatura en la corriente de condensado

ΔT_2 : diferencia de temperatura en la corriente de enfriamiento

λ : calor latente de vaporización a la Temperatura entrada de la corriente agua -aceite

- **Q cedido**

Debido a que no se cuenta con las propiedades de los aceites esenciales contenido en las plantas, y a su bajo contenido en comparación al del agua, se asumirá que la corriente a condensar y subenfriar es solo agua, así:

$$Q_{cond} = 35000 \text{ ml} * 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * 2272 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 79520 \text{ kJ} \quad (3)$$

$$Q_{subenf} = 35000ml * 1 \frac{g}{ml} * 4,18 \frac{J}{g^{\circ}C} * (80^{\circ}C - 74^{\circ}C) = 877,8 kJ \quad (4)$$

$$Q_{Total} = Q_{cond} + Q_{subenf} \quad (5)$$

$$Q_{Total} = 80397,8 kJ \quad (6)$$

Que es el calor total retirado en el condensador por la corriente de enfriamiento a la corriente de proceso.

- **Agua requerida:**

De la ecuación calor ganado despejando m_2 :

$$m_2 = \frac{Q_{Total}}{C_p * \Delta T_2} \quad (7)$$

$$m_2 = \frac{80397,8 kJ}{4.18 \frac{kJ}{kg * ^{\circ}C} * (80 - 74)^{\circ}C} = 3205,6 kg \approx 3,2 m^3 \quad (8)$$

Que es la cantidad de agua que se utiliza en el proceso actual para producir la transferencia de calor deseada. Cabe resaltar que la cantidad de agua utilizada en el condensador actual representa un volumen alto. Esto se debe al diseño rudimentario del mismo, el cual no permite la circulación de un flujo de agua fría constante, impidiendo que se condense una mayor parte del vapor de la mezcla de agua y plantas.

ANEXO D

1. Actualización de modelos ISA S88.01 del PPMT con base en el mejoramiento tecnológico propuesto

1.1 Modelo de Proceso del PPMT

En el Modelo de Proceso del PPMT desarrollado en el Capítulo 2, se identificaron 3 etapas, 10 operaciones y 53 acciones de proceso. Sin embargo, el mejoramiento tecnológico del PPMT implica cambios, como la modificación y la supresión de algunas operaciones de proceso, ver Tabla 6. En general, tanto el proceso como las etapas de proceso se mantienen, pues su definición no cambia. Para ilustrar los cambios que se hacen en el modelo de proceso, se utiliza un código de colores que indica las operaciones de proceso que se mantienen, modifican o suprimen, ver Tabla 5.

Tabla 5. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.

Color	Convención
	Operación de proceso se mantiene
	Operación de proceso se modifica
	Operación de proceso se suprime

Fuente: propia, junio de 2019

Tabla 6. Modelo de Proceso - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Proceso	Etapas de Proceso	Operación de proceso	Acción de Proceso
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Cosechado	Observación y selección de plantas.
			Corte de plantas.
			Traslado de plantas.
		Almacenado de material vegetal	Recepción de plantas.
			Despliegue de plantas en mesa de trabajo.
			Formado de manojos.
			Colgado de manojos en cuerdas.
		Preparación del fogón	Corte de leña.
			Suministro de leña al fogón.
		Acondicionado de material vegetal	Traslado de plantas al área de acondicionamiento.
			Disposición de plantas sobre mesón.
			Lectura de masa en la balanza.
			Apertura de válvula de lavado.
			Partido de tallos.
Escurreo de plantas.			
	Acondicionado de olla	Alistado de componentes de la olla.	

	Destilación		Lavado exterior de base de olla (BO).
			Disposición de BO sobre el fogón.
			Alineación de válvula de destilación (VD) con balde de líquido destilado (BLD).
			Apertura de válvula de olla.
			Adición de plantas acondicionadas a BO.
			Disposición de soporte interno (SI) dentro de BO.
			Disposición de recipiente interno de líquido condensado (RLC) sobre SI.
			Tapado de BO.
			Disposición de recipiente enfriador de agua (REA) sobre tapa de BO.
			Tapado de fugas en empalmes de los componentes.
		Encendido del fogón	Encendido del fogón.
			Ventilado y atizado del fuego.
			Normalización del fuego.
			Encendido del extractor de humo.
		Acondicionado del sistema de refrigeración	Apertura de válvula de REA.
			Instalación de mangueras en el REA.
			Activación del sistema de refrigeración.
		Destilado	Disposición de BLD debajo de VD.
			Disposición de filtro de tela a BLD.
	Inspección de temperatura de BO.		
	Inspección de potencia del fuego.		
	Adición de segunda carga de leña al fogón.		
	Disposición de leña en el fogón.		
	Verificación del sistema de refrigeración.		
	Inspección de temperatura de BO y determinación de apertura de VD.		
	Apertura de VD.		
	Llenado de BLD.		
	Cierre de VD.		
	Almacenamiento	Envasado	Traslado de BLD hacia área de envasado.
			Disposición de BLD sobre mesón.
			Extracción de líquido destilado con jarra.
			Llenado de botellas.
			Tapado de botellas.
Disposición de botellas llenas sobre mesa.			
Etiquetado de botellas.			
Almacenado de medicamentos		Trasladado de medicamentos hacia el almacén de la farmacia.	
		Disposición de medicamentos en estantes respectivos.	

Fuente: propia, junio de 2019.

Actualización del Modelo de Proceso del PPMT

El modelo de proceso actualizado, según el mejoramiento tecnológico propuesto, consta de 10 operaciones de proceso y 57 acciones de proceso. El diseño de la nueva línea de envasado, requirió modificar la etapa denominada “Almacenamiento”, cambiándole el nombre a “Envasado”, e introduciéndole nuevas operaciones de proceso y acciones de proceso, acordes al mejoramiento tecnológico, ver Tabla 7.

Tabla 7. Modelo de Proceso actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Proceso	Etapas de Proceso	Operación de proceso	Acción de Proceso	
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Cosechado	Observado y selección de plantas.	
			Cortado de plantas.	
			Traslado de plantas.	
		Almacenado de material vegetal	Recepción de plantas.	
			Despliegue de plantas en mesa de trabajo.	
			Formado de manojos.	
			Colgado de manojos en cuerdas.	
		Acondicionado de material vegetal	Traslado de plantas al área de acondicionamiento.	
			Disposición de plantas sobre mesón.	
			Lectura de masa en la balanza.	
			Apertura de válvula de lavado.	
			Partido de tallos.	
			Escurreo de plantas.	
		Destilado	Acondicionado de accesorios	Alistado de componentes del equipo hidrodestilador.
				Ubicado de falso fondo en la base del hidrodestilador.
	Adicionado de agua al hidrodestilador.			
	Adicionado de plantas acondicionadas al hidrodestilador.			
	Tapado y ajustado del hidrodestilador.			
	Ajustado del cuello de cisne al condensador.			
	Acondicionado del sistema de refrigeración		Instalado de mangueras entre el condensador y el chiller.	
			Verificación de nivel de agua en el chiller.	
			Encendido del chiller.	
	Destilado		Encendido del tablero de control.	
			Apertura de la válvula de suministro de gas.	
			Encendido del quemador de gas.	

			Disposición de BLD a la salida del hidroddestilador.
			Apertura de válvula de salida de destilado.
			Inspección de la temperatura.
			Inspección de la presión.
			Verificación del sistema de refrigeración.
			Inspección del tiempo de destilación.
			Verificación del volumen de destilado.
			Llenado de BLD.
			Cierre de válvula de salida de destilado.
	Envasado	Limpiado de área de envasado	Lavado de pisos.
			Limpiado de mesones y estantes.
		Sanitizado de botellas	Disposición de botellas no sanitizadas en mesones.
			Ensamblado del lavador de botellas manual.
			Adicionado de alcohol al lavador de botellas.
			Inyectado de alcohol en botellas.
			Escurreido de botellas.
			Disposición de botellas en mesón.
		Envasado de medicamentos	Traslado de BLD hacia área de envasado.
			Disposición de BLD sobre mesón.
			Ensamblado de llenadora semiautomática.
			Asegurado de llenadora al mesón.
			Instalado de manguera entre la llenadora y el BLD.
			Ajustado del nivel de llenado.
			Encendido de llenadora.
			Regulado de la velocidad de llenado.
			Llenado de botellas.
			Tapado de botellas.
			Disposición de botellas llenas sobre mesón.
			Etiquetado de botellas.
		Almacenado	Verificado de productos acabados.
			Traslado de productos acabados hacia el almacén de la farmacia.
	Disposición de productos acabados en estantes respectivos.		

Fuente: propia, junio de 2019.

1. 2 Modelo Físico del PPMT

Para ajustarse al mejoramiento tecnológico, el modelo físico del PPMT requiere cambios en los módulos de equipo y módulos de control que lo componen, debido a que ciertos módulos de equipo se eliminan, y otros se agregan, ver Tabla 9. En general, tanto la célula como las unidades se mantienen, pues su definición permanece. Para ilustrar los cambios que se hacen en el modelo físico, se utiliza un código de colores que indica los módulos de equipo que se mantienen, modifican o suprimen, ver Tabla 8.

Tabla 8. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.

Color	Convención
	Módulo de equipo se mantiene
	Módulo de equipo se modifica
	Módulo de equipo se suprime

Fuente: propia, junio de 2019

Tabla 9. Modelo Físico - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

CÉLULA	UNIDAD	MÓDULO DE EQUIPO	MÓDULO DE CONTROL
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Línea de Cosecha	Operario
			Machete en acero
			Costal
		Línea de Almacenamiento de material vegetal	Operario
			Línea de Preparación del fogón
		Línea de Acondicionamiento de material vegetal	Hacha en acero
			Operario
			Balanza mecánica
			Válvula manual de flujo de agua
		Destilación	Línea de Acondicionamiento de olla
	Base de olla (BO) de 150 L		
	Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L		
	Válvula manual de flujo de agua		
	Línea de Encendido del fogón		Operario
			Fogón
			Tapa metálica
	Línea de Acondicionamiento del sistema de refrigeración		Extractor de humo
			Operario
	Línea de Destilado		Válvula manual de flujo de agua
		Mangueras	
Operario			
Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L			
Filtro de tela			
Fogón			
Barra metálica			
Válvula manual			

	Almacenamiento	Línea de Envasado	de destilado (VD)
			Operario
			Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L
		Jarra plástica de 1 L	
		Línea de Almacenamiento de medicamentos	Operario

Fuente: propia, junio de 2019.

Actualización del Modelo Físico del PPMT

El modelo físico actualizado consta de 9 módulos de equipo y 37 módulos de control, ya que se introdujeron nuevos módulos de equipo para la etapa de envasado. Dichos módulos de equipo se denominan explícitamente, debido a que en sí consisten en un equipo o máquina, y no en un conjunto de operaciones manuales, ver Tabla 10.

Tabla 10. Modelo Físico actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Célula	Unidad	Módulo de Equipo	Módulo de Control
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Línea de Cosecha	Operario
			Machete en acero
			Costal
		Línea de Almacenamiento de material vegetal	Operario
		Línea de Acondicionamiento de material vegetal	Operario
			Balanza mecánica
	Válvula manual de flujo de agua		
	Operario		
	Destilación	Línea de Acondicionamiento de accesorios	Tapa y cuello de cisne
			Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L
			Válvula manual de flujo de agua
			Operario
		Chiller	Operario
			Mangueras
			Válvula manual de flujo de agua
		Hidrodestilador	Operario
			Tablero de control
			Válvula de suministro de gas
			Quemador de gas
			Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L
Válvula de salida de destilado			
Controlador de temperatura			
Indicador de presión			
Envasado	Lavador de botellas manual	Operario	
		Botellas	
		Inyector a presión	
	Llenadora semiautomática	Operario	
		Balde de líquido destilado (BLD) de 50 L	

			Prensa de tornillo
			Manguera
			Perilla de nivel de llenado
			Botón de encendido
			Perilla de velocidad de llenado
		Línea de almacenamiento	Operario

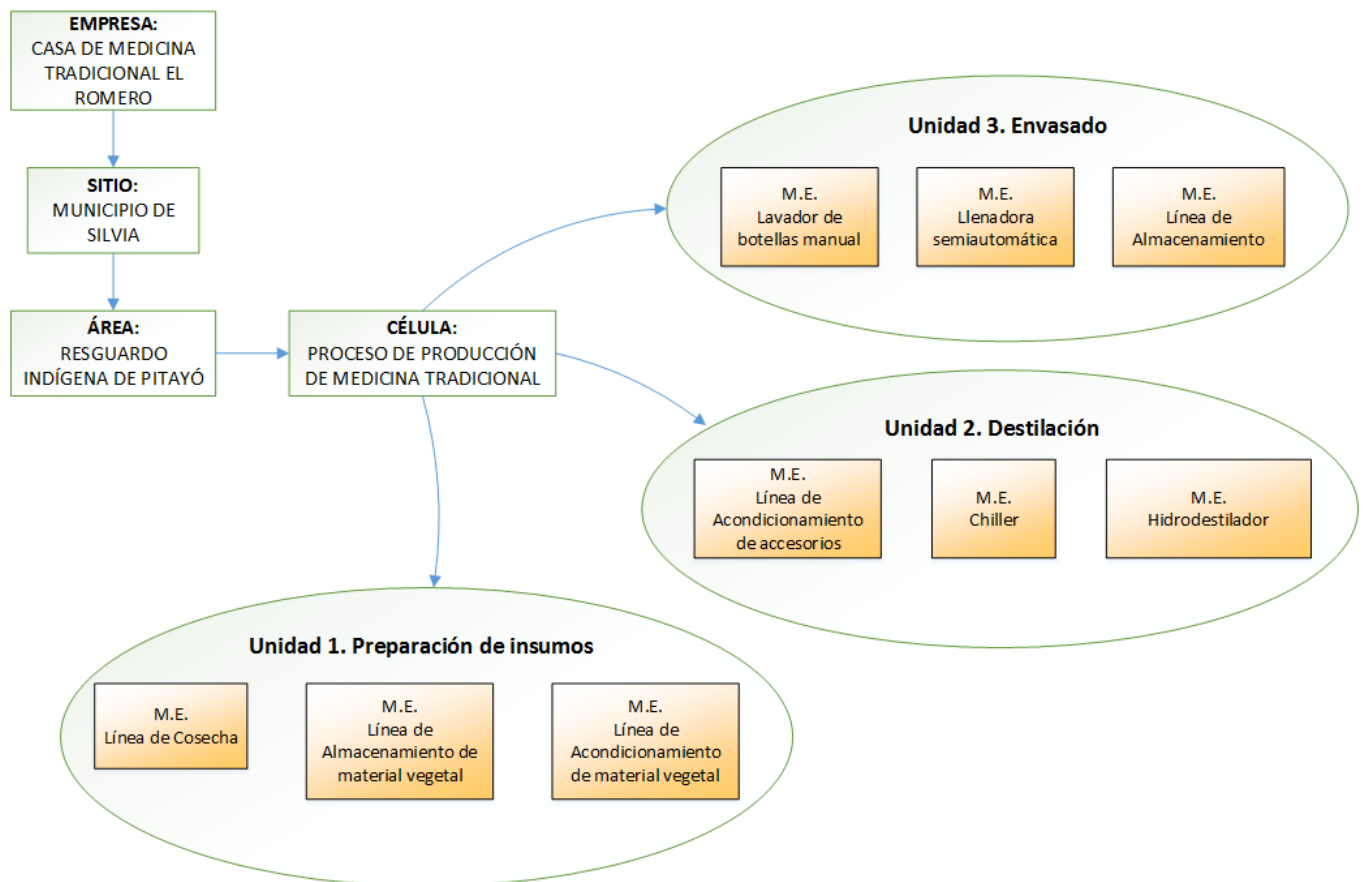
Fuente: propia, junio de 2019.

Representación gráfica del Modelo Físico PPMT.

Para una mayor comprensión del Modelo Físico del PPMT, se ilustra a continuación la representación gráfica de éste, abarcando los tres niveles superiores de la jerarquía, y sólo tres de los niveles inferiores, ver Figura 5.

Figura 5.

Figura 5. Representación gráfica del Modelo Físico actualizado del PPMT.



Fuente: propia, junio de 2019.

1. 3 Modelo de Control Procedimental del PPMT

Con el objetivo de ajustarse al mejoramiento tecnológico, el modelo de control procedimental del PPMT requiere cambios en las operaciones y las fases que lo componen, ver Tabla 12. En general, tanto el procedimiento, como el procedimiento de unidad se mantienen, pues su definición permanece. Para ilustrar los cambios que se hacen en el modelo de control procedimental original, se utiliza un código de colores que indica las operaciones y las fases que se mantienen, modifican o suprimen, ver Tabla 11.

Tabla 11. Convenciones para cambios en el modelo de proceso del PPMT.

Color	Convención
	Operación se mantiene
	Operación se modifica
	Operación se suprime

Fuente: propia, junio de 2019

Tabla 12. Modelo de Control Procedimental - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Procedimiento	Procedimiento de Unidad	Operación	Fase
Fabricación de medicamento para la hipertensión	Preparación de insumos	Cosechar	Observar y seleccionar plantas.
			Cortar plantas.
			Trasladar plantas.
		Almacenar material vegetal	Recibir plantas.
			Desplegar plantas en mesa de trabajo.
			Formar manojos.
			Colgar manojos en cuerdas.
		Preparar el fogón	Cortar leña.
			Suministrar primera carga de leña al fogón.
		Acondicionar material vegetal	Trasladar plantas al área de acondicionamiento.
			Ubicar plantas sobre mesón.
			Pesar cada tipo de planta.
			Lavar con agua.
	Partir tallos.		
	Dejar escurrir.		
	Acondicionar olla	Alistar componentes de la olla.	
		Lavar exterior de base de olla (BO).	
		Ubicar BO sobre el fogón.	
		Alinear válvula de destilación (VD) con balde de líquido destilado (BLD).	
Llenar BO con agua.			
Agregar plantas acondicionadas a BO.			
Colocar soporte interno (SI) dentro de BO.			
Ubicar recipiente interno de líquido			

	Destilación		condensado (RLC) sobre SI.
			Poner tapa a BO.
			Ubicar recipiente enfriador de agua (REA) sobre tapa de BO.
			Tapar fugas en empalmes de los componentes.
		Encender el fogón	Encender fogón con fósforos.
			Ventilar y atizar fuego con tapa metálica.
			Normalizar el fuego.
			Encender el extractor de humo.
		Acondicionar el sistema de refrigeración	Abrir llave de agua y llenar el recipiente enfriador de agua (REA).
			Instalar mangueras en el REA.
			Activar sistema de refrigeración.
		Destilar	Ubicar BLD debajo de VD.
			Poner filtro de tela a BLD.
		Inspeccionar temperatura de BO.	
		Inspeccionar potencia del fuego.	
		Agregar segunda carga de leña al fogón.	
		Acomodar leña en el fogón con barra metálica.	
		Verificar sistema de refrigeración.	
		Inspeccionar temperatura de BO y determinar si se debe abrir VD.	
		Abrir VD.	
	Llenar BLD.		
	Cerrar VD.		
Almacenamiento	Envasar	Trasladar BLD hacia área de envasado.	
		Ubicar BLD sobre mesón.	
		Extraer líquido destilado con jarra.	
		Llenar botellas.	
		Tapar botellas.	
		Ubicar botellas llenas sobre mesa.	
	Etiquetar botellas.		
Almacenar medicamentos	Trasladar medicamentos hacia el almacén de la farmacia.		
	Ubicar medicamentos en estantes respectivos.		

Fuente: propia, junio de 2019.

Actualización del Modelo de Control Procedimental del PPMT

El modelo de control procedimental actualizado a las mejoras tecnológicas propuestas consta de 10 operaciones y 57 fases, teniendo en cuenta las nuevas operaciones que se introdujeron en el procedimiento de unidad Envasado. Así mismo, se tienen en cuenta las nuevas fases que se deben realizar con el mejoramiento tecnológico propuesto, ver Tabla 13.

Tabla 13. Modelo de Control Procedimental actualizado - Proceso de Producción de Medicina Tradicional.

Procedimiento	Procedimiento de Unidad	Operación	Fase
Proceso de producción de medicina tradicional	Preparación de insumos	Cosechar	Observar y seleccionar plantas.
			Cortar plantas.
			Trasladar plantas.
		Almacenar material vegetal	Recibir de plantas.
			Desplegar plantas en mesa de trabajo.
			Formar manojos.
		Acondicionar material vegetal	Colgar manojos en cuerdas.
			Trasladar plantas al área de acondicionamiento.
			Ubicar plantas sobre mesón.
			Pesar cada tipo de planta.
			Lavar con agua.
		Destilado	Acondicionar accesorios
	Dejar escurrir.		
	Alistar componentes del equipo hidroddestilador.		
	Ubicar falso fondo en la base del hidroddestilador.		
	Adicionar agua al hidroddestilador.		
	Adicionar plantas acondicionadas al hidroddestilador.		
	Acondicionar el sistema de refrigeración		Tapar y ajustar el hidroddestilador.
			Ajustar el cuello de cisne al condensador.
			Instalar mangueras entre el condensador y el chiller.
	Destilar		Verificar el nivel de agua en el chiller.
			Encender chiller.
			Encender el tablero de control.
			Abrir la válvula de suministro de gas.
			Encender el quemador de gas.
			Ubicar el BLD a la salida del hidroddestilador.
			Abrir la válvula de salida de destilado.
			Inspeccionar la temperatura.
			Inspeccionar la presión.
		Verificar el sistema de refrigeración.	
		Inspeccionar el tiempo de destilación.	
		Verificar el volumen de destilado.	
	Limpieza y Sanitización	Dejar llenar el BLD.	
Cerrar la válvula de salida de destilado.			
Lavar pisos.			
Limpieza de mesones y estantes.			
Sanitizar botellas		Ubicar botellas no sanitizadas en mesones.	
Ensamblar lavador de botellas manual.			
Adicionar alcohol al lavador de botellas.			
Inyectar alcohol en botellas.			

	Envasado		Ecurrir botellas.
			Ubicar de botellas en mesón.
		Envasar medicamentos	Trasladar BLD hacia área de envasado.
			Ubicar BLD sobre mesón.
			Ensamblar llenadora semiautomática.
			Asegurar llenadora al mesón.
			Instalar manguera entre la llenadora y el BLD.
			Ajustar el nivel de llenado.
			Encender llenadora.
			Regular la velocidad de llenado.
			Llenar botellas.
			Tapar botellas.
			Ubicar botellas llenas sobre mesón.
		Almacenar	Etiquetar botellas.
			Verificar productos acabados.
			Trasladar productos acabados hacia el almacén de la farmacia.
Ubicar productos acabados en estantes respectivos.			

Fuente: propia, junio de 2019.

ANEXO E

PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA EL MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA “CASA DE MEDICINA TRADICIONAL EL ROMERO”.

1. RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

La “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, es una farmacia comunitaria ubicada en el Resguardo Indígena de Pitayó, corregimiento del municipio de Silvia, en el departamento del Cauca, que se dedica a la producción de medicamentos herbarios para el tratamiento de enfermedades como hipertensión arterial, diabetes, artritis, entre otras. Los principales usuarios de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero” son pacientes del Instituto Prestador de Salud Indígena (IPSI) “Totoguampa”, entidad que presta servicios de salud en las comunidades indígenas de Silvia, Piendamó y Totoró.

Las labores desarrolladas por los integrantes de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero” consisten en la transformación de plantas medicinales en medicamentos herbarios o productos fitoterapéuticos, mediante una técnica de destilación. Sin embargo, el proceso productivo actual presenta una serie de inconvenientes, los cuales se pretenden superar por medio de un mejoramiento tecnológico en las etapas más críticas del proceso, como lo son, la destilación y el envasado de los medicamentos herbarios. Así mismo, el mejoramiento tecnológico busca ofrecer una herramienta que posibilite estandarizar la producción, mediante la aplicación de una norma para la fabricación de lotes.

La “Casa de Medicina Tradicional El Romero” es ante todo, un espacio de integración y trabajo comunitario que permite construir tejido social. Entre sus trabajadores se encuentran mujeres y hombres de mediana y avanzada edad, quienes vienen desarrollando sus labores de forma voluntaria, desde hace cerca de 25 años, con el fin de producir medicamentos herbarios que propendan por mejorar la salud y el bienestar de la comunidad. Por otra parte, el uso tradicional de plantas medicinales para el cuidado de la salud, es algo que se conserva en las recetas de los medicamentos elaborados.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para muchos millones de personas, los tratamientos a base de hierbas, los tratamientos tradicionales y las prácticas de las medicinas tradicionales representan la principal fuente de atención sanitaria, y a veces la única [3]. Uno de los objetivos de la Estrategia de la OMS

sobre medicina tradicional 2014-2023, es que los Estados Miembro promuevan la utilización segura y eficaz de la medicina tradicional a través de la reglamentación y la investigación, así como mediante la incorporación de productos, profesionales y prácticas en los sistemas de salud [3].

Un mejoramiento tecnológico del proceso productivo de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero” podría ayudar a elevar la calidad de los medicamentos herbarios, y procurar una producción uniforme. Con ello, se facilitaría el acceso a un registro sanitario, lo que permitiría, a su vez, abrirse a nuevos mercados y, en caso de éxito, mejorar los ingresos de la organización.

La presente propuesta de mejoramiento tecnológico ofrece la posibilidad de mantener la producción de medicamentos herbarios a partir de plantas medicinales, pero sustituyendo la fuente energética utilizada hasta el momento, leña, en razón de los perjuicios a la salud que éste combustible genera en los trabajadores. Otro factor de mejora del proceso productivo, es la introducción de un módulo de equipo destilador, para el procesamiento de las materias primas, el cual tendrá implementado un sistema de control automático de temperatura, que permitirá el funcionamiento óptimo del equipo y la obtención de productos de mayor calidad. Finalmente, para la etapa de envasado de los medicamentos herbarios, se propone una máquina llenadora semiautomática, que facilitará el trabajo relacionado a ésta etapa, además de brindar condiciones de higiene adecuadas.

La implementación de la propuesta de mejoramiento tecnológico, estará a cargo de un profesional de la ingeniería en automatización industrial, o afines, y de un técnico o tecnólogo en construcción metalmeccánica, quienes se encargarán del desarrollo adecuado del proyecto, abarcando la supervisión y control del mismo, así como la instalación y puesta en marcha de los módulos de equipo y la instrumentación requerida para dar cumplimiento a la presente propuesta.

2. SOLUCIÓN PROPUESTA

La presente propuesta de mejoramiento tecnológico del proceso de producción de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, consiste en la fase de Implementación de un proyecto de ingeniería, esto es, la aplicación de los estudios de Ingeniería Conceptual y Básica, correspondientes a la fase de Diseño. Dichos estudios, una vez realizados, permitieron definir los requerimientos del proceso actual y establecer la base técnica de la solución propuesta.

2. 1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución propuesta consiste, en primer lugar, en la disposición de los módulos de equipo seleccionados, de acuerdo al plano de distribución de planta elaborado. En segundo lugar, se considera el montaje de los instrumentos de control, así como la elaboración de sus respectivas conexiones, y el armado del tablero de control. Para ello se cuenta con el diagrama de Lazo de Control, el cual proporciona información detallada acerca de las conexiones entre los instrumentos de control y los módulos de equipo presentes en la planta. El sistema de control propuesto, consiste en un lazo de control realimentado para la variable temperatura, presente en el interior del equipo destilador, y como escenario de automatización se opta por uno tipo *stand-alone*, en razón de que éste escenario se ajusta a las características del proceso: uso de instrumentos especializados y simples, comunicados por una señal de corriente o voltaje.

3. LISTA DETALLADA DE EQUIPOS

Para la implementación de la propuesta de mejoramiento tecnológico, se precisa de los siguientes módulos de equipo, instrumentos de control y accesorios, que permitan el montaje y puesta en marcha de la planta de producción mejorada de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, ver Tabla 1.

Tabla 14. Lista detallada de equipos.

Equipos	Etiqueta
Destilador de aceites esenciales 300L, Inoximexico	HD
Chiller, Water Chiller ½ hp, Penguin Chillers	Ch
Bomba de agua 500 gph, Penguin Chillers	Pump
Llenadora semiautomática, Enolmatic	Env
Instrumentos de control	
Controlador de temperatura, Autonics TK4S	TC1
Válvula de gas motorizada, Asco 8290CP3V0X	FV1
Termocupla tipo T con termopozo 50 cm, Termocuplas S.A.	TE1
Fuente de voltaje 24 VDC, Autonics SPB-060-24	F24V
Regulador con manómetro, para cilindro GLP	IP1
Alarma de pérdida de llama	BC
Accesorios	
Cable termocupla tipo T GG-T-20-SB, Omega	-
Cable de control 2x18 AWG, Centelsa	-

Cable de alimentación 2x18 AWG, Centelsa	-
Cofre para tablero de control, Palazzoli	-
Riel DIN 15	-
Borneras	-
Varios	-

Fuente: propia, julio de 2019.

4. RESPONSABILIDADES

4. 1. RESPONSABILIDAD DEL OFERTANTE

Las responsabilidades que asume el ofertante de la presente propuesta de mejoramiento tecnológico del proceso de producción de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, se relacionan con el cronograma de actividades, el alcance de los servicios de ingeniería, la documentación que reúne la información técnica del proyecto, los servicios no cubiertos, entre otros. Dichas responsabilidades se detallan a continuación.

4. 1. 2. Servicios de ingeniería.

Los servicios de ingeniería que contiene la presente propuesta, corresponden a la fase de Implementación del proyecto de automatización, y se organizan de acuerdo a la Lista de Actividades planeada para el desarrollo del proyecto (ver Tabla 2). Con base en ésta lista se define el Cronograma de Actividades (ver Tabla 3), el cual distribuye la ejecución de las actividades en el plazo de entrega.

Tabla 15. Lista de Actividades.

	Actividades	Descripción
1	Disposición de equipos	De acuerdo al plano de distribución de planta elaborado, ubicar los módulos de equipo.
2	Armar tablero de control	De acuerdo al diseño establecido en el Diagrama de Lazo, armar el tablero de control.
3	Adaptaciones mecánicas	Realizar las adaptaciones mecánicas requeridas: instalación de tubería de gas para la válvula.
4	Sintonización del controlador	Sintonizar el controlador de temperatura de acuerdo a la arquitectura de control establecida.
5	Ajuste de válvula motorizada	Instalación y ajuste de la válvula

		motorizada.
6	Pruebas de funcionamiento	Desarrollo de pruebas de funcionamiento, del resultado de las pruebas se define el aval para realizar el arranque del sistema.
7	Arranque del sistema	Ejecutar una prueba piloto: procesar un lote de medicamentos.
8	Validación del sistema	Desarrollar pruebas de aceptación de la solución instalada.
9	Documentación del sistema	Realizar la documentación del sistema y los entregables al cliente.
10	Capacitación del cliente en el uso del sistema	Se realizará una capacitación a los trabajadores de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero” acerca del uso de los equipos instalados.
11	Actividades administrativas y Comerciales	Definir el flujo de caja durante la ejecución y entrega del proyecto.

Fuente: modificada de [1], julio de 2019

Tabla 16. Cronograma de Actividades.

Actividad	Duración (Días)	Días											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	X											
2	2		X	X									
3	2			X	X								
4	2					X	X						
5	1							X					
6	1								X				
7	1									X			
8	1										X		
9	6					X	X	X	X	X	X		
10	1											X	
11	1												X

Fuente: propia, julio de 2019

4. 1. 3. Documentación a entregar

La documentación que se entregará al cabo de la implementación de la propuesta de mejoramiento tecnológico, constará de manuales de funcionamiento de los

módulos de equipo instalados, hojas de especificaciones de los instrumentos de control, y diagrama de conexiones.

4. 1. 4. Alcance de la propuesta

El alcance de la presente propuesta de mejoramiento tecnológico está enmarcado por la Lista de Actividades y el Cronograma de Actividades. Teniendo en cuenta lo anterior, cualquier cambio o actividad por fuera del alcance aprobado, será inmediatamente identificado por el equipo de trabajo.

Cuando un cambio en el alcance del proyecto sea identificado, se deberá realizar una reestructuración del alcance, un nuevo Cronograma de Actividades, y un estimado de costos. Para proteger la integridad del proyecto desde ambas perspectivas, en caso de un cambio o alteración en el cronograma, así como en los costos, sólo con una aceptación por escrito, por parte del cliente, se dará inicio a la implementación del cambio identificado.

4. 1. 5. Definición de actividades de Inicio

Las actividades de inicio para la implementación de la propuesta de mejoramiento tecnológico se definen en una Reunión de Arranque, en la cual se establecen y socializan los siguientes puntos:

4. 1. 6. Participantes por parte del ofertante

La presente propuesta de mejoramiento tecnológico involucra a un (1) profesional en ingeniería automática, o afín, y a un (1) técnico o tecnólogo en construcción metalmecánica, quienes serán los encargados de la implementación del proyecto. En adelante serán denominados “ingeniero y técnico”.

4. 1. 7. Cronograma de actividades

El Cronograma de Actividades consta de doce (11) actividades, distribuidas en un plazo de diez (12) días, para la ejecución de la Lista de Actividades. Al cabo de dicho plazo se entregará la implementación de la presente propuesta.

4. 1. 8. Alcance

El alcance de la presente propuesta de mejoramiento tecnológico se limita a la ejecución de la Lista de Actividades, en los tiempos que indica el Cronograma de Actividades. De ésta manera se identifican las labores que deben realizar los participantes por parte del ofertante, es decir, ingeniero y técnico, para cumplir con el desarrollo del proyecto. Ninguna actividad por fuera de la Lista de Actividades se considera responsabilidad de los participantes por parte del ofertante. Una vez

el alcance del proyecto sea aprobado por las partes involucradas, se puede proceder a las legalizaciones de rigor necesarias.

4. 1. 9. Aspectos no definidos en la oferta

En la presente propuesta, no se incluyen los gastos de importación de algunos equipos e instrumentos, ni los costos asociados al envío de éstos hasta las instalaciones de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”. El transporte de todos los elementos detallados en la Tabla 3, corre por cuenta del cliente y es un rubro que no se contempla en la presente propuesta.

4. 1. 10. Canal de comunicación

El canal de comunicación durante la ejecución y entrega del proyecto se establece entre el ingeniero participante por parte del ofertante, y la Junta Directiva de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, ya sea de forma verbal o escrita.

4. 1. 11. Servicios no cubiertos

Dentro de la presente propuesta de mejoramiento tecnológico, no se cubren los siguientes servicios:

1. Adecuaciones estructurales en las instalaciones de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”.
2. Transporte de todos los elementos requeridos hasta las instalaciones de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”.
3. Montaje o reparación de instalaciones eléctricas.

Con base en éstos servicios, se podrá tener un sustento formal de las actividades que podrían ser consideradas como adicionales dentro de la ejecución del proyecto, esto facilitaría una negociación de costos por concepto de adicionales.

4. 2. RESPONSABILIDADES DEL CLIENTE

Se establecen los compromisos comerciales, técnicos y de logística, que son responsabilidad del cliente para facilitar y lograr el cumplimiento del alcance del proyecto, así como la ejecución de las actividades del cronograma de trabajo.

4. 2. 1. Personal de apoyo

Se considera necesaria la participación de personal de apoyo durante la ejecución del proyecto. Este se conformará de acuerdo a las áreas de trabajo del proyecto:

- Para la actividad de disposición de equipos, se requiere de personal de apoyo que participe en el descargue y ubicación de los equipos adquiridos en las instalaciones de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”.
- Para las actividades que involucren instalaciones eléctricas, se requiere de personal de apoyo capacitado que realice el montaje, modificación, o reparación de las mismas.

4. 2. 2. Mantenimiento y utilización del sistema

Es importante que el cliente asuma las responsabilidades de uso del sistema objeto del mejoramiento tecnológico propuesto. Dichas responsabilidades se detallan a continuación:

- Los trabajadores de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero” deben asistir a la capacitación acerca del uso de los equipos instalados, que se les proporcionará con el fin de instruirlos en el manejo y la operación correcta de los mismos. Esta capacitación se contempla en la Actividad 11 de la Lista de Actividades.
- Los módulos de equipo se deben operar bajo las condiciones normales de trabajo que indican sus fabricantes, respetando las funciones para las que han sido diseñados, sus capacidades y tiempos de funcionamiento.
- El cliente debe realizar un mantenimiento periódico de los equipos con el fin de preservar el estado de los mismos. En caso de requerirse, el cliente debe encargar ésta labor a un personal capacitado.
- En caso de observarse anomalías en el sistema, así como en el funcionamiento de algún componente del mismo, el cliente debe procurar una revisión técnica que permita diagnosticar y solucionar el problema.
- El cliente se compromete a utilizar el sistema siguiendo estrictamente las recomendaciones hechas por el personal que desarrollará el proyecto.

5. Programación y Plazo

Para proceder a la fase de ejecución del proyecto, es indispensable la aprobación de la presente propuesta de mejoramiento tecnológico por parte del cliente y el respectivo desembolso del anticipo para la compra de equipos.

Es importante aclarar que, la fase de ejecución del proyecto inicia con la solicitud de compra de los equipos requeridos, y las correspondientes consignaciones bancarias, por parte del ofertante. Sin embargo, para dar comienzo al desarrollo de la Lista de Actividades, en los plazos del Cronograma de Actividades, se debe considerar, como mínimo, un plazo correspondiente al tiempo de fabricación y de

envío del equipo Destilador, el cual equivale a 11 semanas. Lo anterior en razón de que por sus características, es el equipo más difícil de adquirir.

Por otra parte, de acuerdo a la Lista de Actividades (ver Tabla 2) y al Cronograma de Actividades (ver Tabla 3), se establece un plazo de 12 días para la ejecución y entrega final del proyecto. Sin embargo, el desarrollo de las actividades estipuladas está sujeto a imprevistos, los cuales, a su vez, pueden afectar el Cronograma de Actividades. Se considera que las actividades relacionadas con las adaptaciones mecánicas necesarias (Actividad 3), las pruebas, arranque y validación del sistema (Actividades 6, 7, y 8), pueden ser susceptibles de imprevistos. En caso de presentarse alguno, los participantes por parte del ofertante, informarán y explicarán la situación a la Junta Directiva de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, quien podrá conceder hasta cinco días de extensión del plazo para la entrega final del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto, es necesario el permiso por parte de la Junta Directiva de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, para que los participantes por parte del ofertante, es decir, el ingeniero y técnico, puedan acceder a sus instalaciones y trabajar en ellas, hasta la culminación de todas las actividades previstas.

5. 1. Supuestos, aclaraciones y excepciones

En primer lugar, se supone que el cliente debe proporcionar las instalaciones en donde se desarrollará el proyecto, en condiciones óptimas, que permitan la plena ejecución de las actividades establecidas.

En segundo lugar, se aclara que los costos de transporte de los equipos detallados en la Tabla 3, hasta las instalaciones de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”, los asumirá el cliente y no el ofertante. Por ésta razón dichos costos de transporte no se contemplan en la presente propuesta.

En tercer lugar, se aclara que para la ejecución de las actividades previstas en la Lista de Actividades, los participantes por parte del ofertante, ingeniero y técnico, trabajarán únicamente en días hábiles.

Por último, se exceptúa de responsabilidad al ingeniero y técnico, de la realización actividades que no se encuentren definidas en la Lista de Actividades, y que no se deban a imprevistos relacionados con las actividades señaladas de ser susceptibles de éste tipo de contratiempos.

Estas aclaraciones están sujetas a cambios durante la aprobación de la propuesta Técnico y Económica. Una vez se genere la orden de compra respectiva se da por

sentado la aceptación de todos los supuestos, aclaraciones y excepciones descritas y formalizadas en este numeral.

6. Información Comercial

En éste apartado se presenta el Estudio de Costos de la propuesta de mejoramiento tecnológico de la “Casa de Medicina Tradicional El Romero”.

6. 1. Inversión

La inversión requerida para la implementación de la presente propuesta, contempla, por una parte, la adquisición de los elementos detallados a continuación.

Tabla 17. Costo de Elementos.

Equipos	Precio
Destilador de aceites esenciales 300L, Inoximexico	\$28.229.485*
Chiller, Water Chiller ½ hp, Penguin Chillers	\$13.033.646*
Bomba de agua 500 gph, Penguin Chillers	\$ 254.900*
Llenadora semiautomática, Enolmatic	\$1.676.616
Instrumentos de control	
Controlador de temperatura, Autonics TK4S	\$301.070
Válvula de gas motorizada, Asco 8290CP3V0X	\$1.637.540**
Termocupla tipo T con termopozo 50 cm, Termocuplas S.A.	\$261.800**
Fuente de voltaje 24 VDC, Autonics SPA-050-24	\$170.170
Regulador con manómetro, para cilindro GLP	\$190.000
Accesorios	
Cable termocupla tipo T GG-T-20-SB, x 7 m, Omega	\$12.460
Cable de control 2x18 AWG, x 5 m, Centelsa	\$13.540
Cable de alimentación 2x18 AWG, x 5 m, Centelsa	\$13.540
Cofre para tablero de control, Palazzoli	\$653.191
Riel DIN 15	\$64.900
Borneras 32 A / 750 V, x 6 unidades	\$7.260
Varios	\$200.000
Costo total de elementos:	\$46.720.118

Fuente: propia, julio de 2019

*Precio aproximado incluyendo envío internacional y costos de importación

**Precio de venta, no incluye envío nacional

Los precios detallados en la Tabla 4, están expresados en pesos colombianos (COP), incluyen I.V.A., y corresponden a la oferta del mercado en mes de julio del año 2019.

6. 2. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Con base en el Costo de Elementos (ver Tabla 4), las actividades establecidas representadas en horas laborales, y el costo de los honorarios del ingeniero y técnico, para la ejecución de las actividades, se realizó el cálculo del Costo Total del proyecto, el cual es de millones de pesos m/cte. \$ (COP), al mes de julio de 2019.

Los detalles del Costo Total del proyecto se pormenorizan en el *Anexo Digital F: RESUMEN FINANCIERO*.

6. 3. GASTOS

Es importante mencionar, que cualquier gasto adicional al costo total del proyecto, cuya causa sea ajena al ofertante, será tratado como un gasto por fuera del alcance y el cliente debe asumir la responsabilidad económica del mismo. Lo anterior, con el objetivo de formalizarlo como acuerdo legal, ya que de lo contrario, los gastos podrían ser solventados del costo total del proyecto.

6. 4. PROGRAMACIÓN DE FACTURACIÓN

Los plazos de facturación se definen de la siguiente manera:

1. Una vez aprobada la presente propuesta de mejoramiento tecnológico, el cliente debe consignar al ofertante, un anticipo equivalente al Costo de Elementos, en un plazo no mayor a 15 días hábiles.
2. Una vez se hayan adquirido todos los elementos requeridos, el ofertante podrá iniciar la ejecución las actividades establecidas. Para ello, el cliente debe consignar al ofertante, la mitad del monto correspondiente al costo de los honorarios del ingeniero y técnico, en un plazo no mayor a 10 días hábiles.
3. Una vez finalizada la ejecución del proyecto, en el plazo establecido, el cliente procederá a consignar el monto restante, correspondiente al costo de los honorarios de los trabajadores, en un plazo no mayor a 10 días hábiles.

BIBLIOGRAFÍA

[1] The Instrumentation, Systems, and Automation Society, ISA. "ANSI/ISA-88.01-1995, Batch Control, Part 1: Models and Terminology". Carolina del Norte, Estados Unidos de América, octubre de 1995. pp. 11.

[2] A. González. "Obtención de aceites esenciales y extractos etanólicos de plantas del amazonas". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Departamento de Ingeniería Química, Colombia, abril, 2004. pp. 5.

[3] Organización Mundial de la Salud. "Estrategias de la OMS sobre medicina tradicional 2014 - 2023". Hong Kong, China, 2013. pp. 15.