

**ANEXOS – DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO  
DE CAFÉ DE LA PLANTA DE SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. UBICADA EN EL  
MUNICIPIO DE CAJIBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**LISETH NATALIA VALENCIA ALEGRÍA  
VICTORIA EUGENIA HURTADO SARASTI**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Popayán, Octubre de 2015**

**ANEXOS – DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO  
DE CAFÉ DE LA PLANTA DE SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. UBICADA EN EL  
MUNICIPIO DE CAJIBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

**LISETH NATALIA VALENCIA ALEGRÍA  
VICTORIA EUGENIA HURTADO SARASTI**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ingeniería Electrónica y  
Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención del título de:

**Ingeniero en Automática Industrial**

Director: Ing. Ermilso Díaz Benachí  
CoDirector: Ing. Oscar Amaury Rojas A.

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Popayán, Octubre de 2015**

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> _____	5
<b>LISTA DE TABLAS</b> _____	7
<b>Anexo A.</b> MODELO DE PERSONAL, ISA-95 _____	8
<b>Anexo B.</b> CONCEPTUALIZACIÓN MATRIZ DE VESTER PARA SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE MODELADO. _____	10
<b>Anexo C.</b> IDEF0. _____	13
C.1 Vista General IDEF0 _____	13
C.2 Sintaxis, Reglas de sintaxis y Semántica _____	13
C.3 Diagramas en IDEF0 _____	16
C.3.1 Tipos de diagrama gráficos _____	16
C.3.2 Combinaciones de flechas _____	17
C.3.3 Información inicial _____	18
C.3.4 Información de soporte _____	18
<b>Anexo D.</b> REDES DE PETRI DE WORKFLOW (WF-Net). _____	19
D.1 Workflow _____	19
D.2 Redes de Petri (RdP) _____	20
D.3 WorkFlow en RdP (WF-Net) _____	21
D.3.1 Secuencias de Enrutamiento y Bloques de Construcción _____	21
D.3.2 Tipos de disparadores _____	23
<b>Anexo E.</b> PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO. _____	24
<b>Anexo F.</b> CUESTIONARIO PARA REALIZAR LA RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN ACERCA DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ. _____	37

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo G.</b> IDENTIFICACIÓN DE LOS CARGOS Y DE LOS RECURSOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES EN LA EMPRESA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. _____	38
<b>Anexo H.</b> MODELO DE CADENA DE VALOR DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. __	42
<b>Anexo I.</b> MODELADO ESTRUCTURAL DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. __	49
I.1 Flujos de información _____	49
<b>Anexo J.</b> MODELADO DINÁMICO DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A. __	71
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> _____	89

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura A.1</b> Modelo de personal, según ISA-95. _____	8
<b>Figura B.1.</b> Tabla representativa de la matriz de Véster. _____	10
<b>Figura B.2.</b> Representación gráfica de matriz de Véster en plano cartesiano, con su respectiva interpretación. _____	12
<b>Figura C.1.</b> Representación de una actividad o función. _____	14
<b>Figura C.2.</b> Caja típica en IDEF0. _____	14
<b>Figura C.3.</b> Tipos de Flechas. _____	15
<b>Figura C.4.</b> Jerarquía de diagramas en IDEF0. _____	17
<b>Figura D.1.</b> Red de Petri Estándar. _____	20
<b>Figura D.2.</b> Enrutamiento secuencial. _____	22
<b>Figura D.3.</b> Estructuras WF-Net _____	22
<b>Figura D.4.</b> Disparadores “Trigger”. _____	23
<b>Figura H.1</b> Cadena de valor para la producción de café de alta calidad de la empresa Supracafé Colombia S.A. _____	44
<b>Figura H.2</b> Cadena de valor para el proceso de cultivo y sostenimiento de café. _____	45
<b>Figura H.3</b> Cadena de valor para el subproceso de selección de variedades. _____	45
<b>Figura H.4</b> Cadena de valor para el subproceso de Producción y recepción de semillas. _____	45
<b>Figura H.5</b> Cadena de valor para el subproceso de Viveros. _____	46
<b>Figura H.6</b> Cadena de valor para el subproceso de Siembra. _____	46
<b>Figura H.7</b> Cadena de valor para el subproceso de preparación, trazo y ahoyado del terreno. _____	46
<b>Figura H.8</b> Cadena de valor para el subproceso de Siembra y levante. _____	47
<b>Figura H.9</b> Cadena de valor para el subproceso de Resiembra de árboles. _____	47
<b>Figura H.10</b> Cadena de valor para el subproceso de Manejo de Cultivo. _____	47
<b>Figura H.11</b> Cadena de valor para el Subproceso de Fertilización. _____	48
<b>Figura H.12</b> Cadena de valor para el Subprocesos de control y seguimiento fitosanitario. _____	48
<b>Figura I.1</b> Diagrama IDEF0 (ABC0) para el proceso de cultivo y sostenimiento de café. _____	57
<b>Figura I.2</b> Diagrama IDEF0 (B0) para las etapas del proceso de cultivo y sostenimiento de café. _____	58
<b>Figura I.3</b> Diagrama IDEF0 (B1) para la etapa de cultivo de café. _____	59
<b>Figura I.4</b> Diagrama IDEF0 (B2) para la etapa de sostenimiento de café. _____	60

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

<b>Figura I.5</b> Diagrama IDEF0 (B11) para el subproceso de selección de variedades de semilla de café. _____	61
<b>Figura I.6</b> Diagrama IDEF0 (B12) para el subproceso de producción y recepción de semillas de café. _____	62
<b>Figura I.7</b> Diagrama IDEF0 (B13) para el subproceso de viveros. _____	63
<b>Figura I.8</b> Diagrama IDEF0 (B14) para el subproceso de siembra. _____	64
<b>Figura I.9</b> Diagrama IDEF0 (B141) para el subproceso de preparación, trazo y ahoyado del terreno. _____	65
<b>Figura I.10</b> Diagrama IDEF0 (B142) para el subproceso de siembra y levante. _____	66
<b>Figura I.11</b> Diagrama IDEF0 (B143) para el subproceso de resiembra de árboles de café. _____	67
<b>Figura I.12</b> Diagrama IDEF0 (B21) para el subproceso de manejo de cultivo. _____	68
<b>Figura I.13</b> Diagrama IDEF0 (B212) para el subproceso de fertilización. _____	69
<b>Figura I.14</b> Diagrama IDEF0 (B213) para el subproceso de control y seguimiento fitosanitario. _____	70
<b>Figura J.1</b> Modelo WF-Net de las etapas del proceso de cultivo y sostenimiento de café. _____	71
<b>Figura J.2</b> Modelo WF-Net de la etapa de cultivo. _____	71
<b>Figura J.3</b> Modelo WF-Net del subproceso de selección de variedades de semilla. _____	72
<b>Figura J.4</b> Modelo WF-Net del subproceso de producción y recepción de semillas de café. _____	73
<b>Figura J.5</b> Modelo WF-Net del subproceso de viveros. _____	75
<b>Figura J.6</b> Modelo WF-Net del subproceso de siembra. _____	77
<b>Figura J.7</b> Modelo WF-Net del subproceso para preparación, trazo y ahoyado del terreno. _____	78
<b>Figura J.8</b> Modelo WF-Net del subproceso de siembra y levante. _____	80
<b>Figura J.9</b> Modelo WF-Net del subproceso de resiembra. _____	81
<b>Figura J.10</b> Modelo WF-Net de la etapa de sostenimiento. _____	83
<b>Figura J.11</b> Modelo WF-Net del subproceso de fertilización. _____	85
<b>Figura J.12</b> Modelo WF-Net del subproceso de control y seguimiento fitosanitario. _____	87

## LISTA DE TABLAS

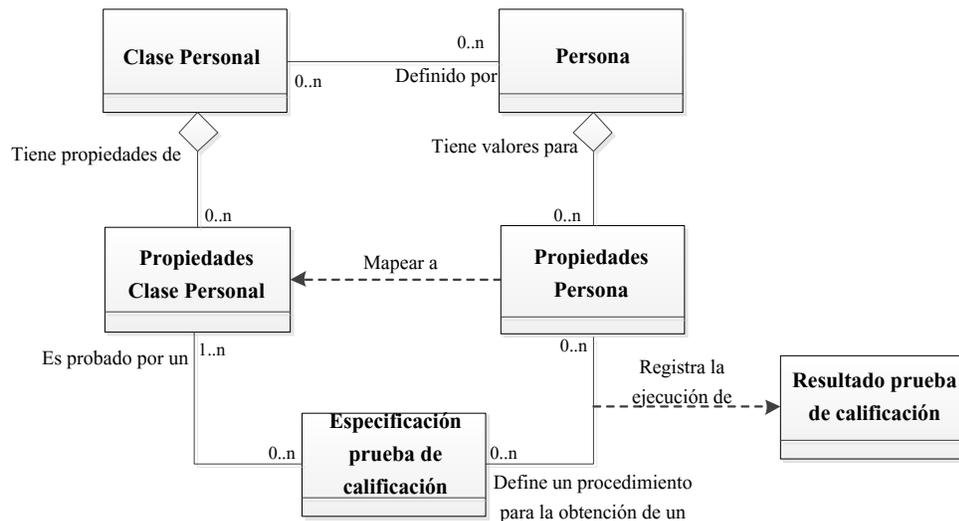
	Pág.
<b>Tabla B.1.</b> Escala de ponderaciones de Véster. _____	11
<b>Tabla E.1</b> Etapa 1. Selección del objeto del diagnóstico. _____	27
<b>Tabla E.2</b> Etapa 2. Descripción de la situación y desarrollo. _____	29
<b>Tabla E.3</b> Etapa 3. Prueba de diagnóstico. _____	33
<b>Tabla E.4</b> Etapa 4. Análisis. _____	34
<b>Tabla E.5.</b> Etapa 5. Síntesis. _____	35
<b>Tabla E.6.</b> Etapa 6. Socialización. _____	36
<b>Tabla G.1</b> Perfiles identificados para el proceso de cultivo y sostenimiento de café. _____	38
<b>Tabla G.2</b> Herramientas utilizadas por cada uno de los cargos pertenecientes al proceso caso de estudio. _____	41
<b>Tabla H.1</b> Glosario referente al sector cafetero. _____	42
<b>Tabla I.1</b> Interpretación de los flujos de información para la etapa de cultivo. _____	51
<b>Tabla I.2</b> Interpretación de los flujos de información para la etapa de sostenimiento. _____	55
<b>Tabla J.1</b> Nomenclatura asociada al WF-Net de la etapa de cultivo. _____	71
<b>Tabla J.2</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de selección de variedades de semilla. _____	72
<b>Tabla J.3</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de producción y recepción de semillas de café. _____	74
<b>Tabla J.4</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de viveros. _____	76
<b>Tabla J.5</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de siembra. _____	77
<b>Tabla J.6</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso para preparación, trazo y ahoyado del terreno. _____	79
<b>Tabla J.7</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de siembra y levante. _____	80
<b>Tabla J.8</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de resiembra. _____	82
<b>Tabla J.9</b> Nomenclatura asociada al WF-Net de la etapa de sostenimiento. _____	84
<b>Tabla J.10</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de fertilización. _____	86
<b>Tabla J.11</b> Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de control y seguimiento fitosanitario. _____	88

## Anexo A.

### MODELO DE PERSONAL, ISA-95

La idea general de este modelo, es realizar una agrupación de los recursos humanos por clases que comparten habilidades y aptitudes similares (propiedades de la clase), en aras de ser flexibles en la programación y planificación del personal en las tareas empresariales. Cada clase posee un conjunto de propiedades que categorizan a las personas por “Roles”, también, las personas se identifican como una unidad para facilitar los procesos de evaluación de rendimiento, y si es el caso, reubicarlos en un nuevo agente organizacional (clase personal).

**Figura A.1** Modelo de personal, según ISA-95.



**Fuente:** Tomado y modificado de [1].

ISA en su estándar ANSI/ISA-95 parte 3 “Modelos de actividad de administración de operaciones de manufactura” [2] abarca la “Administración de recursos de producción” en el cual se definen las actividades encargadas del manejo de información acerca de los recursos necesarios para las operaciones de producción, dichos recursos se definieron en la parte 1 del estándar ISA-95 [1]. Una actividad en la administración de recurso es la administración de información acerca de recurso de personal, en la cual se incluye información como niveles de certificación,

manejo de disponibilidad de recursos de personal y seguimiento del tiempo invertido en la realización de tareas, siendo una actividad importante para la identificación de roles, ya que esta información no sólo la maneja el área de manufactura, sino también de recursos humanos. Otro aspecto que se considera es el nivel de administración de habilidad, donde cada miembro del personal posee habilidades reconocidas a través de los resultados expuestos por pruebas de calificación, proporcionando el ajuste de personal en distintas áreas; correspondientes al entorno en que mejor se desempeñen y puedan ejecutar satisfactoriamente sus labores. Es decir, que “esto definirá un perfil de habilidad utilizado por la administración de recursos de producción para permitir el envío del personal calificado a cada actividad de producción específica” [2] .

## Anexo B.

### CONCEPTUALIZACIÓN MATRIZ DE VESTER PARA SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE MODELADO.

La matriz de Véster fue desarrollada por el alemán Frederic Véster, como una técnica que facilita la identificación y determinación de las causas y consecuencias de una situación problemática. Por tanto, de acuerdo al enfoque bajo el cual fue creada, la Matriz de Véster presenta la ventaja de permitir identificar problemas, aportando los elementos suficientes de relaciones causa-efecto entre los factores y problemas bajo análisis, para llegar a la detección de problemas críticos y sus respectivas consecuencias, y posteriormente poder determinar cuáles son las causas que requieren mayor atención, para establecer alternativas de corrección, prevención y control.

La matriz relacional de análisis estructural o matriz de Véster, es una herramienta que permite mostrar las interacciones de influencia y dependencia existentes entre determinadas variables. La influencia indica el grado en que una variable afecta a otra, y la dependencia se refiere al nivel en que una variable es afectada por cada una de las demás [3].

**Figura B.1.** Tabla representativa de la matriz de Véster.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	TOTAL INFLUENCIA
A	■													0
B		■												0
C			■											0
D				■										0
E					■									0
F						■								0
G							■							0
H								■						0
I									■					0
J										■				0
K											■			0
L												■		0
M													■	0
TOTAL DEPENDENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Fuente:** Tomado de [4]

Para aplicar el método de la matriz de Véster se emplea la escala de Véster ajustada en 1997, la cual define el nivel de Causalidad de cada criterio y es utilizada para identificar las causas y efectos y sus relaciones.

**Tabla B.1.** *Escala de ponderaciones de Véster.*

VALOR	DESCRIPCIÓN
0	No tiene relación directa entre el primer y el segundo problema.
1	Existe una influencia débil entre el primer y el segundo problema.
2	Existe una influencia mediana entre el primer y el segundo problema.
3	Existe una influencia fuerte entre el primer y el segundo problema.

**Fuente:** Tomado y modificado de [5].

En la matriz de Véster se ubican los problemas detectados en sentido horizontal y vertical, en un mismo orden.

El proceso de llenado de la matriz de Véster es el siguiente:

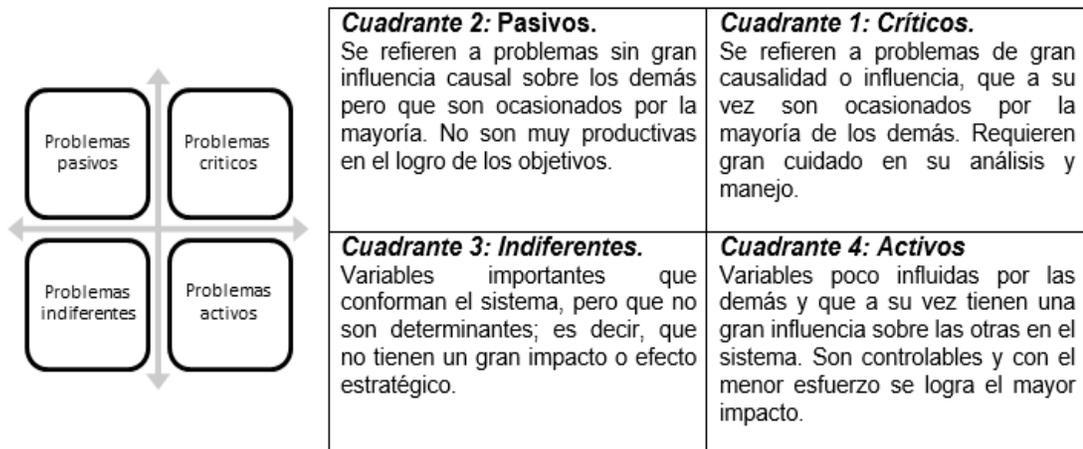
1. Elaborar una lista de problemas previamente determinados, asignándoles una identificación alfabética o numérica sucesiva.
2. Conformar la matriz de acuerdo a los problemas respectivos, tanto en filas como en columnas, teniendo en cuenta la identificación asignada en el paso anterior.
3. Asignar una valoración de acuerdo a la escala de ponderación de Véster, según merezca cada problema (ver
- 4.
- 5.
6. **Tabla B.1).**

Es importante aclarar que las celdas correspondientes a la diagonal principal de la matriz de Véster deben estar vacías, ya que no puede relacionarse la causalidad de un problema consigo mismo. Además la valoración es dada por los evaluadores de turno y debe partir de un consenso.

Posteriormente, se procede a realizar la sumatoria de ponderaciones de filas y columnas. La sumatoria de filas corresponde al total de influencia y la sumatoria de columnas conduce al total de dependencia. La casilla del gran total corresponde al valor global de las valoraciones, y debe revisarse de manera tal que coincida la sumatoria tanto al nivel de la última fila, como la sumatoria de la última columna, lo cual confirmará que las cifras registradas son correctas.

El paso a seguir es lograr una clasificación de los problemas de acuerdo con las caracterizaciones de causa efecto de cada uno de ellos; la técnica consiste en realizar un gráfico de coordenadas cartesianas y determinar la escala teniendo en cuenta el menor y el mayor valor, a nivel de filas y de columnas. Una vez definida la escala se divide el plano cartesiano en dos, tanto en el eje X como en el eje Y, teniendo como resultado cuatro cuadrantes. En el eje horizontal se representa el total de influencia y en el eje vertical se representa el total de dependencia, como se muestra en la **Figura B.2**.

**Figura B.2.** Representación gráfica de matriz de Véster en plano cartesiano, con su respectiva interpretación.



**Fuente:** Tomado y modificado de [5] y [6].

## Anexo C.

### IDEF0.

#### C.1 Vista General IDEF0<sup>1</sup>

IDEF0 se observa como una herramienta para simbolizar de manera estructurada y jerárquica las actividades de los “**Procesos de negocio**” que componen ya sea un sistema o empresa; y los objetos o datos que soportan la interacción de dichos procesos [7]. Data de los años 70’s cuando la fuerza aérea estadounidense la utilizó para analizar y comunicar la perspectiva funcional de uno de sus sistemas [8] y el 21 de diciembre de 1993 se publicó como estándar en los Estados Unidos. En éste, se define que es válido la aplicabilidad de ésta técnica, ya sea como herramienta de comunicación para la toma de decisiones mediante gráficos simplificados cuando se trata de nuevos sistemas, o, como herramienta de análisis en procesos de negocio ya existentes; para la identificación de funciones llevadas a cabo en un proceso de negocio, elementos necesarios para llevar a cabo dichas funciones y dar certeza de que se ha venido desarrollando bien o mal el proceso de negocio empresarial. Precisamente, lo que valida teóricamente la posibilidad de utilizar IDEF0 como una de las primeras herramientas para el desarrollo de un proceso de negocio en una organización industrial, es el hecho de que en la antigüedad se haya hecho uso de ésta.

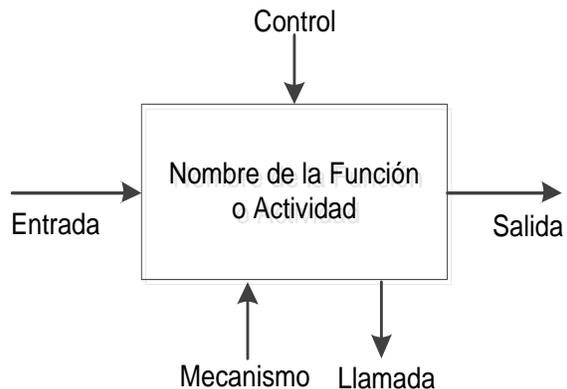
#### C.2 Sintaxis, Reglas de sintaxis y Semántica

La representación gráfica de una actividad o función en IDEF0 está dada por una caja, y la estructura de ésta se compone por otros elementos, tales como, entradas, salidas, controles y recursos (mecanismos, llamadas), observados en la **Figura C.1**. Las reglas que relacionan estos elementos, se le conoce como *sintaxis*, y la *semántica* se refiere a la forma correcta de uso de los componentes del lenguaje para una correcta interpretación:

---

<sup>1</sup> *IDEF* (del inglés Integration definition for function modeling): Definición de la integración para la modelización de las funciones.

**Figura C.1.** Representación de una actividad o función.

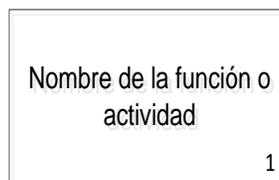


**Fuente:** Tomado y modificado de [7].

- **Cajas**

Las cajas representan lo que ocurre en una determinada función, como lo son actividades, procesos o transformaciones. Éstas deben tener un nombre de la función descrito a través de un verbo y con un respectivo número de identificación, todo dentro de los límites gráficos de la caja. La forma de la caja debe ser siempre rectangular con esquinas de tipo recto que formen ángulos de 90°, y tener una dimensión idónea para alojar el nombre de la función y el número de identificación en la esquina inferior derecha, tal como se observa en la **Figura C.2** [7].

**Figura C.2.**Caja típica en IDEF0.



**Fuente:** Tomado y modificado de [7].

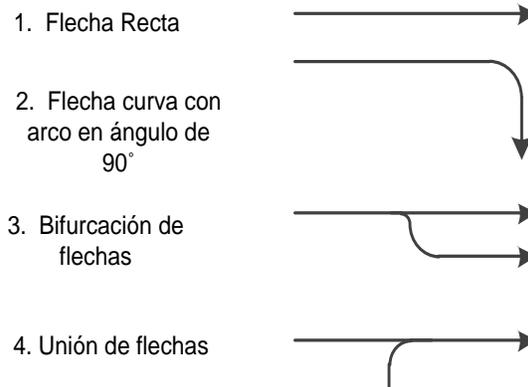
- **Flechas**

Las flechas son sustantivos que pueden representar tanto información como personas, cosas, objetos, lugares, conceptos y/o eventos. A diferencia de las flechas utilizadas en los típicos modelos de flujo de procesos, éstas no representan flujos o secuencias, sino que llevan datos u objetos para que la función los utilice.

Las flechas siempre están compuestas por uno o más segmentos de línea sólido(s); recta o curva, ésta última formando ángulos de 90°. Las flechas pueden ser de cuatro tipos, y estos pueden observarse en la **Figura C.3**:

1. Flecha con línea de segmento recto.
2. Flecha con segmento curvo en ángulo de 90°.
3. Bifurcación de flecha.
4. Unión de segmentos.

**Figura C.3.** Tipos de Flechas.



**Fuente:** Tomado y modificado de [7].

Las flechas que ingresan por la parte izquierda de las cajas se denominan “Entradas”, estos son manipulados por la actividad o función para así poder generar las “Salidas”, es posible que una actividad no posea entradas. Las flechas sujetadas a la parte superior son los controles y éstos constituyen las circunstancias regulatorias requeridas para que la función o actividad genere la salida correcta, y las flechas correspondientes a la parte inferior son los recursos o mecanismos necesarios para la realización de la función, como es el caso de equipos, programas computacionales, recursos humanos, entre otros, las flechas que salen de la parte inferior de la caja tienen el nombre de llamadas y hacen referencia a otro diagrama dentro del mismo modelo, evitando así duplicidad en la información; las flechas deben ingresar a los lados de las cajas nunca en las esquinas [7].

### C.3 Diagramas en IDEF0

En IDEF0 las actividades son agrupadas en diagramas, y la relación entre cada actividad depende de su posición respecto a las otras y de las flechas que las conectan en el diagrama gráfico.

Los modelos IDEF0 se componen de tres diferentes tipos de información: diagrama gráfico, texto y glosario.

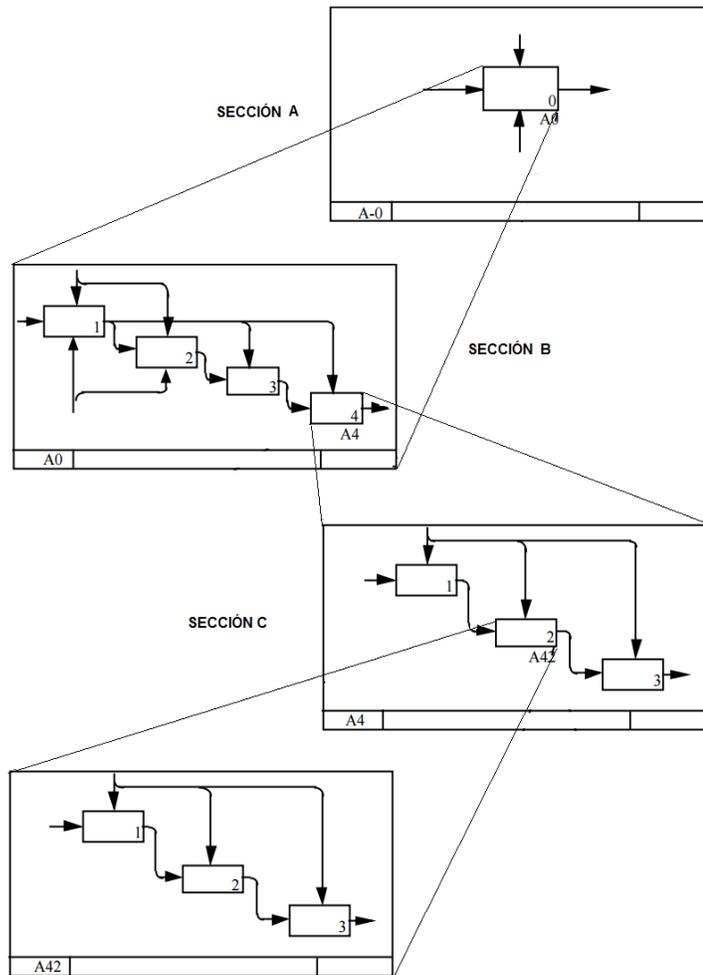
#### C.3.1 Tipos de diagrama gráficos

El diagrama gráfico es el componente principal de un modelo IDEF0, ya que contiene cajas, flechas y relaciones asociadas. Estos tipos de diagrama se referencian y se relacionan entre ellos.

Se definen tres tipos de diagramas por orden jerárquico: de nivel superior, diagramas hijos y diagramas padres, permitiendo dirigirse de un nivel de detalle más general a uno más puntual.

- ✓ **Diagrama de Nivel Superior:** es representado por una única caja con un nombre que describe a nivel general el objeto modelado y sus flechas límites que representan interfaces externas al objeto modelado, este diagrama es comúnmente conocido como A-0 (ver **Figura C.4** sección A).
- ✓ **Diagramas hijos:** una función de nivel superior se descompone en sub-funciones, y cada una de las sub-funciones que lo componen pueden o no descomponerse en sub-funciones de nivel inferior, de esta manera, un diagrama hijo es aquel que hace parte del interior de una caja padre (ver **Figura C.4** sección B).
- ✓ **Diagramas padres:** son aquellos que contienen una o más cajas padres, el diagrama A-0 por definición es un diagrama padre, y no posee la característica de los diagramas que representan las sub-funciones que a él lo componen de ser bien sea diagramas padres, hijos o ambos a la vez (ver **Figura C.4** sección C).

**Figura C.4.** Jerarquía de diagramas en IDEF0.



**Fuente:** Tomada y modificada de [7].

### C.3.2 Combinaciones de flechas

La relación entre actividades se define por la conexión de las flechas que las unen, por lo tanto, en un diagrama IDEF0 se pueden dar diferentes combinaciones de flechas, tales como:

- **Salida-Entrada:** En donde la salida de una actividad se convierte en la entrada de otra(s).
- **Salida-Control:** La salida de una actividad es el control de una o varias de las actividades restantes.

- *Salida-Recurso*: Una salida en una actividad, es un recurso para una o varias de las actividades restantes.
- *Salida-Control (Retroalimentación)*: En este caso la salida de una de las actividades es el control, ya sea de ella misma, o de una o varias actividades que se encuentran con anticipación a ella.
- *Salida-Entrada (Retroalimentación)*: La salida de una de las actividades es la entrada de una o varias actividades que se encuentran antes que ella.

### C.3.3 Información inicial

La información inicial se encuentra en el diagrama de nivel superior y su utilización no es obligatoria, en ella se detallan:

- *Propósito*: Que es la o las preguntas que el modelo intenta responder.
- *Alcance*: Es el nivel de detalle del modelo.
- *Punto de Vista*: Perspectiva desde la que el modelo ve el sistema.

### C.3.4 Información de soporte

La información de soporte permite clarificar y mejorar el entendimiento de los modelos realizados.

- *Glosario*: Listado de palabras clave, frases y acrónimos usados en el modelo.
- *Texto*: Texto asociado a diagramas para enfatizar información.
- *FEO*<sup>1</sup>: Diagramas explicativos que no necesitan cumplir con el estándar.

**Reglas adicionales:** se recomienda en cada diagrama tener entre 3 y 6 actividades, todas las flechas de la actividad padre deben aparecer en el diagrama hijo de su interior; por último, las flechas al igual que las actividades, se pueden dividir en dos o más, en los diagramas hijo.

---

<sup>1</sup> *FEO (del inglés for exposition only)*: Solamente para exposición.

## Anexo D.

### REDES DE PETRI DE WORKFLOW (WF-Net).

Inicialmente, para poder tener una buena comprensión de este concepto, se debe tener un acercamiento a la definición de cada concepto que nació por separado como lo es redes de Petri y Workflow, y que al unirse permitieron representar la dinámica en los flujos de las actividades en los procesos de negocio, y así finalmente concluir de ellos como un todo.

#### D.1 Workflow

Es posible analizar una empresa como un sistema que posee una dinámica de comportamiento, y la dinámica de esta cumple eventos y condiciones del entorno; la relación existente entre eventos y las condiciones que se dan para que los eventos ocurran es a lo que se le denomina “flujo”. Ejecutar una acción durante el transcurso de flujos para mantener o cambiar el estado del sistema se denomina “trabajo”, de esta manera un workflow son acciones que se realizan con una lógica secuencial específica [9].

Para la *WfMC*<sup>1</sup> un workflow es:

*“...La automatización de un proceso de negocio, en su totalidad o en parte, durante el cual los documentos, información o tareas pasan de un participante a otro, de acuerdo a un conjunto de reglas de procedimiento...”*

Tras la definición dada se percibe que está más orientada en el contexto de las tecnologías de la información, implicando involucrar de manera automática en un mismo procedimiento de trabajo; documentos, información, tareas, personal y regulaciones, conociendo la estructura de las tareas y cómo fluye la información para ofrecer la posibilidad de modelar y gestionar de manera óptima los procesos de la organización [10].

---

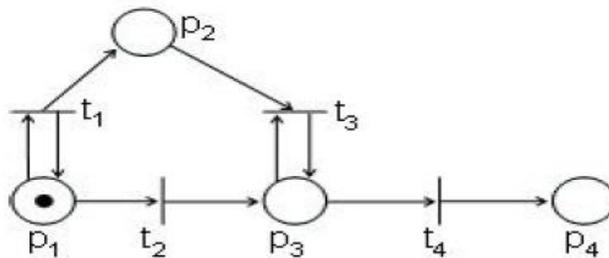
<sup>1</sup> *WfMC* (del inglés WorkFlow Management Coalition): fundada en 1993 como una organización global de expertos e interesados en workflow, BPM, simulación y optimización de procesos de negocio

## D.2 Redes de Petri (RdP)

Las Redes de Petri son una de las herramientas para modelar gráfica y matemáticamente la dinámica de sistemas. Las RdP fueron inventadas por el alemán Carl Adam Petri en el año de 1962 en su trabajo de tesis doctoral denominado “*Kommunikation mit Automaten*”<sup>1</sup> El gran beneficio de hacer uso de las RdP como herramienta es que permiten modelar tanto la estructura como el comportamiento del sistema [9]. Existen multitud de variantes de las RdP: estándar, coloreadas, con tiempo, orientadas a objetos o en el caso en el que se modela una definición de proceso de WorkFlow donde reciben el nombre de **red de petri de WorkFlow (WF-Net)**.

Una RdP estándar es un grafo bipartito formado por dos tipos de nodos (ver **Figura D.1**): lugares  $p$  y transiciones  $t$ , los cuales solo pueden ser conectados por arcos  $e$ . Un arco representa la dirección del flujo lógico al unir un lugar con una transición o viceversa, pero nunca dos nodos del mismo tipo; los arcos pueden subdividirse en dos conjuntos:  $E_i$  Conjunto de arcos de entrada a transiciones y  $E_o$  Conjunto de arcos de salida de las transiciones.

**Figura D.1.** Red de Petri Estándar.



**Fuente:** Tomado de [9].

Como se observa en la figura anterior los arcos son representados gráficamente por líneas, las transiciones por barras o cajas y finalmente los lugares por círculos. Para permitir la evolución del modelo en RdP se utilizan “token”  $m$ , quienes activan las transiciones, estos son puntos de color negro.

Según lo detallado con anterioridad una RdP es una composición formal de lugares, transiciones, arcos y token o marcas:

---

<sup>1</sup> *Kommunikation mit Automaten* : Comunicación con autómatas.

$$RdP = (P, T, E, M)$$

$P = (p1, p2, \dots, pn)$ , Conjunto finito no vacío de lugares.

$T = (t1, t2, \dots, tn)$ , Conjunto finito no vacío de transiciones.

$E = Ei \cup Eo$ , es el conjunto de todos los arcos.

### D.3 WorkFlow en RdP (WF-Net)

Como se especificó en el ítem previo, cuando se realiza el modelo de un proceso de negocio a partir de las RdP, también se hace uso de una WorkFlow Net (WF-Net), pero con una serie de similitudes y diferencias en relación a una RdP estándar:

- Para convertirse en una WF-Net, una RdP debe tener un lugar de entrada ( $i$ ) correspondiente a un caso que demanda ser tramitado y un lugar de salida ( $o$ ) que corresponde a un caso ya tramitado, lo que indica que las transiciones en un WF-Net debe ir de lugar  $i$  a lugar  $o$  [10].
- En WF-Net los lugares corresponden a las condiciones del caso del WorkFlow [10].
- En WF-Net las transiciones corresponden a las tareas del caso del WorkFlow [10].
- Las marcas o token's representan el estado del WorkFlow y dicho estado contiene la información de cada caso [10].

#### D.3.1 Secuencias de Enrutamiento y Bloques de Construcción

En muchas ocasiones, las actividades en un proceso de negocio no se realizan secuencialmente, sino que por el contrario se pueden ejecutar tareas simultáneamente y/o el inicio de una tarea en específico depende de las decisiones (camino de enrutamiento) que se escojan con anterioridad. Por tal razón, WfMC identificó y especificó las estructuras básicas de enrutamiento de WorkFlow en el año de 1996 [11], las cuales son:

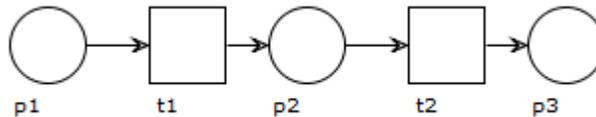
- *Enrutamiento secuencial*, en la cual se modelan sucesiones lineales entre las tareas (ver **Figura D.2**).

- *Enrutamiento paralelo*, cuando dos o más tareas necesitan ser ejecutadas pero la secuencia de la ejecución es arbitraria.

Existen dos bloques de construcción definidos por el WfMC para este tipo de enrutamiento el AND-split y el AND-join (ver **Figura D.3**), aunque también es posible la construcción de este tipo de secuencia haciendo uso de los nodos elementales.

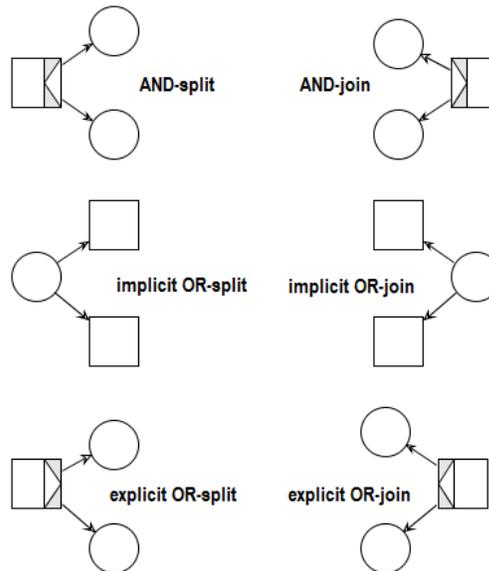
- *Enrutamiento condicional*, cuando el enrutamiento puede variar entre varios tipos de casos; para modelar este tipo de enrutamiento se tienen dos bloques de construcción OR-split y el OR-join, ambos definidos por WfMC (ver **Figura D.3**), y de igual manera al enrutamiento paralelo es factible la su construcción a partir de los nodos elementales.

**Figura D.2.** Enrutamiento secuencial.



**Fuente propia.**

**Figura D.3.** Estructuras WF-Net



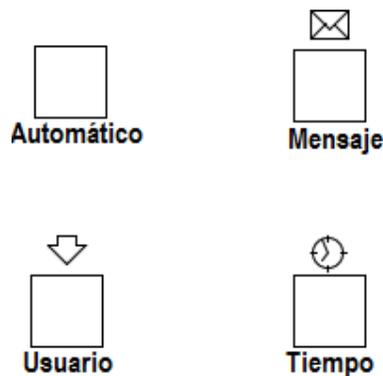
**Fuente:** Tomado y modificado de [12].

### D.3.2 Tipos de disparadores

Para modelar en WF-Net se debe tener en cuenta que tipo de circunstancia externa lleva a la realización de una labor que se encuentre autorizada, y es por esto, que se han definido en WF-Net cuatro tipo de disparadores o “Triggers” para diseñar modelos relacionados a los procesos de negocio [10]; los cuales se ilustran en la **Figura D.4.**

- *Automático:* Se utiliza en tareas que no necesitan de un agente externo para su activación, es decir, la tarea se ejecuta en el mismo momento que se habilita.
- *Mensaje:* Cuando se necesita de un agente externo tipo mensaje (autorizaciones vía correo electrónico o llamadas de voz) para ejecutar una tarea habilitada.
- *Usuario:* Hacer uso del disparador tipo usuario representa que es la persona involucrada en la tarea quien decide cuando la tarea será activada.
- *Tiempo:* Cuando la instancia de una tarea que se encuentra habilitada se acciona por el cumplimiento de un intervalo de tiempo

**Figura D.4.** Disparadores “Trigger”.



**Fuente propia.**

La gestión de procesos de negocio involucra el modelado de los flujos de las actividades pertenecientes a los procesos de negocio y es esto, la principal funcionalidad de las redes de petri de workflow.

## **Anexo E.**

### **PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO.**

En el presente anexo se describe el procedimiento de diagnóstico validado en el proyecto titulado “Diagnóstico de las actividades y flujos de información de una empresa de servicios públicos, desde la perspectiva de los sistemas holónicos” [13].

Para llevar a cabo la aplicación del procedimiento de diagnóstico en la empresa Supracafé Colombia S.A. se hace necesario la realización de cada uno de los pasos citados a continuación, resaltando que cada uno de ellos debe ejecutarse de manera secuencial. Sin embargo, se define no restrictivo en cuanto a iteraciones hacia atrás para realizar ajustes.

- **Selección del objeto de diagnóstico.**

El inicio del proyecto se puede dar por circunstancias externas o internas de la empresa. Las externas están relacionadas con los componentes de la cadena de suministros, reflejados por los proveedores y por los clientes. Las circunstancias internas tienen que ver con la visión de la empresa o las nuevas metas propuestas dentro de su planeación estratégica, como por ejemplo certificaciones, expansión, etc. La otra parte está dada por problemas que se hayan detectado en la empresa, como por ejemplo problemas en tiempos de ejecución, en condiciones no favorables para la producción de alta calidad del producto, o cualquier problema que indique falta de información para la ejecución de los procesos y/o subprocesos.

Algo que debe quedar claro dentro de la definición del alcance de este proyecto es que el procedimiento busca ofrecer una solución para identificar problemas de flujos de información, su extensión a otros aspectos de la empresa deben ser reevaluados o adaptados para que el procedimiento siga siendo aplicable. El resultado de esta etapa es el planteamiento del proyecto.

- **Descripción de la situación y Desarrollo.**

En esta etapa del procedimiento, se realiza una recolección de información de fuentes primarias (documentación interna de la empresa), donde se requieren los

formatos de los perfiles de los empleados indicando las actividades que deben realizar, buscando un acercamiento inicial sobre la información que ellos generan y las actividades mediante las cuales es generada. Las fuentes secundarias parten de una definición previa de entrevistas y las técnicas para realizarlas, cada entrevista debe tomar como base el perfil del empleado para obtener la mayor información posible de éste.

Con la información adquirida se construye el modelo de cadena de valor del proceso de cultivo y sostenimiento de café de la empresa, identificando actividades clave que generan valor al producto, y ocasionando una fragmentación del problema para especificar mejor cada actividad y la información que genera. Con la cadena de valor se definen las etapas de proceso a las cuales se les caracteriza, las actividades, los recursos que utilizan, el tipo de información generado y los flujos que intervienen.

Con toda la información recopilada, se procede a seleccionar las herramientas de modelado empresarial bajo las cuales se crearán los modelos. Como resultado de esta etapa se obtienen los modelos estructural y dinámico del proceso de cultivo y sostenimiento de café, cuya importancia aparece en los aspectos de facilidad y reutilización que permite su uso.

- **Prueba del diagnóstico.**

Esta etapa es adaptable dentro del procedimiento, en este punto se busca contrastar el cómo se encontró la empresa, representada en los modelos estructural y dinámico, con un marco de referencia. Se deben contrastar los modelos con la regulación de interés para la empresa, como por ejemplo, normas, manuales, políticas, etc. De este marco de trabajo, el resultado es un modelo estructural y dinámico contrastado, en el cual, se debe reflejar los problemas encontrados.

Adicionalmente, el modelo dinámico debe ser validado con los procedimientos que la empresa posea como guía para que cada empleado realice las tareas propias de su trabajo, y con la herramienta software que permita la inspección visual y manual de cada una de las tareas ejecutadas en el proceso caso de estudio.

- **Análisis del diagnóstico.**

Del paso anterior surgen una gran cantidad de problemas como resultado de la comparación con el criterio de prueba, en esta etapa se concluye de manera clara y concisa cada uno de los problemas, la descripción de estos problemas se construye sobre los mismos modelos contrastados, esto permite una mayor evidencia y formalismo al diagnóstico.

- **Síntesis del diagnóstico.**

La síntesis del diagnóstico permite darle una mayor formalidad, dados los problemas identificados en las etapas anteriores. Por consiguiente, dichos problemas deben ser sintetizados y documentados como un informe general del diagnóstico; la información consignada debe ser expresada de tal forma que permita una fácil interpretación para los interesados en los resultados, quienes deben estar interactuando con el equipo encargado de realizar el procedimiento, buscando una mayor integración entre los procesos realizados para generar el diagnóstico y el resultado final.

- **Fase final.**

Esta etapa busca entregar los resultados del proyecto, se sugiere realizar como mínimo una reunión con el equipo interesado, para socializar las sugerencias finales así como para realizar un acercamiento a lo que posiblemente puede ser el siguiente paso después de la aplicación del diagnóstico. Lo anterior, permite recoger inquietudes y críticas a los resultados, para posteriormente documentarlos y sacar las conclusiones finales. En esta etapa también se debe realizar el análisis de las sugerencias para los problemas detectados y explicar cuál es el alcance de éstas.

Con el fin de obtener una mejor descripción del procedimiento de diagnóstico, cada una de las etapas fue desagregada en fases y éstas a su vez en actividades. Estas actividades se han adaptado para el proceso de cultivo y sostenimiento de café de la empresa Supracafé Colombia S.A. Dicha descripción se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla E.1** Etapa 1. Selección del objeto del diagnóstico.

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Inicio.	A1	Planteamiento de nuevas metas y objetivos para el proceso de producción de café de alta calidad en la empresa Supracafé Colombia S.A.	Esta información debe contener los objetivos empresariales y la visión que persigue la organización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documento con la visión y la razón de ser de la empresa Supracafé Colombia S.A.</li> </ul>
Fase 2. Sensibilización	A2	Solicitud ante un ente externo de la necesidad del diagnóstico.	Esta actividad debe ser realizada por el gerente de Supracafé Colombia S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Supracafé Colombia S.A. considera que la interrelación con entidades externas es una buena opción para poner en marcha sus objetivos y asegurar así mejores resultados en sus procesos productivos y administrativos.</li> <li>✓ Se establece contacto con el grupo de investigación de Ingeniería en Automática Industrial de la Universidad del Cauca. Se anexa copia de la carta de vinculación de los estudiantes con la empresa Supracafé Colombia S.A.</li> </ul>
	A3	Primera reunión del grupo auditor con personal de Supracafé Colombia S.A.	Se realiza la presentación del grupo auditor ante el personal de la empresa caso de estudio, con el fin de generar un ambiente de confianza. Posteriormente, se exponen algunas ideas de manera informal, con el objetivo de dar inicio a un proceso de mejora continua dentro de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicación del macro proyecto por parte del personal de la empresa.</li> <li>✓ Exposición de los conceptos de automatización industrial por parte del líder del grupo auditor.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.1** Etapa 1. Selección del objeto del diagnóstico (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
	A4	Reunión del grupo auditor con el gerente técnico de Supracafé Colombia S.A.	Es una reunión informal donde se presentan las expectativas y visión de la empresa de una manera puntual. Adicionalmente, se lleva a cabo una conceptualización del proceso productivo del café por parte del gerente técnico de Supracafé Colombia S.A.	✓ Complementario a la actividad A3, se busca dar mayor claridad a los requerimientos planteados y a la adición de otros. Además, se inicia la identificación de aptitudes dentro del equipo.
Fase 3. Definición.	A5	Reunión del equipo auditor.	Se trata de una reunión interna donde el equipo asesor socializa las impresiones de cada uno y las sintetiza buscando catalogar o singularizar el proyecto macro en proyectos puntuales, teniendo en cuenta las aptitudes identificadas en la actividad previa,	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ División del proyecto macro en tres subproyectos orientados a procesos específicos de la empresa.</li> <li>✓ Asignación de subproyectos a grupos auditores.</li> </ul>
	A6	Reunión del gerente técnico de Supracafé Colombia S.A. con el grupo de auditoría.	Se socializa la división del proyecto macro, la cual contiene los proyectos que se van a trabajar. Se definen los procesos y se establece un cronograma de visitas a la planta de Supracafé Colombia S.A. para el intercambio de información.	✓ Se define el marco de cada proyecto y se establecen objetivos.
	A7	Redacción de la propuesta.	El grupo asesor documenta la propuesta con base en la información suministrada por parte de la empresa, para definir los flujos de información que deben ser objeto de estudio, así como los objetivos de cada subproyecto, el respectivo cronograma y equipo de trabajo.	✓ Anteproyecto de grado.
	A8	Definición de las cláusulas y restricciones sobre la documentación e información.	Se llega a un acuerdo, referente al manejo adecuado de la información compartida entre las partes involucradas. También se establecen las pautas de entrega del diagnóstico realizado para la empresa caso de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Actas de confidencialidad firmadas.</li> <li>✓ Aprobación del documento del proyecto por parte del gerente de la empresa.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.2** Etapa 2. Descripción de la situación y desarrollo.

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Definir las fuentes de información.	A1	Recopilación de la información de los procesos realizados en la empresa Supracafé Colombia S.A.	Disponer de los datos escritos, orales y/o electrónicos que permiten gestionar la información proporcionada por la empresa concerniente a cómo se lleva a cabo el proceso de producción de café en la finca “Los Naranjos”.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documentación como manuales, formatos, guías y políticas.</li> <li>✓ Anotaciones escritas sobre el proceso de producción de café.</li> </ul>
	A2	Clasificación de la información recopilada, apoyándose en los flujos de información que se requieren identificar para el proceso.	Toda la información recopilada en forma digital, oral y/o escrita no posee el mismo grado de importancia, ya que no se aplican directamente al objeto de estudio que corresponde al diagnóstico del proceso de cultivo y sostenimiento de café, sino de manera general a actividades de la cadena de suministro, por ende cierto tipo de información no es necesaria primordialmente, para lo cual se genera una clasificación de la misma, para así definir prioridades en cuanto a revisión de las fuentes de información.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documentación clasificada de acuerdo a lo requerido para el objeto de estudio del diagnóstico.</li> </ul>
Fase 2. Definición de las entrevistas.	A3	Selección de las técnicas aplicables para la recolección de información.	Con base en las técnicas de recolección de información conceptualizadas en el capítulo 1, se seleccionan las técnicas que sean de mayor utilidad para adquirir la información más significativa del proceso de cultivo y sostenimiento de café.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Técnicas seleccionadas.</li> </ul>
	A4	Realizar un cuestionario que permita complementar y corroborar la información clasificada en la fase 1 de la presente etapa.	Debido a que las personas que laboran en la empresa tienen diferentes percepciones y conocimientos de las actividades que realizan, dichos conocimientos pueden ser empíricos sobre todo en el personal operativo ya que se basan en la experiencia. Por tal razón, para evitar inconsistencias y vacíos para el desarrollo del diagnóstico, se genera una lista de preguntas claves para solventar las dudas existentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lista de posibles preguntas a realizar a los entrevistados.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.2** Etapa 2. Descripción de la situación y desarrollo (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 2. Definición de las entrevistas.	A5	Selección de preguntas para el entrevistado.	Se selecciona una serie de preguntas encontradas en la lista realizada en la actividad A4 de la presente fase, como también se anexan otras que no se consideraron anteriormente y que son vitales para complementar la información suministrada en la fase anterior.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lista de preguntas seleccionadas de la actividad A4.</li> <li>✓ Lista final de preguntas para realizar al entrevistado.</li> </ul>
	A6	Establecer un formato de entrevista orientado a develar los conocimientos en forma de conversación.	Después de realizar una búsqueda de formatos de entrevista, se definió que la mejor manera de llevar a cabo ésta; era realizar un formato sencillo que permitiera tener un acercamiento informal pero respetuoso a los trabajadores pertenecientes a la empresa Supracafé Colombia S.A. Además, considerando una mínima inversión del tiempo, para no intervenir de manera prolongada en la realización de sus tareas en el desarrollo del proceso de cultivo y sostenimiento de café.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formato sencillo de entrevista.</li> </ul>
	A7	Diseñar el cronograma para las entrevistas de acuerdo a los horarios de los trabajadores.	De acuerdo a la temporada cafetera que se tenga en el momento, se establece el horario conforme al tiempo en que menor carga laboral tenga el trabajador, para así poder realizar la entrevista.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuadro para aplicación de entrevistas, el cual contiene el cargo del entrevistado, la fecha, la hora, y duración de la entrevista.</li> </ul>
	A8	Aplicar las entrevistas.	Recoger la información a través de un proceso de comunicación. La entrevista se lleva a cabo durante el tiempo establecido en el cronograma realizado en la actividad A7 para no alterar labores al interior de la empresa. El entrevistado responde a una serie de preguntas listadas anteriormente para aclarar dudas existentes del proceso y que facilitan el desarrollo del diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anotaciones de respuestas dadas por el entrevistado.</li> <li>✓ Organización de las respuestas suministradas que permitan fácil interpretación.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.2** Etapa 2. Descripción de la situación y desarrollo (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 3. Análisis de la información.	A9	Analizar la documentación clasificada en la actividad A2 de la fase 1, etapa 2, al igual que la información obtenida en la fase 2.	Permite un primer acercamiento a las actividades de las etapas de proceso de cultivo y sostenimiento de café. Se logra apreciar la manera como realizan algunas actividades y la asignación de personal para éstas.	✓ Especificación de las actividades y flujos de información detectados a través de la documentación previa.
	A10	Identificar cargos, habilidades y funciones para la realización de las actividades que generan información.	A partir de la información recopilada se definen las actividades desempeñadas en cada etapa del proceso, y de igual manera se determina el personal que la desarrolla.	✓ Lista de cargos, funciones, habilidades e información generada.
	A11	Identificar los recursos usados por cada uno de los cargos definidos para el proceso de cultivo y sostenimiento de café en la empresa Supracafé Colombia S.A.	En esta actividad se identifican los recursos utilizados para cada actividad desarrollada en cada etapa de proceso, ya sean materia prima, materiales, herramientas manuales y mecánicas, y libros de Excel. Todos estos ya sean tangibles o intangibles facilitan la continua realización de las actividades y además tener un seguimiento de lo que se hace.	✓ Realización de una tabla que incluye los cargos de las personas que laboran en la empresa, con sus recursos correspondientes para llevar a cabo las actividades asignadas.

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.2** Etapa 2. Descripción de la situación y desarrollo (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 4. Modelado.	A12	Construcción de la cadena de valor.	Se realiza un modelo que describe las etapas de proceso identificadas para el cultivo y sostenimiento de café que generan valor en la empresa Supracafé Colombia S.A.	✓ Cadena de valor del proceso de cultivo y sostenimiento de café.
	A13	Selección de las técnicas de modelado.	De manera cualitativa se eligen las herramientas de modelado que permiten representar de manera estática y dinámica el proceso de cultivo y sostenimiento de café, basándose en los parámetros que mejor se acoplen o ajusten para modelar dicho proceso.	✓ Definición de las diferentes técnicas de modelado. ✓ De acuerdo a la ponderación cualitativa expresada en la tabla 2.4 de la monografía se seleccionan las herramientas para el modelado estructural y dinámico.
	A14	Realizar modelado estructural del proceso de cultivo y sostenimiento de café.	Permite plasmar la información recopilada en fases anteriores.	✓ Modelado estructural inicial.
	A15	Realizar modelado dinámico del proceso de cultivo y sostenimiento de café.	Permite observar el comportamiento de las actividades de cada etapa de proceso y de los actores que participan en la realización de cada uno de ellas.	✓ Modelado dinámico inicial.
	A16	Socialización de los modelos.	En una reunión informal con el gerente general y gerente técnico de la empresa Supracafé Colombia S.A. se explica el modelado estructural obtenido, con el fin de validarlo.	✓ Correcciones del modelo estructural del proceso de cultivo y sostenimiento.
	A17	Síntesis, corrección de los modelos de acuerdo a la actividad A16.	Se realiza las respectivas correcciones respecto al modelado estructural inicial, teniendo en cuenta lo expresado por la empresa. Además, al obtener el modelado estructural final se socializa con el equipo asesor.	✓ Modelos finales del proceso.

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.3** Etapa 3. Prueba de diagnóstico.

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Evaluación de las actividades y flujos de información.	A1	Identificar la normativa, regulación o modelo para contrastar el proceso de cultivo y sostenimiento de Supracafé Colombia S.A.	Las empresas del sector agrícola se rigen por determinadas normas que permiten la aplicación de buenas prácticas agrícolas, ofreciendo al consumidor productos sanos y de buena calidad, lo que permite la fidelización de los mismos.	✓ Selección de normativas y guías para la aplicación de buenas prácticas agrícolas en beneficio del sector cafetero.
	A2	Identificar los ítems objeto de estudio.	No toda la información establecida en la normatividad y guía hace referencia al proceso caso de estudio, por lo tanto, es necesario seleccionar los aspectos claves para verificar el cumplimiento de ellos respecto al desarrollo actual del proceso.	✓ Definición de los principios y criterios a tratar tanto de la guía BPA como del código de conducta UTZ, que hacen referencia al proceso de cultivo y sostenimiento de café.
	A3	Establecer los criterios de evaluación.	Se genera mayor claridad para la interpretación de resultados. Un criterio puede ser cualitativo o cuantitativo.	✓ Tabla de criterios de evaluación de las actividades y flujos de información.
	A4	Aplicar el código de conducta UTZ CERTIFIED Good Inside para café y la Guía de buenas prácticas agrícolas para fincas de café protegidas bajo una indicación geográfica o denominación de origen, para el proceso de cultivo y sostenimiento de café en la planta de Supracafé Colombia S.A.	Permiten establecer el marco de referencia a cada conjunto de eslabones de la cadena de valor.	✓ Eslabón de la cadena de valor con el marco de referencia elegido

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.3** Etapa 3. Prueba de diagnóstico (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Evaluación de las actividades y flujos de información	A5	Establecer los procedimientos documentados que se llevan a cabo en las actividades identificadas en el proceso de cultivo y sostenimiento de café de la empresa Supracafé Colombia S.A.	A partir del código de conducta UTZ y de la guía de buenas prácticas agrícolas para fincas de café, se definen las actividades, tareas y flujos de información que permitan corroborar con qué grado de cumplimiento se satisfacen dichas actividades, tareas y flujos de información identificadas en el modelado estructural del proceso de cultivo y sostenimiento de café. Se resalta que para la verificación del cumplimiento de las actividades definidas con base en el código de conducta utz, también se tiene en cuenta el comportamiento del proceso, es decir, el modelo dinámico obtenido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelo estructural y dinámico contrastado con el código de conducta UTZ.</li> <li>✓ Modelo estructural contrastado con la guía BPA.</li> </ul>
	A6	Hacer seguimiento de las actividades en la empresa Supracafé Colombia S.A. y validarlo con el modelo dinámico.	Seguimiento adecuado y secuencial de las actividades realizadas al interior de la empresa Supracafé Colombia S.A., en lo referente al proceso de cultivo y sostenimiento de café.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelo dinámico validado.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.4** Etapa 4. Análisis.

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Organización de los resultados.	A1	Extraer los resultados del modelo estructural.	Identificando las actividades y los flujos de información, se verifica el cumplimiento y se sustenta dicha apreciación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Explicación de la información adquirida en los resultados presentados en la presente actividad.</li> </ul>
	A2	Extraer e interpretar los resultados del modelo dinámico.	Identificación de los cargos asignados para cada una de las actividades realizadas en el proceso de cultivo y sostenimiento de café.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tabla de tareas, identificando el personal para la realización de estas.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.4** Etapa 4. Análisis (continuación).

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Organización de los resultados.	A3	Interpretar los resultados de las actividades A1 y A2 de la presente etapa.	Resumir las observaciones llevadas a cabo en las actividades anteriores, con el fin de buscar un significado más amplio de los resultados obtenidos.	✓ Interpretación de los resultados.

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.5.** Etapa 5. Síntesis.

FASES	ACT.	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS
Fase 1. Redacción del documento con los resultados.	A1	Sintetizar los resultados.	Organizar las explicaciones de acuerdo a los hallazgos encontrados en los modelos contrastados.	✓ Documento explicativo del análisis realizado.
	A2	Reunión con el gerente de la empresa Supracafé Colombia S.A.	La socialización del documento inicial de los resultados permite unificar criterios y orientar la socialización.	✓ Documento con las anotaciones dadas por el gerente.
	A3	Redacción del documento diagnóstico.	Formalización de los resultados del diagnóstico.	✓ Documento aprobado por el gerente.

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

**Tabla E.6.** Etapa 6. Socialización.

<b>FASES</b>	<b>ACT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>RESULTADOS/DOCUMENTOS ESPERADOS</b>
Fase 1. Pre-socialización.	A1	Preparación del equipo para la socialización.	Realizar una planeación adecuada para llevar a cabo una exposición bien argumentada de los resultados finales obtenidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exposición.</li> <li>✓ Agenda para la reunión de socialización.</li> </ul>
	A2	Acuerdo con el gerente de la reunión.	Debe tenerse en cuenta el tiempo disponible del gerente, para así poder coordinar una fecha y lugar que sea pertinente para lograr que la pre-socialización se dé de la mejor manera y de igual forma no causar inconvenientes ni traumas en la operación de los procesos de la empresa Supracafé Colombia S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fecha y hora de la reunión.</li> </ul>
<b>Fase 2. Socialización.</b>	A3	Exposición.	Se exponen y explican los resultados del diagnóstico al grupo de empleados de la empresa Supracafé Colombia S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Socialización de los resultados.</li> </ul>
	A4	Recolección de impresiones y sugerencias.	Al socializar, pueden surgir una serie de sugerencias y/u opiniones que permitan potenciar los resultados obtenidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tabla de impresiones y sugerencias.</li> </ul>
	A5	Redacción del documento final.	Entrega final del proyecto, conlleva los resultados y posibles sugerencias para el proceso de mejora continua en el proceso de cultivo y sostenimiento de café.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Documento final y modelos completos.</li> </ul>

**Fuente:** Tomado y adaptado de [13].

## Anexo F.

### **CUESTIONARIO PARA REALIZAR LA RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN ACERCA DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ.**

1. *¿Cómo está distribuida la variedad de café en la finca Supracafé Colombia S.A.?*
2. *¿Qué cantidad de hectáreas se encuentran sembradas actualmente?*
3. *¿Qué parámetros miden en la zona para mantener le buen estado del cultivo de café? y ¿Con qué dispositivos se miden dichos parámetros?*
4. *¿Qué tipo de fertilizante utilizan?, ¿Cada cuánto tiempo se realiza procesos de fertilización?, ¿En cuánta cantidad?, ¿Qué método utilizan para hacer fertilización en los árboles de café?*
5. *¿La variedad de semillas influye para la selección de fertilizantes?*
6. *¿De qué manera se realiza el manejo de arvenses para cada lote (manual, mecánica o químicamente), o las tres? y ¿Por qué?*
7. *¿Cómo hacen la selección de la semilla?*
8. *¿Dónde almacenan las semillas que no se van a sembrar? Y ¿Qué condiciones ambientales se consideran para mantenerlas conservadas?*
9. *¿Qué ruta utiliza usted para empezar a sembrar?*
10. *¿Cómo definen la densidad de siembra?*
11. *¿Utilizan cal cuando ahoyan la tierra para sembrar?*
12. *¿Para la actividad de germinación se hace uso arena o tierra, o las dos?*
13. *¿En los viveros se realiza fertilización y/o control fitosanitario?*
14. *¿Se realiza supervisión del crecimiento y estado de los árboles plantados? y ¿De qué manera lo hacen?*
15. *¿Realizan análisis de suelo antes de sembrar los árboles y después de la siembra?*
16. *¿Cuánto tiempo permanecen las semillas en el germinador y cuánto tiempo permanecen las chapolas en el almácigo?*
17. *¿Cómo llevan a cabo el control fitosanitario?*
18. *¿Qué recursos utilizan para el establecimiento del vivero?*
19. *¿Qué tipo de fertilizante y productos fitosanitario utilizan para el manejo de viveros? ¿Qué dosis de estos productos es aplicada?*

## Anexo G.

### IDENTIFICACIÓN DE LOS CARGOS Y DE LOS RECURSOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES EN LA EMPRESA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A.

**Tabla G.1** Perfiles identificados para el proceso de cultivo y sostenimiento de café.

CARGO	FUNCIONES	HABILIDADES	INFORMACIÓN GENERADA
Gerente General	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Definir especificaciones de producto de acuerdo a la demanda de mercado.</li> <li>-Definir ubicación del terreno a sembrar.</li> <li>Analizar resultados de análisis del suelo y los arrojados por la estación meteorológica.</li> <li>-Coordinar la programación de labores de siembra.</li> <li>-Planear y desarrollar metas a corto y largo plazo.</li> </ul>	<p><b>Técnicas:</b> Visión y pensamiento estratégico, Conocimiento de todos los procesos operativos y administrativos llevados a cabo para la producción de café, manejo de herramientas informáticas, conocimiento de nuevas tecnologías, conocimiento de buenas prácticas para la producción agrícola, capaz de producir resultados sobresalientes, conocimiento de estrategias de mercado y capaz de tomar decisiones.</p> <p><b>Humanas:</b> Buen liderazgo, motivador, buen guía del equipo con el que trabaja, buena comunicación, alto sentido de compromiso y competitivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Criterios generales de procedimiento.</li> <li>-Documento maestro.</li> <li>-Definición del producto.</li> <li>-Definición del terreno a sembrar.</li> <li>-Establecimiento de objetivos.</li> <li>-Especificación de café de alta calidad.</li> </ul>

**Fuente propia.**

**Tabla G.1** Perfiles identificados para el proceso de cultivo y sostenimiento de café (continuación).

CARGO	FUNCIONES	HABILIDADES	INFORMACIÓN GENERADA
Gerente Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Definir especificaciones de producto de acuerdo a la demanda de mercado.</li> <li>-Analizar resultados de análisis del suelo y los arrojados por la estación meteorológica.</li> <li>-Programar labores de siembra.</li> <li>-Realizar compras de insumos, materias primas, materiales.</li> </ul>	<p><b>Técnicas:</b> Conocimiento de todos los procesos operativos y administrativos llevados a cabo para la producción de café, manejo de herramientas informáticas, capaz de identificar el mejor uso de los recursos disponibles, dirección técnica para el desarrollo de procesos, conocimiento de buenas prácticas para la producción agrícola y capaz de solucionar problemas gerenciales y técnicos.</p> <p><b>Humanas:</b> Buen liderazgo, buena comunicación, capaz de asignar tareas específicas de forma respetuosa, sociable, interactúa efectivamente con los demás trabajadores, coopera con los empleados, comprensivo frente al hecho de que somos personas y que se pueden presentar inconvenientes en cualquier momento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Criterios generales de procedimiento.</li> <li>-Documento maestro.</li> <li>-Definición del producto.</li> <li>-Establecimiento de objetivos para cada actividad operativa.</li> <li>-Especificación de café de alta calidad.</li> <li>-Definición de los recursos necesarios para cada actividad desarrollada en el proceso de cultivo y sostenimiento de café.</li> </ul>
Gestor de Operaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Delegar funciones de trabajo.</li> <li>-Dar instrucciones de operación.</li> <li>-Evaluar el trabajo realizado.</li> <li>-Realizar el registro de las labores.</li> <li>-Administrar la finca.</li> <li>-Definir la preparación, trazo y ahoyado del terreno.</li> </ul>	<p><b>Técnicas:</b> Manejo de herramientas informáticas, comprensión del estado de los equipos, conocimiento de todos los procesos para producir café, supervisión de las tareas realizadas, manejo de implementos y herramientas para la producción de café; dirección y coordinación del personal a su cargo; capaz de determinar los trabajos que deben realizar los operarios, así como la maquinaria y herramientas que deben utilizar.</p> <p><b>Humanas:</b> Responsabilidad en su labor, tiene actitud positiva, buena comunicación, dirige de forma respetuosa a un grupo de operarios, capaz de trabajar en equipo y de recibir órdenes por parte de sus superiores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reportes de actividades.</li> <li>-Definición de lotes y densidad de siembra.</li> <li>-Estado de la finca.</li> <li>-Instrucciones de operación (órdenes verbales).</li> </ul>

**Fuente propia.**

**Tabla G.1** Perfiles identificados para el proceso de cultivo y sostenimiento de café (continuación).

CARGO	FUNCIONES	HABILIDADES	INFORMACIÓN GENERADA
Líder Operativo	-Supervisar la ejecución de las labores del equipo operativo. -Llevar registro de las labores ejecutadas. -Control del tiempo para descanso de labores del equipo operativo.	<b>Técnicas:</b> Inspección efectiva de las tareas realizadas para el proceso, capaz de resolver conflictos presentados en la ejecución de labores para el proceso de cultivo y sostenimiento de café, buen administrador del tiempo, conocimiento empírico, capaz de enseñar a sus trabajadores a cargo cómo realizar las tareas, aporte de su experiencia y conocimiento de sus responsabilidades. <b>Humanas:</b> Confianza en el grupo, buen liderazgo frente al equipo operativo, comunicación de forma efectiva, apoya el mejoramiento continuo, instruye respetuosamente a su equipo operativo a cargo. .	-Registro de hora de entrada y salida de los operarios. -Instrucciones de operación. -Registro de actividades en planillas.
Equipo Operativo	-Ejecutar las labores que se les han asignado.	<b>Técnicas:</b> Conocimiento empírico. <b>Humanas:</b> Sociable, responsabilidad frente a las labores que se les asigna, respetuosos y capaz de trabajar en equipo.	-Cumplimiento de labores asignadas.

**Fuente propia.**

**Tabla G.2** Herramientas utilizadas por cada uno de los cargos pertenecientes al proceso caso de estudio.

CARGO	HERRAMIENTAS	
	De gestión	De operación de actividades
<b>Gerente General</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office.</li> <li>• Computador.</li> <li>• Celular.</li> <li>• Manual del cafetero colombiano.</li> <li>• Información de procesos e históricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo personal.</li> <li>• Documento maestro.</li> </ul>
<b>Gerente Técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office.</li> <li>• Computador.</li> <li>• Celular.</li> <li>• Manual del cafetero colombiano.</li> <li>• Información de procesos e históricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo personal.</li> <li>• Documento maestro.</li> <li>• Cámara fotográfica.</li> </ul>
<b>Gestor de Operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office.</li> <li>• Celular.</li> <li>• Computador.</li> <li>• Planillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos de medición (decámetro, metro, barra de referencia y barra de medición).</li> <li>• Piola.</li> <li>• Tubos de muestreo.</li> </ul>
<b>Líder Operativo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de protección (guantes, tapabocas, gafas, botas y traje.)</li> <li>• Dosificadora.</li> <li>• Gramera.</li> <li>• Aspersor.</li> <li>• Pala.</li> <li>• Guadaña.</li> <li>• Machete.</li> <li>• Palín.</li> </ul>
<b>Equipo Operativo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de protección (guantes, tapabocas, gafas, botas y traje.)</li> <li>• Guadaña.</li> <li>• Machete.</li> <li>• Aspersor.</li> <li>• Palín.</li> <li>• Manguera.</li> <li>• Coco.</li> <li>• Zaranda.</li> <li>• Azadoneta.</li> <li>• Pala.</li> </ul>

**Fuente propia.**

## Anexo H.

# MODELO DE CADENA DE VALOR DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A.

**Tabla H.1** Glosario referente al sector cafetero.

<b>TÉRMINOS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
Chapola	Semilla de café germinada, (cuando ha emitido su primer par de hojas).
Germinador	Sitio acondicionado con una capa de arena lavada de río o tierra negra, en el cual se colocan las semillas de café para que germinen. Normalmente el germinador está ubicado sobre o a nivel del suelo.
Almácigo	Sitio acondicionado para sembrar en bolsas de polietileno llenas de sustrato las chapolas provenientes del germinador. Cuando las chapolas son sembradas en dichas bolsas, se agrupan en eras y se exponen parcialmente a la radiación solar, hasta cuando adquieran su desarrollo suficiente para su trasplante definitivo en campo.
Producto fitosanitario	Según la OMS, es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas para prevenir o controlar cualquier especie de plantas o animales indeseables, tanto para la salud pública como para la agricultura.
Cobertura vegetal	Es la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasa con diferentes características fisiológicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales.
Zonas agroecológicas	En estas se obtienen diferentes respuestas del cultivo de café; esta diversidad origina diferencias en las prácticas de manejo de cultivo y en las necesidades de recursos como agua, luz, nutrientes y presencia y manejo de problemas fitosanitarios.
Estudio agrológico	Parte de la agronomía que estudia las relaciones entre el suelo y la vegetación.
Estudio agroclimatológico	Hace referencia a la climatología agrícola, la cual tiene como objetivos: profundizar en el conocimiento de la relación entre el clima y la actividad agrícola, tanto sobre los cultivos como sobre los métodos y técnicas utilizadas para el mismo, y optimizar la toma de decisiones en la planificación agrícola.
Almanaque de floración	Predicciones sobre el tiempo de ocurrencia de la cosecha, sus picos y los momentos críticos de posibles ataques de enfermedades y/o plagas. La floración del café es una respuesta fenológica asociada a cambios en variables agrometeorológicas como la disponibilidad hídrica en el suelo, la temperatura del aire y el brillo solar.

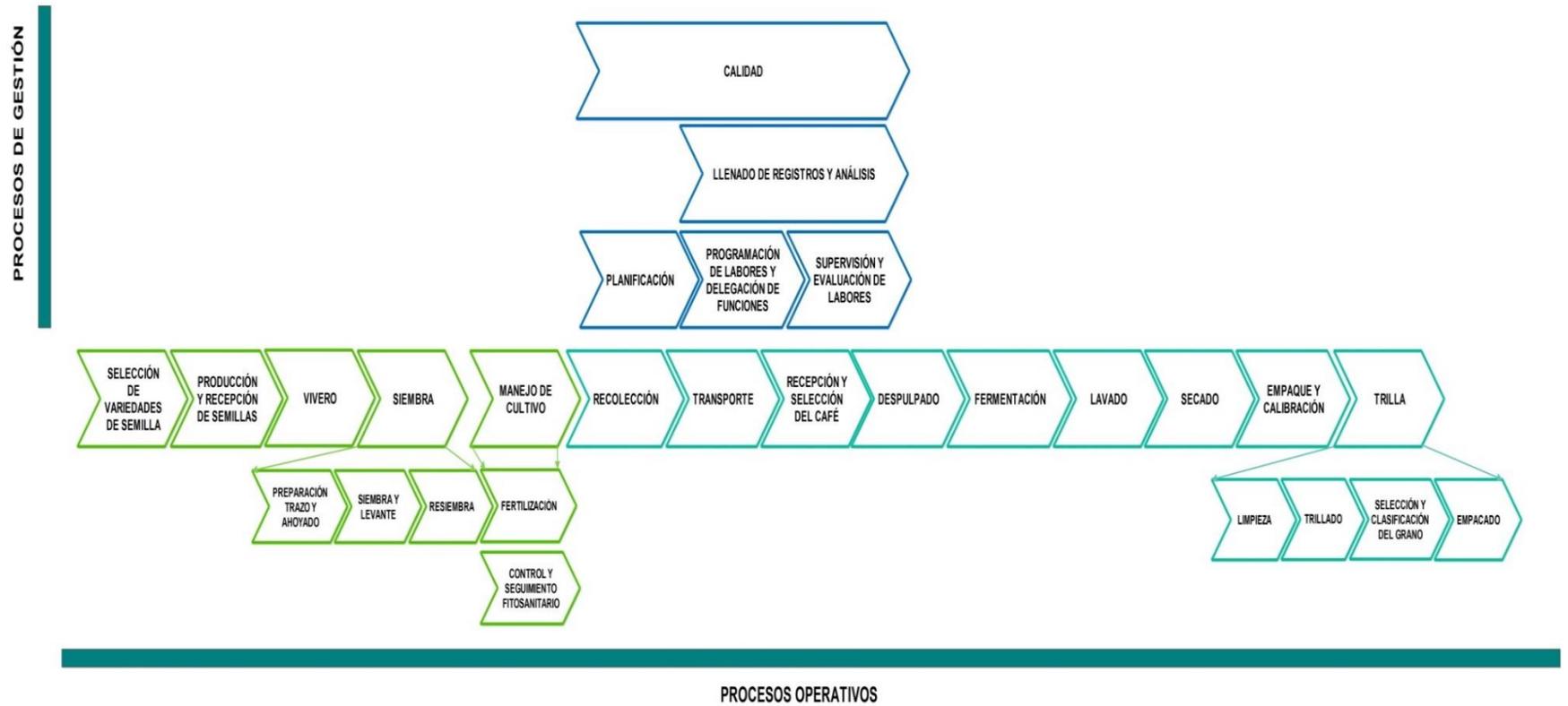
**Fuente propia.**

**Tabla H.1** Glosario referente al sector cafetero (continuación).

<b>TÉRMINOS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
In-situ	Expresión latina que significa “en el sitio”. Se utiliza para designar una manipulación realizada en el lugar.
Arvense	Plantas que crecen en forma silvestre en campos cultivados o ambientes antropogénicos (se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana).
Colino	Planta de café que cuenta con dos o más cruces de ramas debidamente formadas y ha sido depositada en una bolsa de polietileno negra con mezcla de tierra y materia orgánica.
Zaranda o criba	Instrumento para cernir o separar lo más fino de la tierra, arena o de otras sustancias. Consiste en una lámina agujereada o una tela sujeta a un aro o marco de madera.
Cercas vivas	El uso de especie leñosas vivas para cercas. Pueden consistir de postes individuales conectados por alambre u otro material.
Albergue para colino	Hace referencia a los hoyos hechos en un terreno para la siembra de los colinos.
Trazar el terreno	En el trazado del terreno se debe tener en cuenta la distancia de siembra, en la cual influyen factores como la especie, clase de suelo y topografía. Además, se considera importante porque al realizar esta práctica se conoce exactamente cuántas plantas necesitan para sembrar, cómo van distribuidas y cómo controlar la erosión. El tipo de trazado obedece al grado de inclinación que tenga el terreno.
Ahoyar	Se refiere a la acción de hacer hoyos. En la caficultura, se ahoya para poder albergar los colinos de café, es decir, para sembrarlos.
Surco	Canaleta hecha en los campos cultivados para llevar el agua desde el canal de riego hasta las plantas.
Aspersora	Mecanismo que esparce o dispersa un líquido a presión, como por ejemplo el agua para el riego o los herbicidas.
Dosificadora	Mecanismo que sirve para suministrar cantidades determinadas de un producto o sustancia.
Azadón	Instrumento que sirve para trabajar la tierra o para desarrollar las tareas agrícolas. Es de pala algo curva y más larga que ancha. Se emplea para cavar en tierras duras o para cortar raíces.
Plateo	Labor que consiste en retirar las plantas y malezas que crecen en la base del árbol. Esta actividad sirve para alistar el suelo para la aplicación de fertilizantes y riego.
Desyerbar	Arrancar o eliminar (con la mano, utensilios, otros implementos o con herbicidas) las hierbas perjudiciales para los cultivos.
Selector	Instrumento que permite controlar las malezas más agresivas que generalmente superan en altura a las malezas nobles, previniendo de esta manera la erosión.

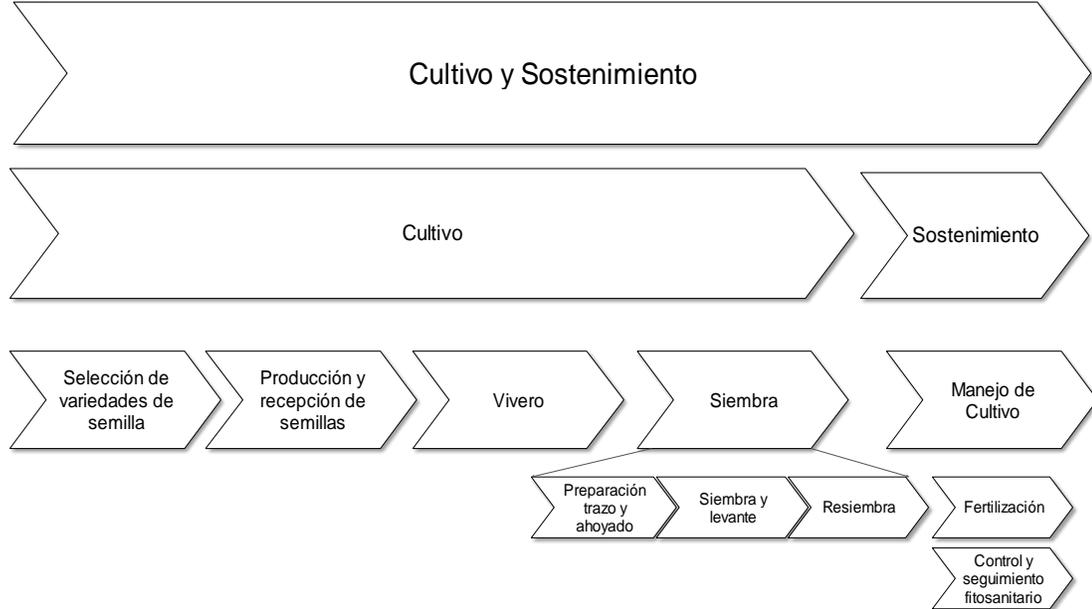
**Fuente propia.**

**Figura H.1** Cadena de valor para la producción de café de alta calidad de la empresa Supracafé Colombia S.A.



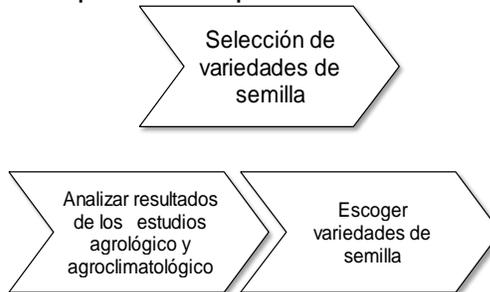
**Fuente Propia.**

**Figura H.2** Cadena de valor para el proceso de cultivo y sostenimiento de café.



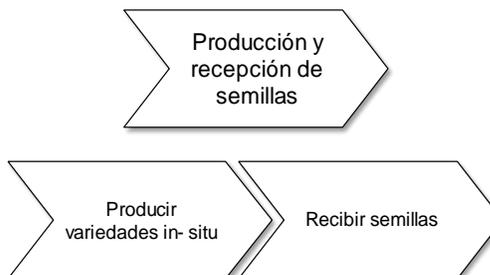
**Fuente propia.**

**Figura H.3** Cadena de valor para el subproceso de selección de variedades.



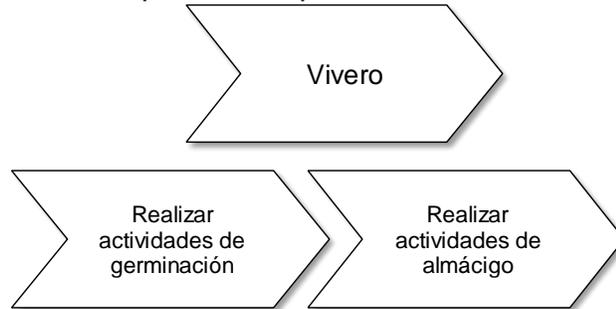
**Fuente Propia.**

**Figura H.4** Cadena de valor para el subproceso de Producción y recepción de semillas.



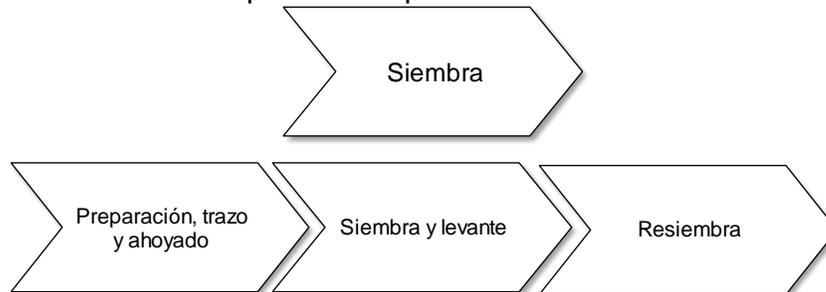
**Fuente Propia.**

**Figura H.5** Cadena de valor para el subproceso de Viveros.



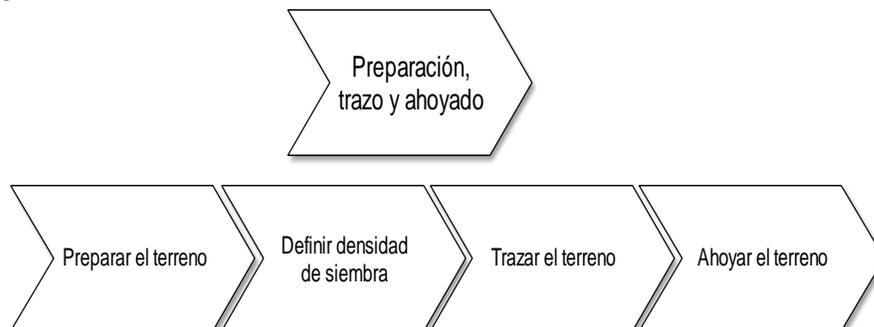
**Fuente Propia.**

**Figura H.6** Cadena de valor para el subproceso de Siembra.



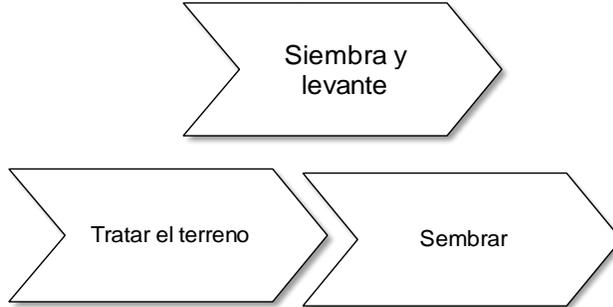
**Fuente Propia.**

**Figura H.7** Cadena de valor para el subproceso de preparación, trazo y ahoyado del terreno.



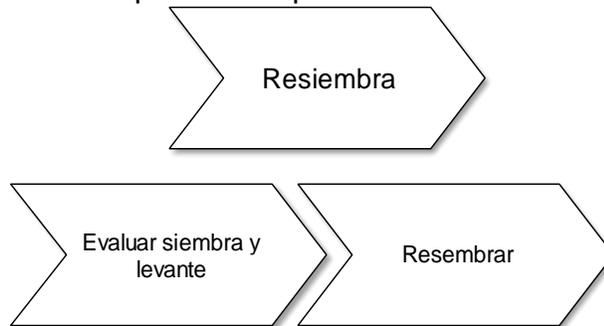
**Fuente propia.**

**Figura H.8** Cadena de valor para el subproceso de Siembra y levante.



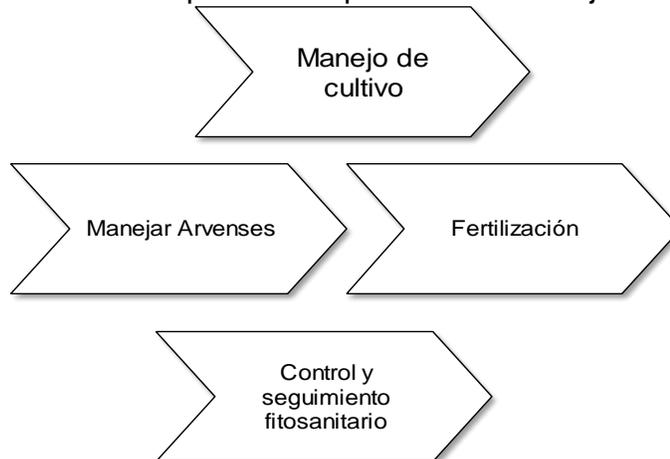
**Fuente Propia.**

**Figura H.9** Cadena de valor para el subproceso de Resiembra de árboles.



**Fuente Propia.**

**Figura H.10** Cadena de valor para el subproceso de Manejo de Cultivo.



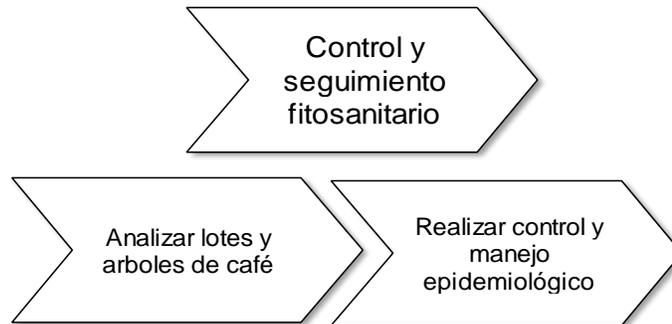
**Fuente Propia.**

**Figura H.11** Cadena de valor para el Subproceso de Fertilización.



**Fuente Propia.**

**Figura H.12** Cadena de valor para el Subprocesos de control y seguimiento fitosanitario.



**Fuente propia.**

## **Anexo I.**

# **MODELADO ESTRUCTURAL DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A.**

### **I.1 Flujos de información**

La información está definida como grupo de datos controlados y ordenados, con el propósito de reducir la incertidumbre e incrementar el conocimiento para los integrantes dentro de la organización, que les permita una adecuada toma de decisiones que conduzca a lograr los objetivos y metas propuestas. Es por ello que la han considerado uno de los recursos más importantes ya que administrada eficientemente puede lograr un alto nivel competitivo, mayor oportunidad de crecimiento y desarrollo para la empresa [14]. No obstante es claro que las empresas se enfrentan a grandes cantidades de información que se generan constantemente producto de cada una de las actividades o tareas que se realizan en su interior lo que puede provocar problemas en su administración. Por tal razón se resalta la importancia de la gestión de la información como un elemento vital para que las organizaciones mejoren sus procesos internos puesto que ejerce una influencia notable en la cultura organizacional, en los modelos laborales y en su funcionamiento. Además la gestión de información se aplica a los productos y servicios de información, al flujo de información y al uso de información dentro de la organización [15].

Al interior de cualquier entidad la información fluye constantemente, y cada tarea que en ella se realice generara más información que va recorriendo todas sus áreas funcionales, generando flujos de información, que hacen referencia a la circulación y transferencia de datos en sus distintas formas y medios a lo largo de todos los niveles jerárquicos de la empresa de manera ascendentes, descendentes, horizontal y transversal, y debe contener informaciones internas y externas, constituyéndose como un insumo para el desarrollo de las actividades, tareas y la toma de decisiones [16].Es indispensable que exista un adecuado flujo de información entre la organización y su entorno y entre las distintas unidades de esta para su correcto desarrollo permitiendo una eficaz gestión de la información. Logrando el éxito de la organización en el mercado donde se desarrolla.

Como hemos visto la información es un eje muy importante para las organizaciones pues con ella se puede lograr un alto nivel competitivo dentro del mercado y obtener mayores niveles de desarrollo, para esto han enfocado sus esfuerzos en la optimización de flujos de información que constituya un verdadero apoyo a la toma de decisiones. De ahí se hace necesario la identificación, modelado y posterior análisis de los flujos de información dentro de una organización, los modelos que ahí se realizan da la idea de cuantas informaciones se emiten y se reciben, quienes son sus responsables y el canal de comunicación que se utiliza para las mismas [17].

Al observar la organización como un todo, se priorizan los flujos de información que actúan como soporte para la ejecución y mejora de las actividades organizacionales.

**Tabla I.1** Interpretación de los flujos de información para la etapa de cultivo.

ELEMENTOS	FLUJOS DE INFORMACIÓN	INTERPRETACIÓN
<b>ENTRADAS</b>	Terreno.	Lugar donde se va a establecer el cultivo de café. Viene de la selección de terreno que hacen los directivos de la empresa.
	Resultado de estudio agrológico.	Resultado del estudio que se hace al suelo y la vegetación del terreno donde se va a sembrar.
	Resultado de estudio agroclimatológico.	Resultado del estudio que se realiza para monitorear el clima y conocer los datos históricos del clima de la zona donde se va a sembrar además de identificar las alertas que puedan afectar la producción, y estimar las cantidades de agua necesarias para el riego del cultivo.
	Cantidad de semilla mejorada.	Cantidad de semilla que se compra directamente a Cenicafé.
	Árboles más fértiles.	Árboles con la mayor producción de semillas de café.
	Diagnóstico de cobertura vegetal del terreno.	Cantidad de especies vegetales que se encuentran en el lugar o sitio donde se va a ubicar la plantación.
	Ubicación seleccionada.	Este flujo viene de A1 (planificación) del proceso de administración de operaciones de producción y calidad. Es la ubicación elegida por parte del gerente de la empresa donde estará ubicado el cafetal.
	Terreno para el germinador.	Lugar que se utilizará para realizar el germinador y las actividades que ahí se ejecuten.
	Terreno para el almácigo.	Lugar que se utilizará para realizar el almácigo y las actividades que ahí se ejecuten.
	Estructura de lotes.	Como será dividido el terreno en lotes, dimensiones de estos y variedad de café que se sembrará en cada uno de ellos.
	Tipo de café definido.	Este flujo viene de A1 (planificación) del proceso de administración de operaciones de producción y calidad. Hace referencia a la variedad escogida de café para la siembra.
Recursos necesarios 1.	Hace referencia a todas las herramientas, mano de obra, materiales, insumos, que se necesitan para la realización de alguna actividad en la etapa de cultivo. Este flujo llega de A2 (programación de labores y delegación de funciones) del proceso de administración de operaciones de producción y calidad.	

**Fuente propia.**

**Tabla 1.1** Interpretación de los flujos de información para la etapa de cultivo (continuación).

<b>ELEMENTOS</b>	<b>FLUJOS DE INFORMACIÓN</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>SALIDAS</b>	Registro de resiembra.	Documento que contiene la fecha, cantidad de árboles de café que resistieron la siembra, y que fueron resembrados; y la cantidad de árboles de sombra sembrados.
	Muestra para laboratorio.	Kilo de tierra extraído de diversos sitios del lote para enviar al laboratorio especializado en suelos.
	Árboles que resistieron la siembra.	Planta de café que pudo resistir las condiciones del sector en que fueron sembrados.
	Densidad de siembra.	Es el número de kilos de semilla por lote que se necesitan y se van a utilizar para sembrar
	Reporte de cantidad de árboles sembrados.	Documento donde está consignado el número total de árboles de café que fueron sembrados.
	Reporte de identificación de lote.	Documento donde está registrado el número que corresponde a cada lote y que variedad está sembrada en ellos.
	Registro de producción de variedades in-situ.	Reporte con la cantidad de semilla que se produjo directamente en la finca.
	Reporte de análisis agrológico y agroclimatológico.	Reporte que se realiza del estudio que se hizo al suelo, clima y vegetación de la zona donde se tiene el cultivo de café, este reporte permite conocer el estado del clima, estado del suelo y el cultivo de café.
<b>CONTROLES</b>	Informe evaluación agroecológica.	Informe que se realiza para conocer el estado del cultivo de café teniendo en cuenta las condiciones del suelo respecto a productividad y riesgo a erosión que puedan restringir los beneficios ambientales.
	Criterios generales de procedimiento.	Viene de A1 (Planificación) como un flujo de información de control del proceso de administración de operaciones para esta etapa del proceso. Se refiere a procedimientos de ejecución no documentados.
	Manual del cafetero Colombiano	Es un documento guía hecho por los investigadores de Cenicafé y la Federación Nacional de cafeteros para el establecimiento del cultivo del café en Colombia, la protección del medio ambiente y la sostenibilidad social. En este se han registrado las recomendaciones técnicas para la producción de café y la información cafetera actualizada.
	Indicadores de rendimiento técnico-económicos.	Se refiere a la demanda de mercado.
	Documento maestro.	Es un documento guía de los procesos operativos claves para la producción de café.

**Fuente propia.**

**Tabla I.1** Interpretación de los flujos de información para la etapa de cultivo (continuación).

ELEMENTOS	FLUJOS DE INFORMACIÓN	INTERPRETACIÓN
<p style="text-align: center;"><b>CONTROLES</b></p>	<p>Instrucciones de ejecución 1.</p>	<p>Órdenes verbales que se dan a los empleados de cómo deben realizar las labores en cultivo, en estas instrucciones de ejecución vienen contenidas todas las instrucciones de operación de la etapa de proceso de cultivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instrucción de operación 1:</b> se encuentran las órdenes para el subproceso de producción y recepción de semillas y en este se encuentran la instrucción de operación para producir semillas in-situ y la instrucción de operación para la recepción de semillas.</li> <li>• <b>Instrucción de operación 2:</b> están las órdenes para el subproceso de vivero, en él se encuentran las siguientes instrucciones de operación: para adecuar el sitio del germinador y del almácigo; para transportar los colinos, para hacer fertilización y control y seguimiento fitosanitario en el germinador y en almácigo.</li> <li>• <b>Instrucción de operación 3:</b> están todas las órdenes para llevar a cabo el subproceso de siembra. Dentro de este se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Instrucciones de operación 3.1</i> para preparación trazo y ahoyado, donde se encuentran además las siguientes instrucciones de operación: Para el control de arvenses, para manejo de sombrío, para definir densidad de siembra, para toma de muestras, para definir la vía de acceso al terreno, para el trazo del terreno y finalmente para ahoyar el terreno.</li> <li>- <i>Instrucciones de operación 3.2</i> para siembra y levante, donde se encuentran instrucciones de operación: Para el tratamiento de la tierra y para sembrar los colinos transportados desde el sitio de viveros.</li> <li>- <i>Instrucción de operación 3.3</i> para resiembra, dentro de ella están las instrucciones de operación: para detectar árboles que no resistieron la siembra, para manejo de sombrío, para resembrar arboles de café y árboles de realce de sombrío.</li> </ul> </li> </ul>

**Fuente propia.**

**Tabla I.1** Interpretación de los flujos de información para la etapa de cultivo (continuación).

ELEMENTOS	FLUJOS DE INFORMACIÓN	INTERPRETACIÓN
<b>RECURSOS</b>	Hardware y Software.	Computadores con los programas que se necesitan para hacer los registros del proceso.
	Pesa.	Instrumento para pesar las semillas de café recibidas, ya sea porque se compraron directamente a Cenicafé o porque fueron producidas en la finca.
	Recursos para vivero.	Hace referencia a todos los materiales, herramientas y materia prima que se utilizan para realizar las actividades de germinación y de almácigo. Para germinación se utiliza: Semillas para germinación, helecho, zaranda y tierra amarilla; y para el almácigo se utiliza: Materia orgánica, palas, tierra, bolsas de polietileno. Además es necesario tener en cuenta que para la fertilización y el control y seguimiento fitosanitario se debe usar: Fertilizantes, la gramera, coco y productos fitosanitarios.
	Recursos para adecuación de vivero.	Herramientas y materiales que se necesitan para armar el vivero como: Guadua, Poli sombra, amarres, entre otros.
	Recursos para riego.	Mangueras, agua necesaria para el riego de las plántulas y semillas de café.
	Recursos para siembra.	Hacen parte todos los recursos que se necesitan para ejecutar las actividades del subproceso de siembra: <ul style="list-style-type: none"> <li>Subproceso de preparación, trazo y ahoyado: Para preparar terreno: Machete, motosierra, herbicidas, hacha, aspersor, dosificadora, equipo de protección para el personal. Para definir la densidad de siembra: equipos de medición (decámetros, metros, barras de medición y referencia), balde y palín. Para trazar el terreno: estacas, equipos de medición (decámetros, metros, barras de medición y referencia) y piola. Para ahoyar el terreno: Palín <ul style="list-style-type: none"> <li>Subproceso de siembra y levante: Para tratar los albergues para colinos: azadón, palín, cal y materia orgánica. Para sembrar: colinos, tierra y palín. <ul style="list-style-type: none"> <li>Subproceso de resiembra: Para resembrar: Árboles de café para sombrío y resiembra; y palín.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
	Vehículo.	Carro en el que se transportan los colinos de café desde el almácigo a campo.
	Personal táctico.	Hacen parte de este personal: El Gerente general, gerente técnico y el gestor de operaciones.
	Personal Operativo.	Hacen parte de este personal: El Gestor de operaciones, los líderes operativos y los equipos operativos.

**Fuente propia.**

**Tabla 1.2** Interpretación de los flujos de información para la etapa de sostenimiento.

ELEMENTOS	FLUJOS DE INFORMACIÓN	INTERPRETACIÓN
<b>ENTRADAS</b>	Resultado análisis de suelo.	Documento que llega del laboratorio especializado en suelos. Contiene las condiciones químicas (pH, porcentaje de fósforo, calcio y potasio; etc.) del suelo que se envió como muestra para analizar, y además incluye las sugerencias para fertilizaciones y enmiendas (con qué abonar, en qué fechas y en qué cantidades).
	Cantidad total de árboles de café sembrados.	Total de árboles de café que se sembraron en la finca.
	Recursos Necesarios 2.	Hace referencia a todas las herramientas, mano de obra, materiales, insumos, que se necesitan para la realización de alguna actividad en la etapa de sostenimiento. Este flujo llega de A2 (programación de labores y delegación de funciones) del proceso de administración de operaciones de producción y calidad.
	Resultado del estudio agroclimatológico.	Resultado del estudio que se realiza para monitorear el clima y conocer los datos históricos del clima de la zona donde se va a sembrar además de identificar las alertas que puedan afectar la producción, y estimar las cantidades de agua necesarias para el riego del cultivo.
	Lotes.	Número de lotes en los que se dividió el terreno para la siembra.
<b>SALIDAS</b>	Lotes fertilizados.	Lotes que se encuentran con la cantidad necesaria de nutrientes para favorecer el crecimiento y productividad de las plantas de café.
	Árboles nutridos.	Árboles que se encuentran con los nutrientes necesarios.
	Cultivo con manejo fitosanitario.	Cultivo de café que se encuentra sano, libre de enfermedades y/o plagas.
	Registro de control y manejo fitosanitario.	Documento donde se especifica fecha de la aplicación, cantidad de producto utilizado, lotes donde se realizó la aplicación, tipo de producto fitosanitario utilizado y como quedaron los arboles de café luego del control que se les hizo.
	Registro de manejo de arvenses.	Documento donde registra cada una de las tareas realizadas para el manejo de arvenses, incluyendo los lotes a los cuales se les hizo este manejo. En caso de utilizar herbicidas, también se registra la cantidad aplicada.
	Registro de fertilización.	Documento donde se especifica fecha de la aplicación, cantidad de fertilizante utilizado, lotes donde se realizó la aplicación y tipo de fertilizante utilizado.
	Registro de estado de nutrición del suelo.	Registro donde se encuentran especificados los nutrientes con los que cuenta el suelo donde se encuentra el cultivo de café.
	Almanaque de floración.	Documento de Excel que contiene pronóstico de floración que se realiza de los árboles de café, también se encuentran las temporadas de déficit hídrico por las que pasa el café, manejo de arvenses, fertilización, infestación por broca y/o roya; y pronóstico de cosecha.

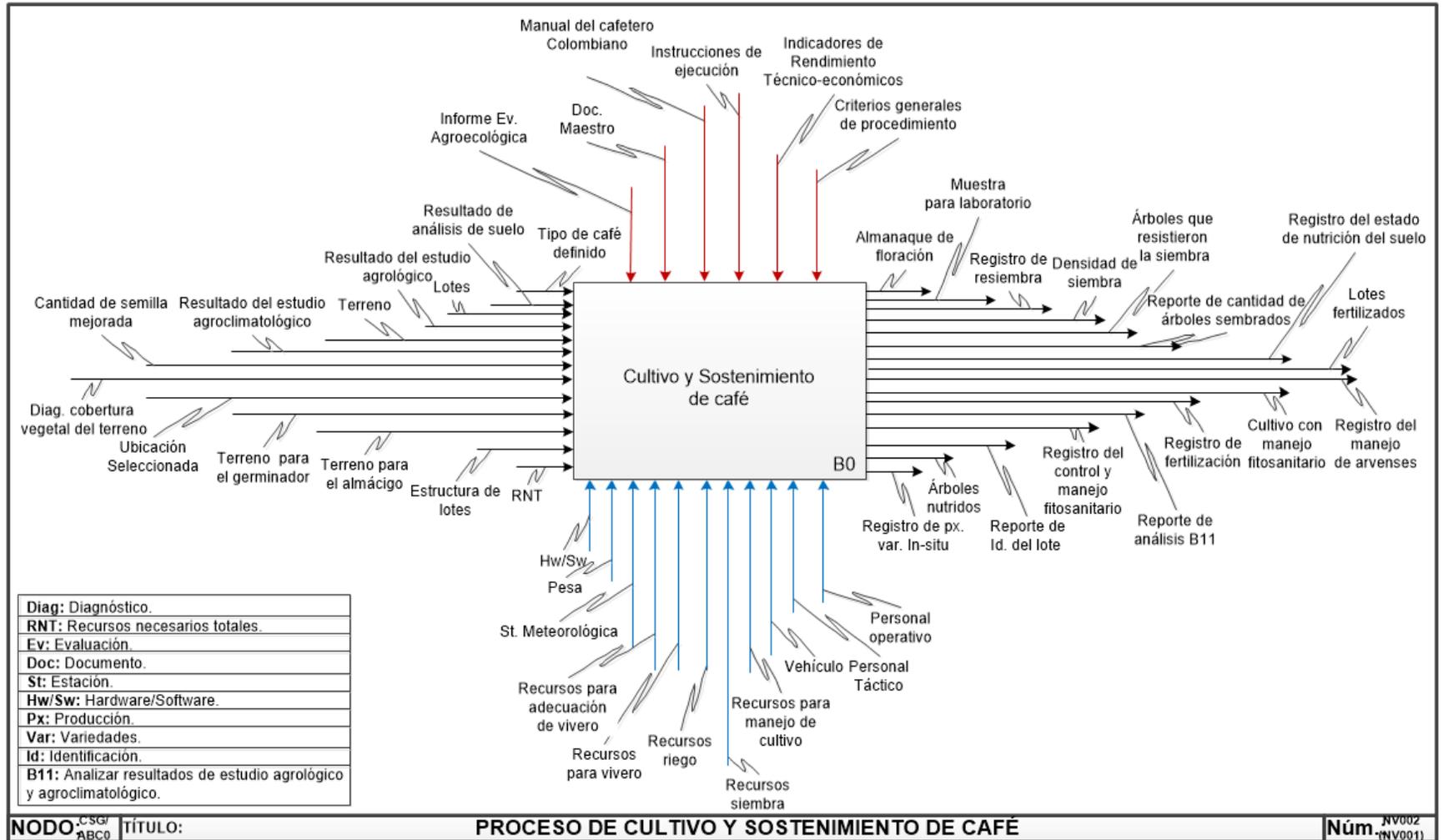
**Fuente propia.**

**Tabla 1.2** Interpretación de los flujos de información para la etapa de sostenimiento (continuación).

ELEMENTOS	FLUJOS DE INFORMACIÓN	INTERPRETACIÓN
<b>CONTROLES</b>	Criterios generales de procedimiento	Viene de un control del proceso de planificación (A1) perteneciente a la administración de operaciones de producción y calidad. Y se refiere a procedimientos de ejecución no documentados.
	Instrucciones de ejecución 2.	Órdenes verbales que se dan a los empleados de cómo deben realizar las labores en la etapa de sostenimiento. En estas instrucciones de ejecución se encuentran agrupadas las instrucciones de operación 4 las cuales hacen referencia a todas las que hacen parte de manejo de cultivo, tales como: platear los árboles, desyerbar con machete, desyerbar con guadaña, desyerbar con selector, aplicar herbicidas, hacer fertilización y manejo de vivero. Además se encuentra la Instrucción de operación 4.1 que agrupa las órdenes verbales para llevar a cabo el control y seguimiento fitosanitario, estas son: instrucciones para: detección de árboles infectados y control de árboles infectados, y manejo de vivero.
<b>RECURSOS</b>	Hardware y software.	Computadores con los programas que se necesitan para hacer los registros del proceso.
	Estación meteorológica	Se miden parámetros como clima, humedad, pH.
	Recursos para manejo de cultivo.	Hacen parte todos los recursos necesarios para realizar el manejo de cultivo, entre estos están: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad de manejo de arvenses: Machete, guadaña, aspersor, selector, herbicidas y los equipos de protección.</li> <li>• Subproceso de Fertilización: Para preparar y aplicar fertilizantes: Coco, gramera y fertilizantes</li> <li>• Subproceso de control y seguimiento fitosanitario: Para realizar control y seguimiento fitosanitario: Bomba fumigadora, productos fitosanitarios y los equipos de protección (guantes, tapabocas, botas, traje impermeable).</li> </ul>
	Personal Táctico.	Hacen parte de este personal: el Gerente General, Gerente Técnico y el Gestor de Operaciones.
Personal Operativo.	Hacen parte de este personal: Gestor de Operaciones, Líderes operativos y los equipos Operativos.	

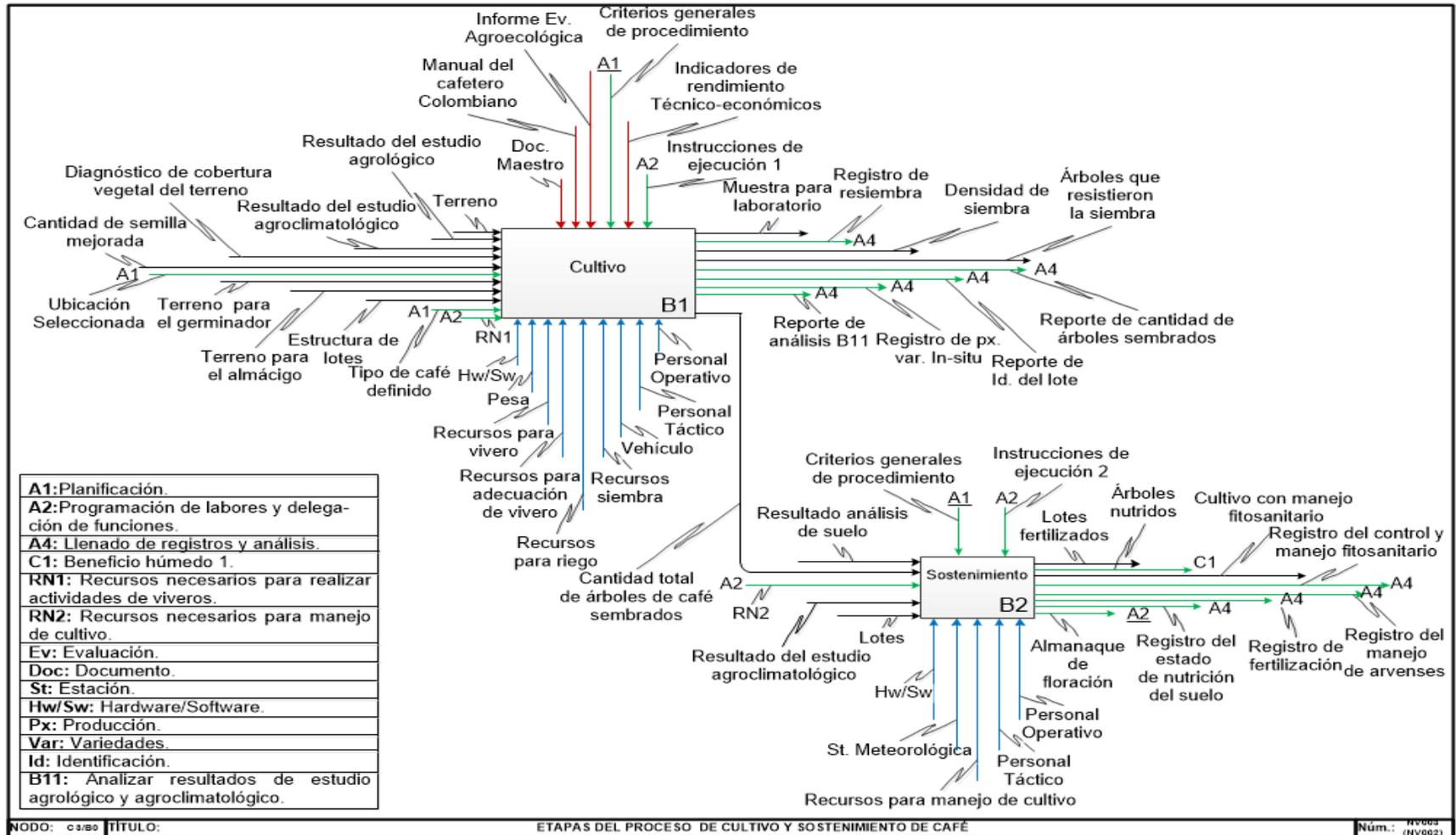
**Fuente propia.**

**Figura I.1** Diagrama IDEF0 (ABC0) para el proceso de cultivo y sostenimiento de café.



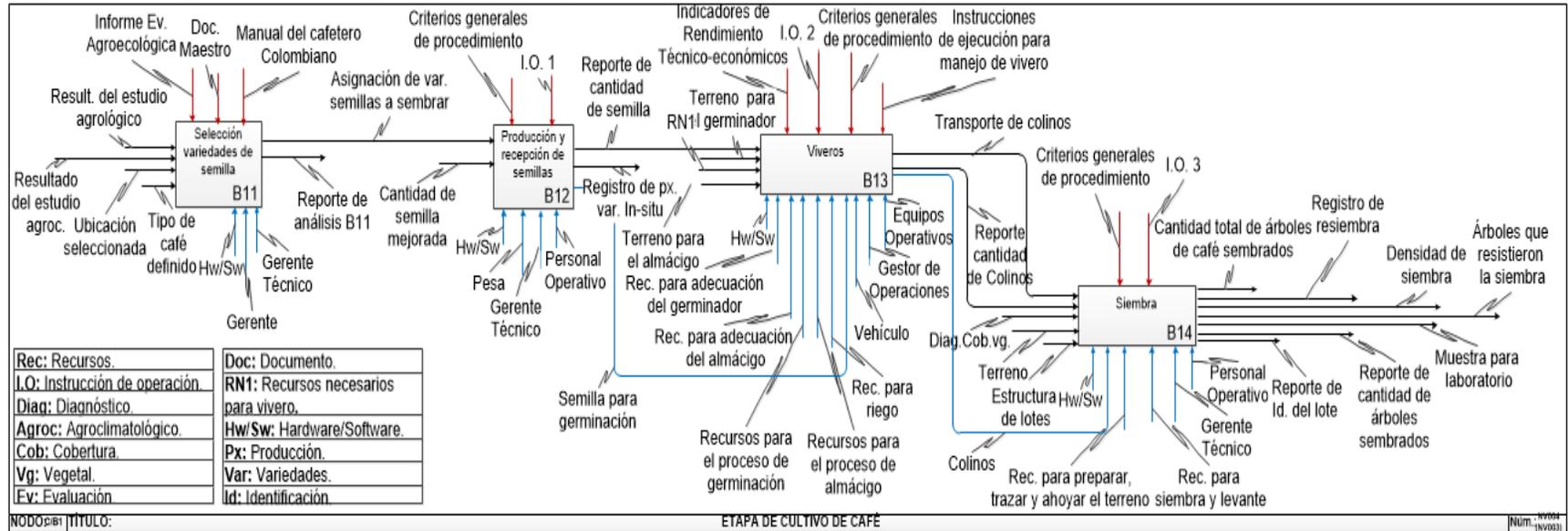
Fuente propia.

Figura 1.2 Diagrama IDEF0 (B0) para las etapas del proceso de cultivo y sostenimiento de café.



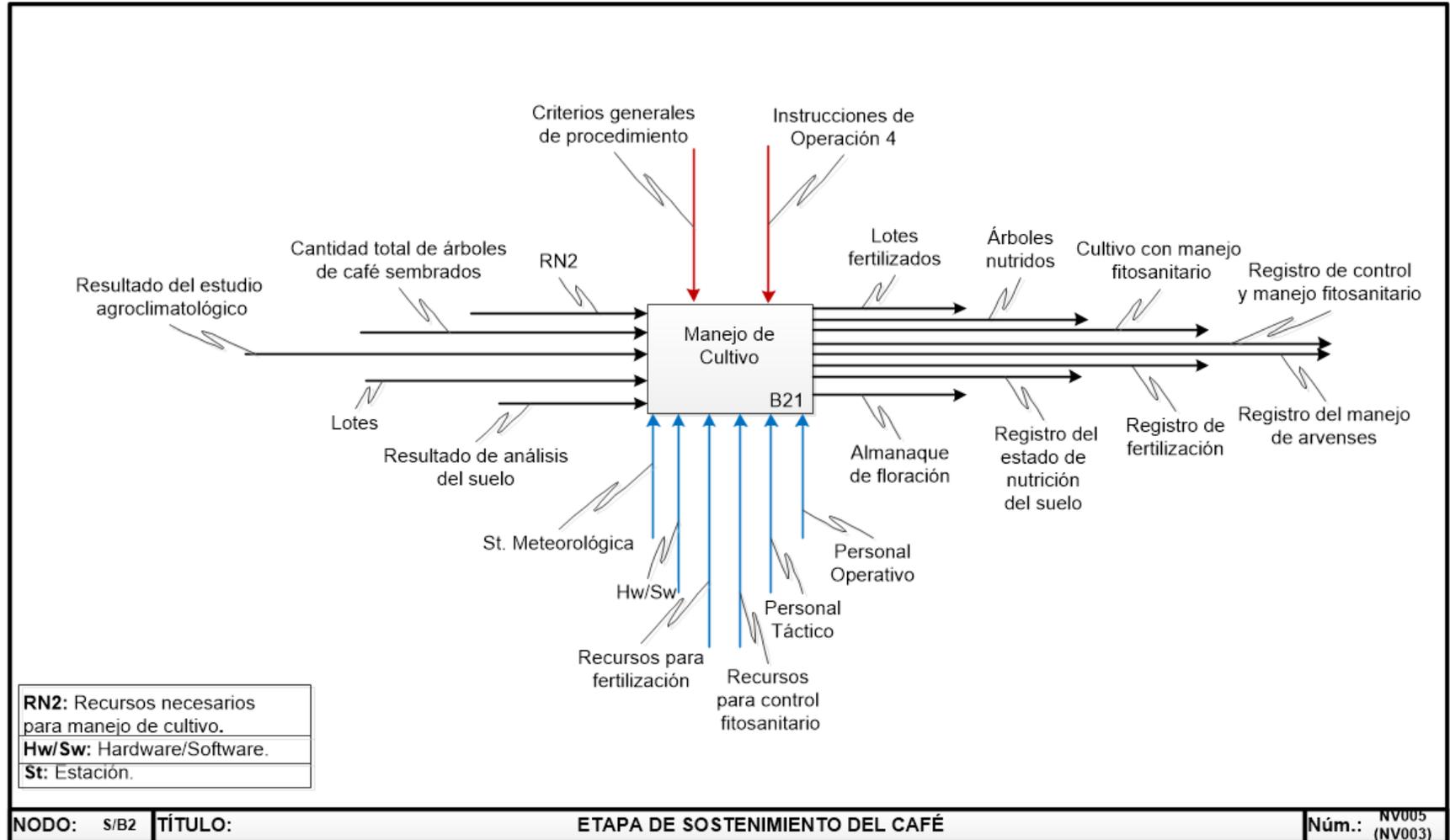
Fuente propia.

**Figura 1.3** Diagrama IDEF0 (B1) para la etapa de cultivo de café.



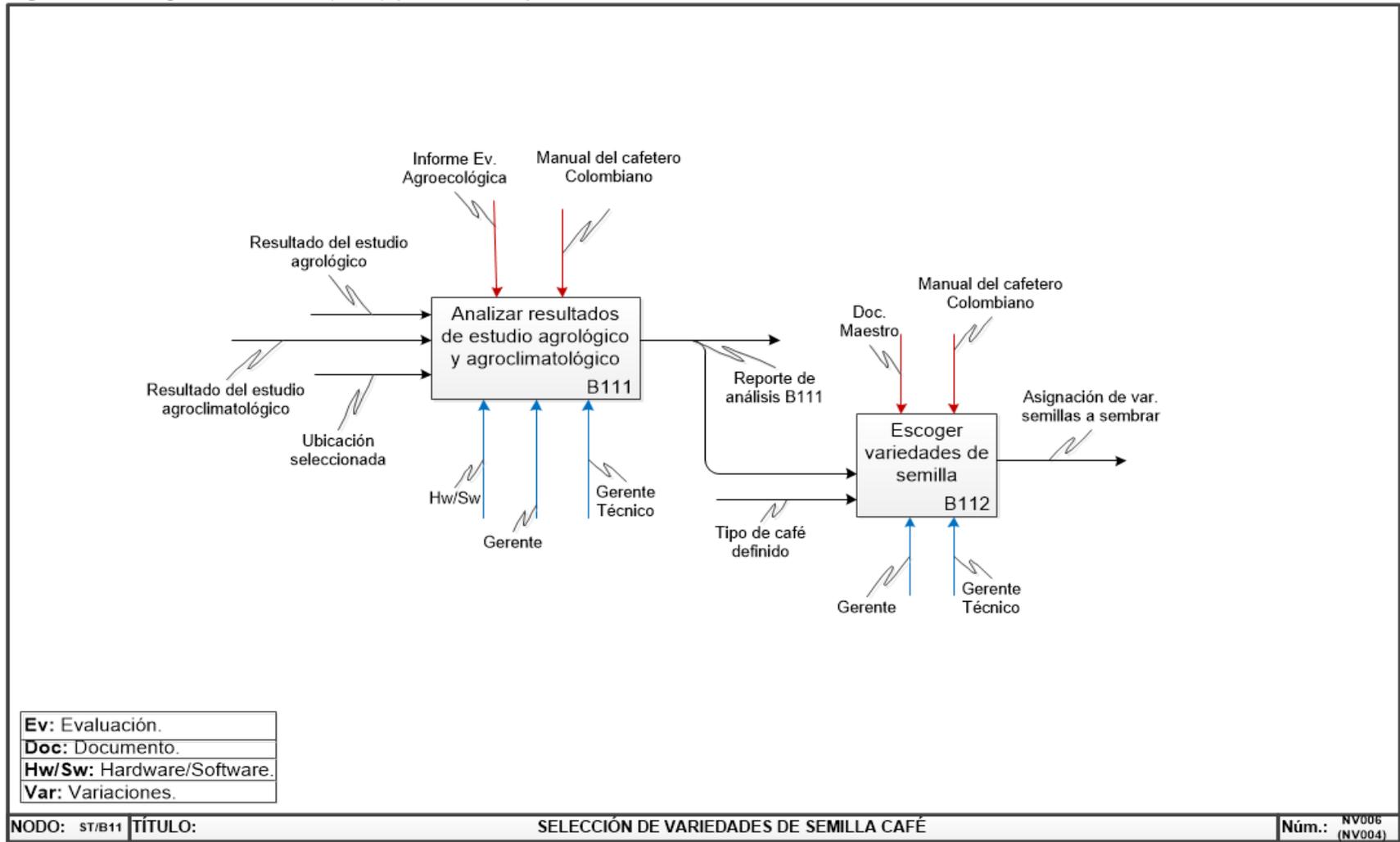
Fuente propia.

**Figura 1.4** Diagrama IDEF0 (B2) para la etapa de sostenimiento de café.



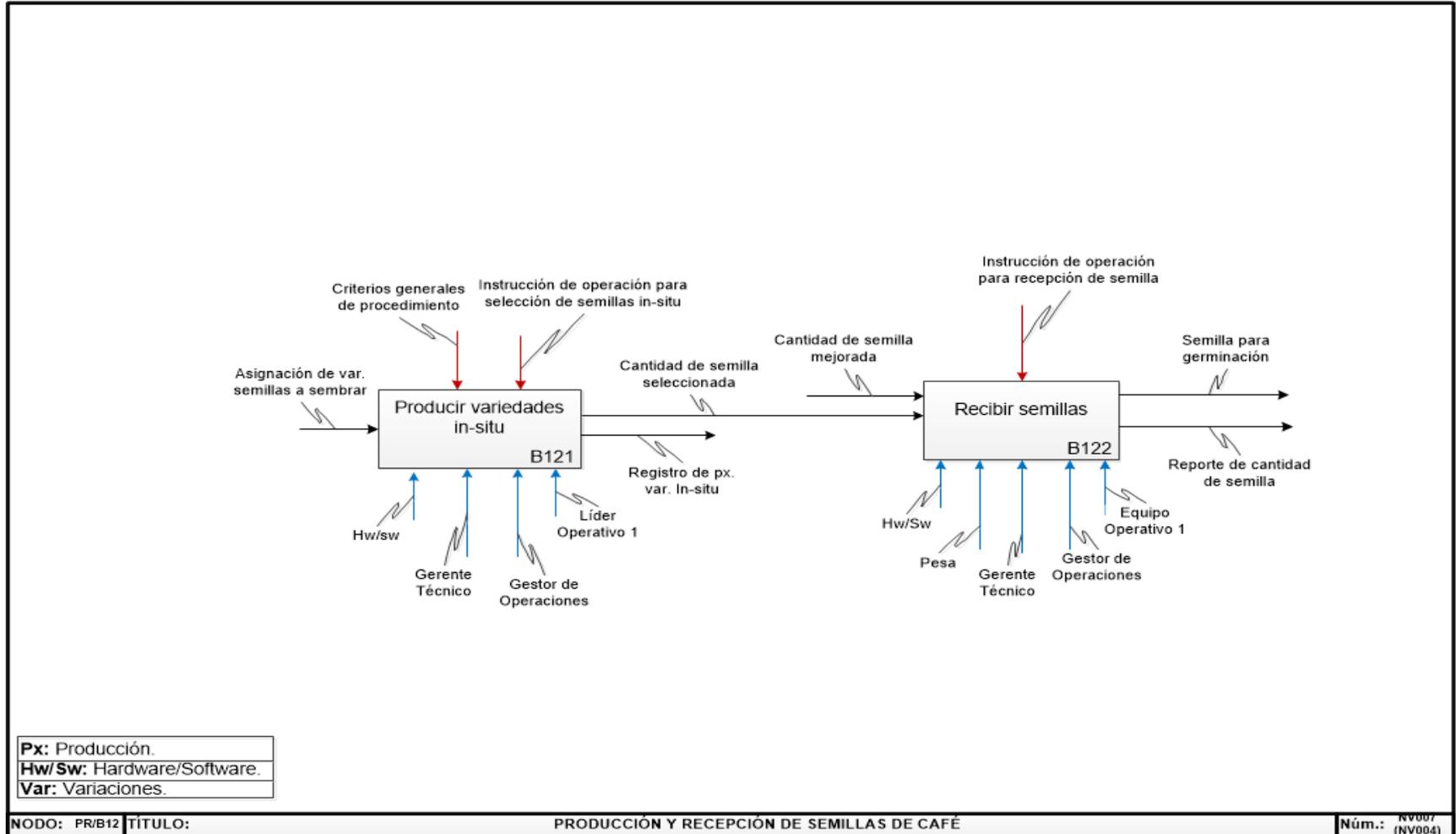
**Fuente propia.**

**Figura 1.5** Diagrama IDEF0 (B11) para el subproceso de selección de variedades de semilla de café.



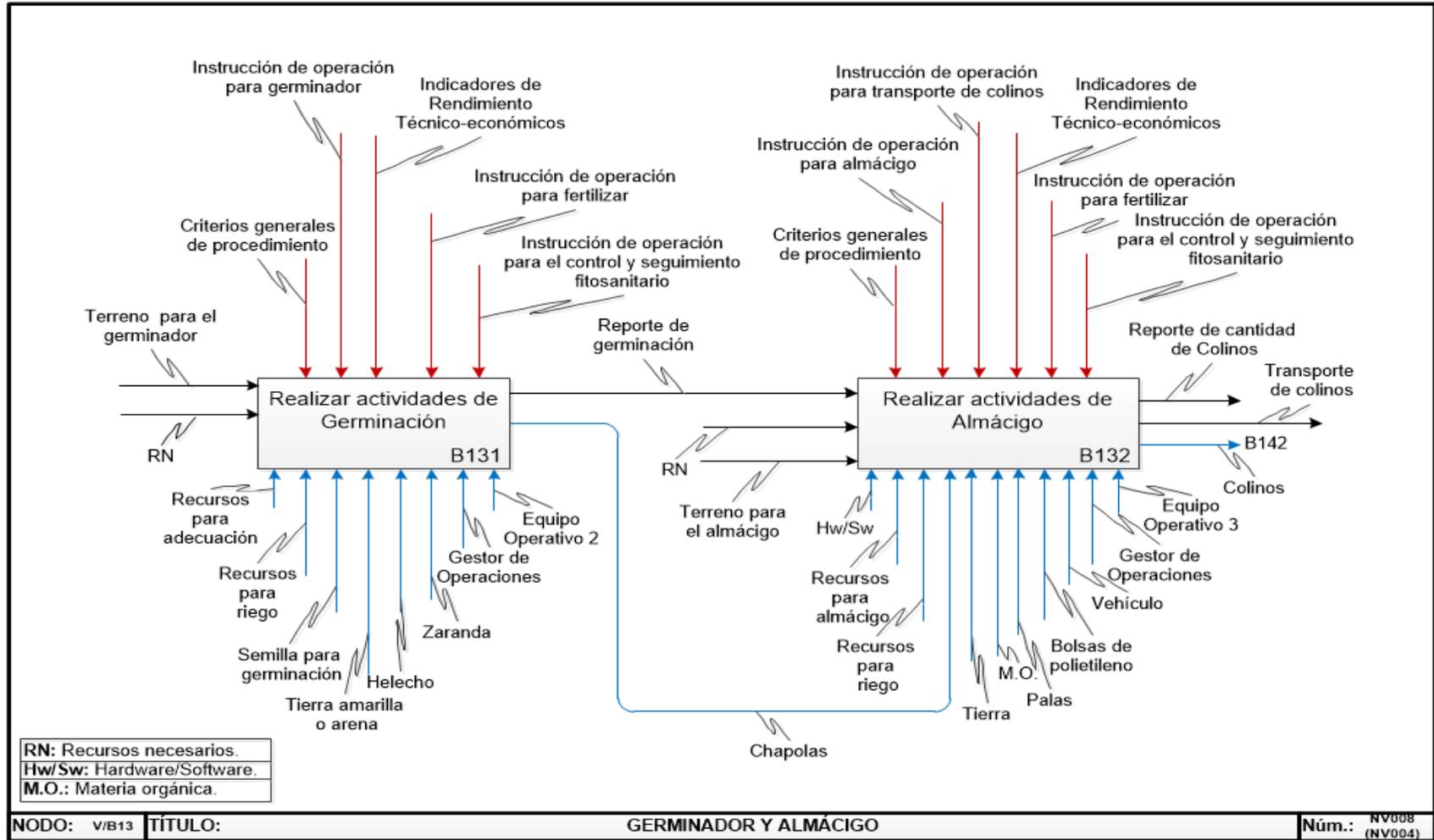
*Fuente propia.*

**Figura 1.6** Diagrama IDEF0 (B12) para el subproceso de producción y recepción de semillas de café.



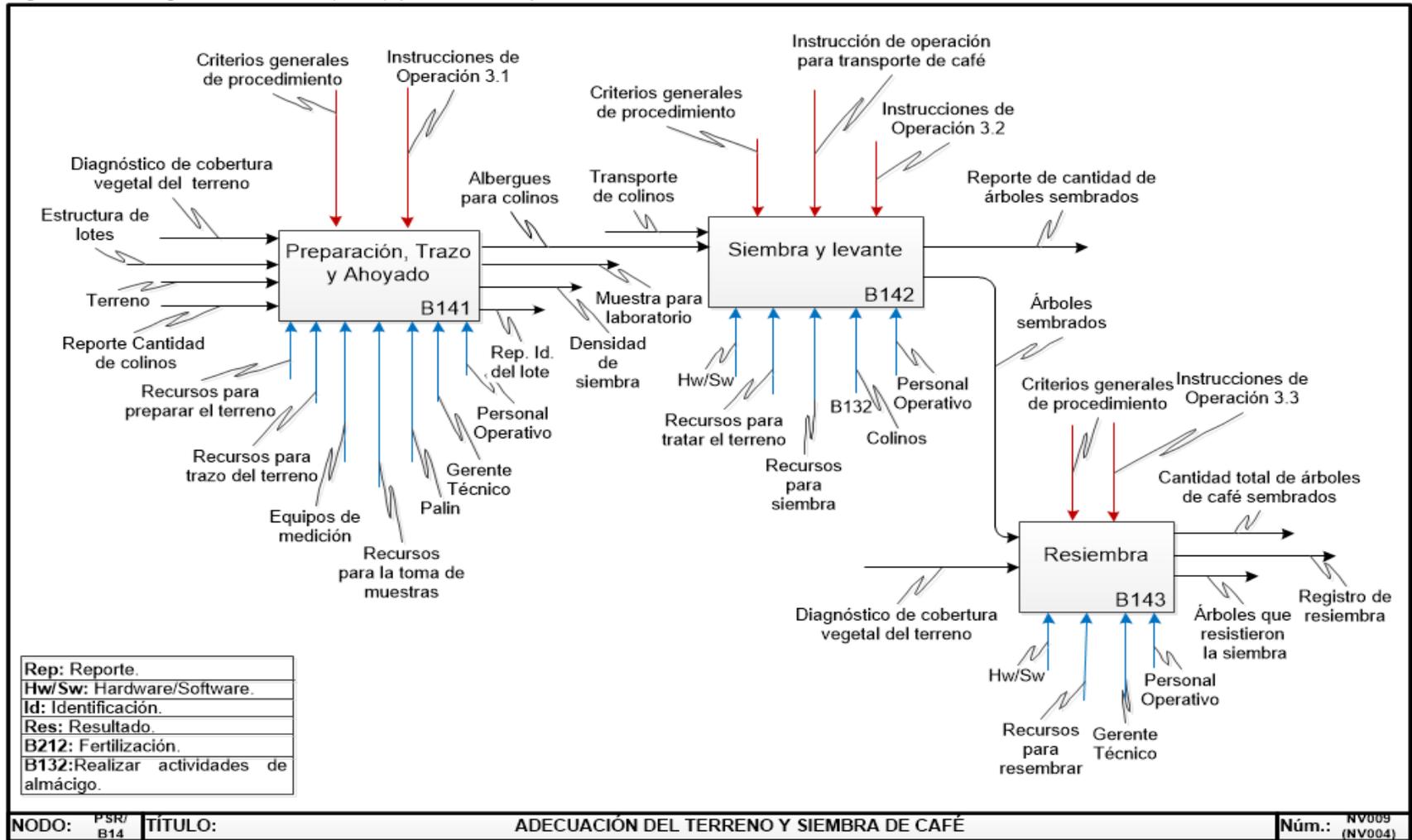
**Fuente propia.**

Figura I.7 Diagrama IDEF0 (B13) para el subproceso de viveros.



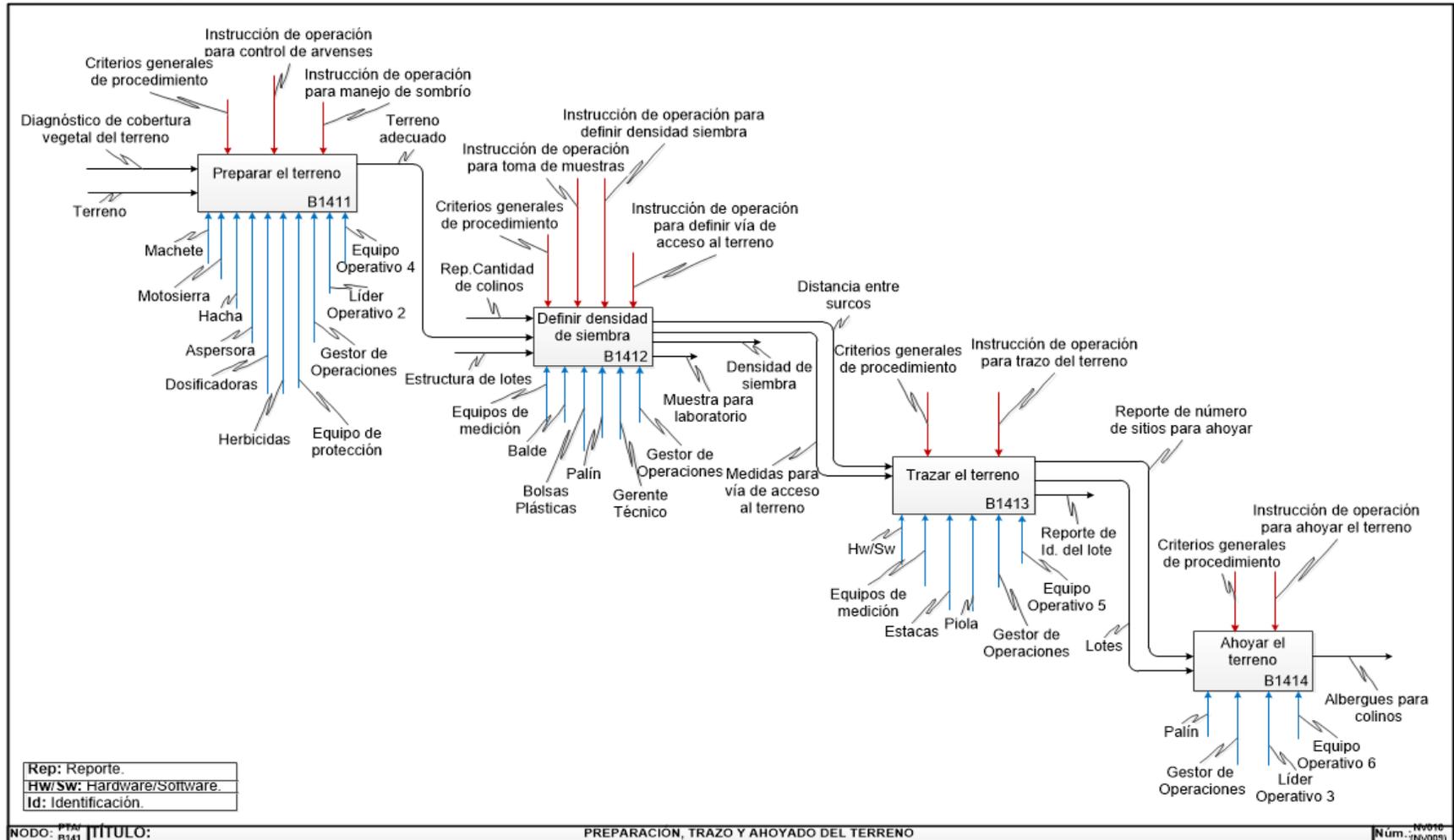
Fuente propia.

Figura 1.8 Diagrama IDEF0 (B14) para el subproceso de siembra.



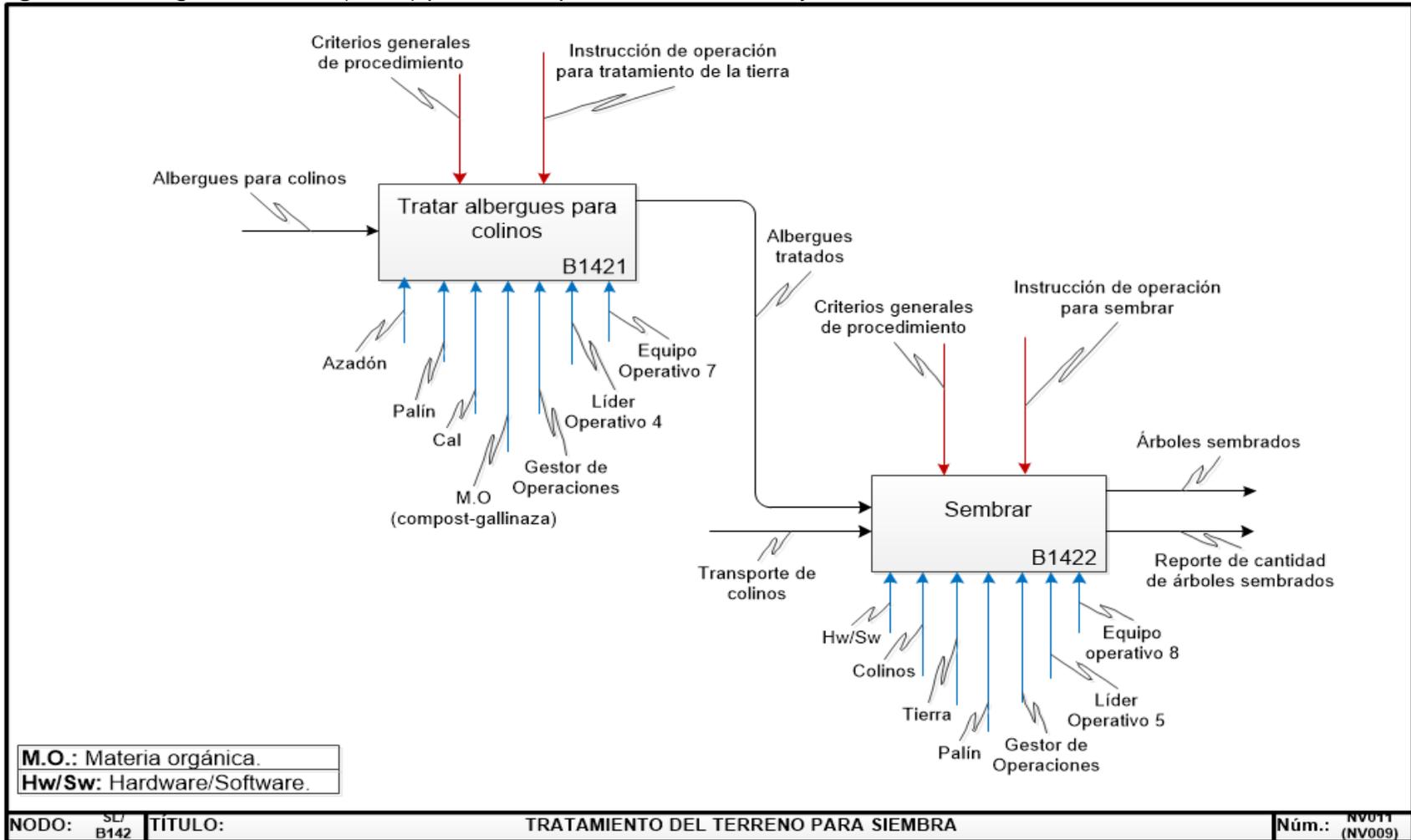
Fuente propia.

**Figura 1.9** Diagrama IDEF0 (B141) para el subproceso de preparación, trazo y ahoyado del terreno.



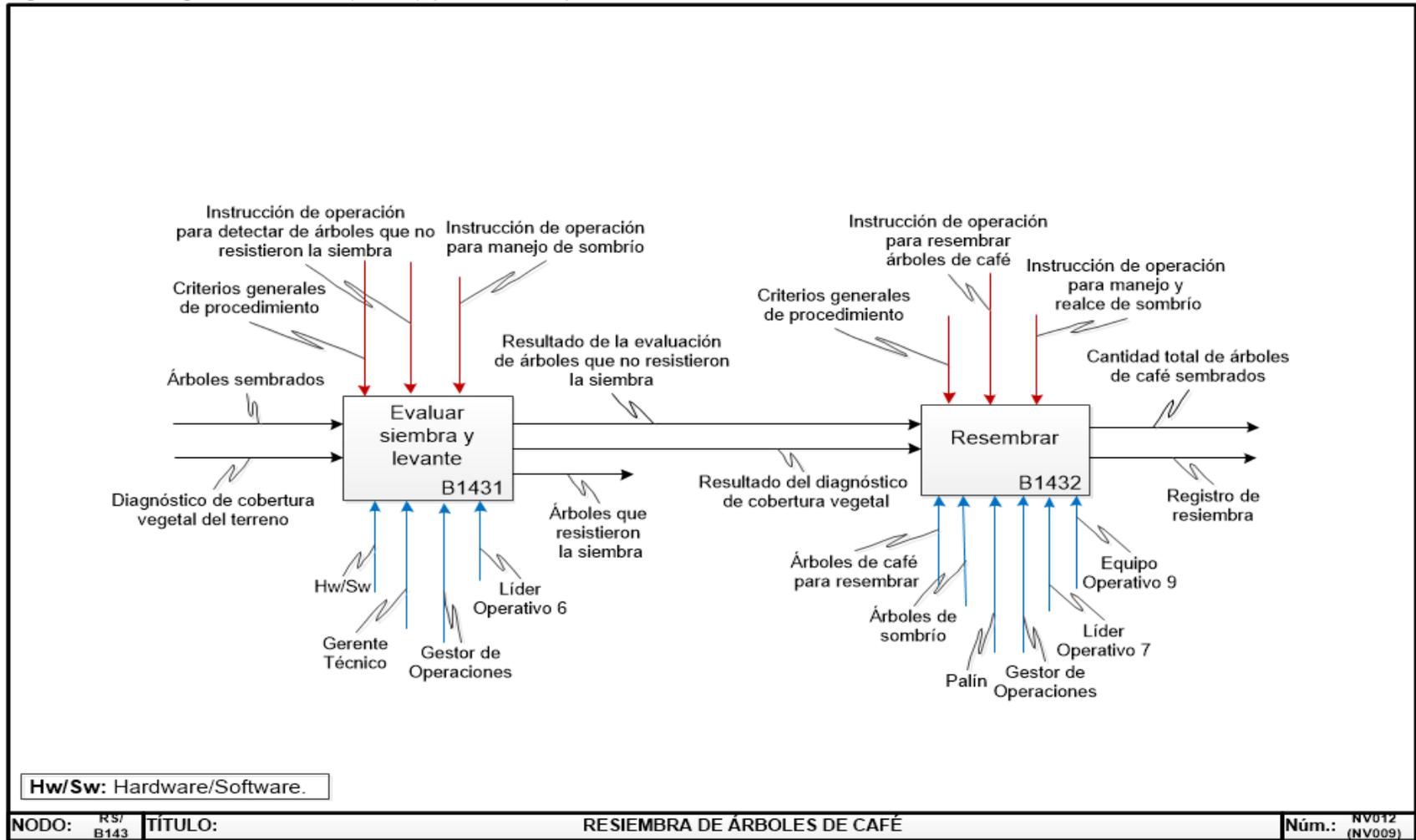
Fuente propia.

Figura I.10 Diagrama IDEF0 (B142) para el subproceso de siembra y levante.



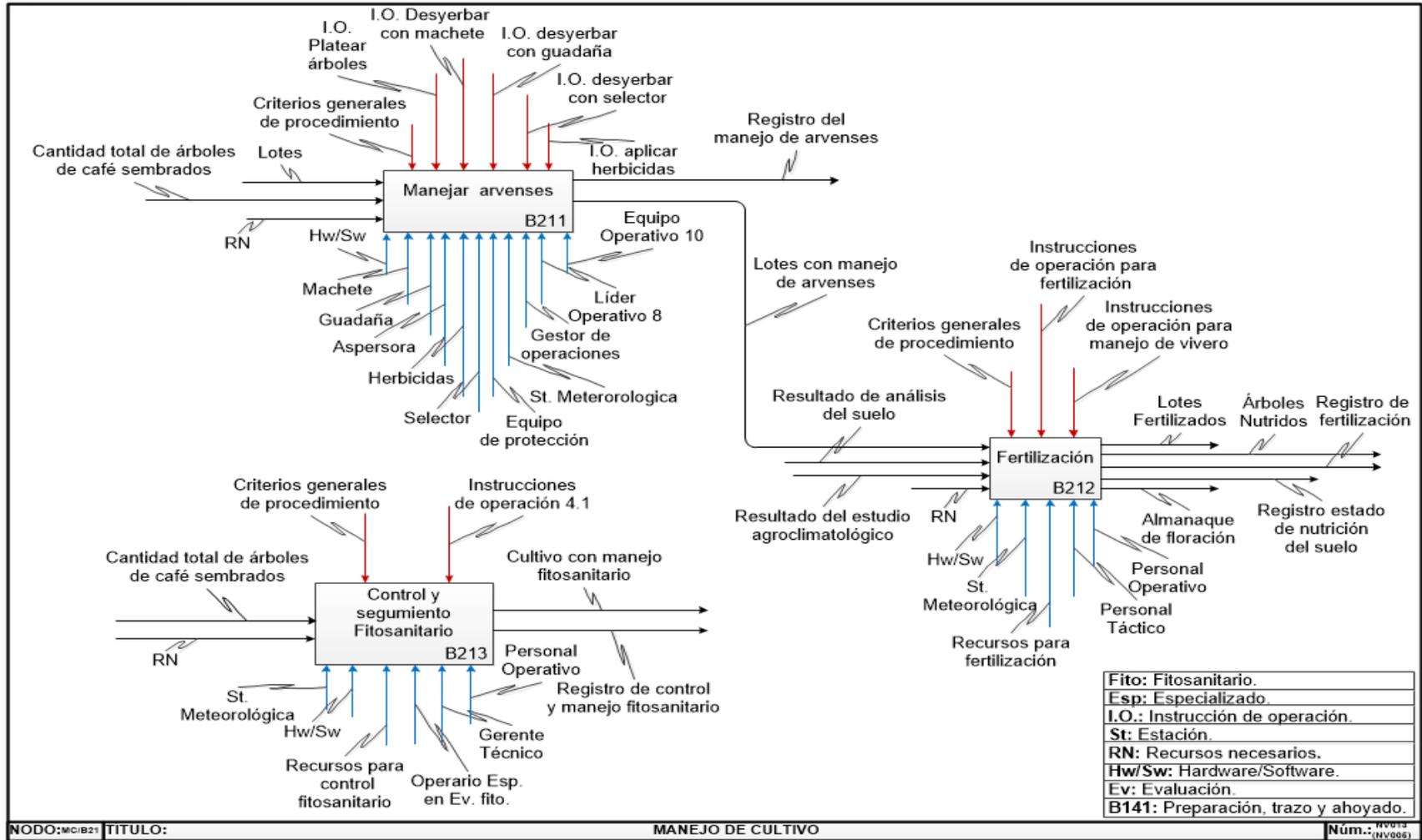
Fuente propia.

Figura I.11 Diagrama IDEF0 (B143) para el subproceso de resiembra de árboles de café.



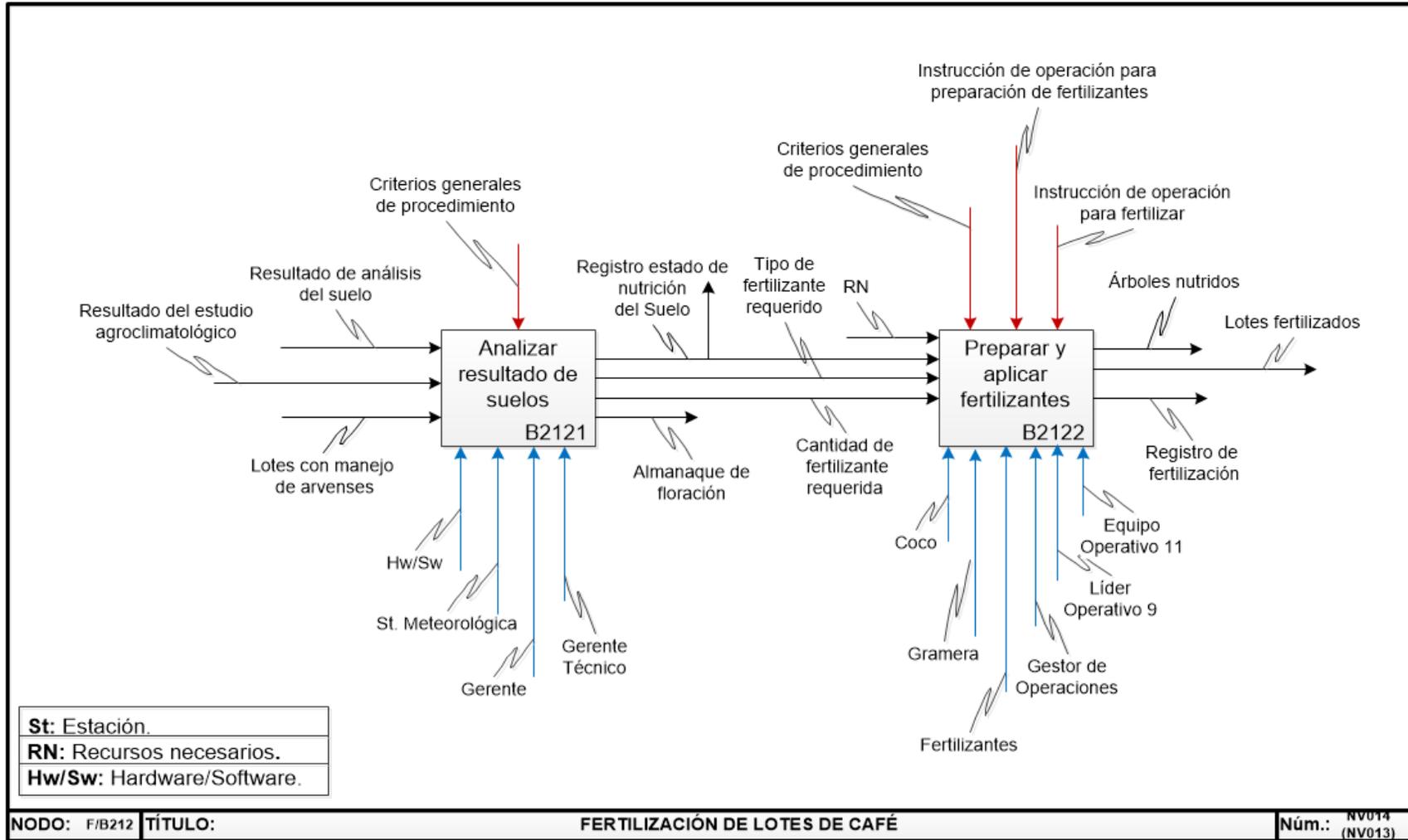
Fuente propia.

Figura I.12 Diagrama IDEF0 (B21) para el subproceso de manejo de cultivo.



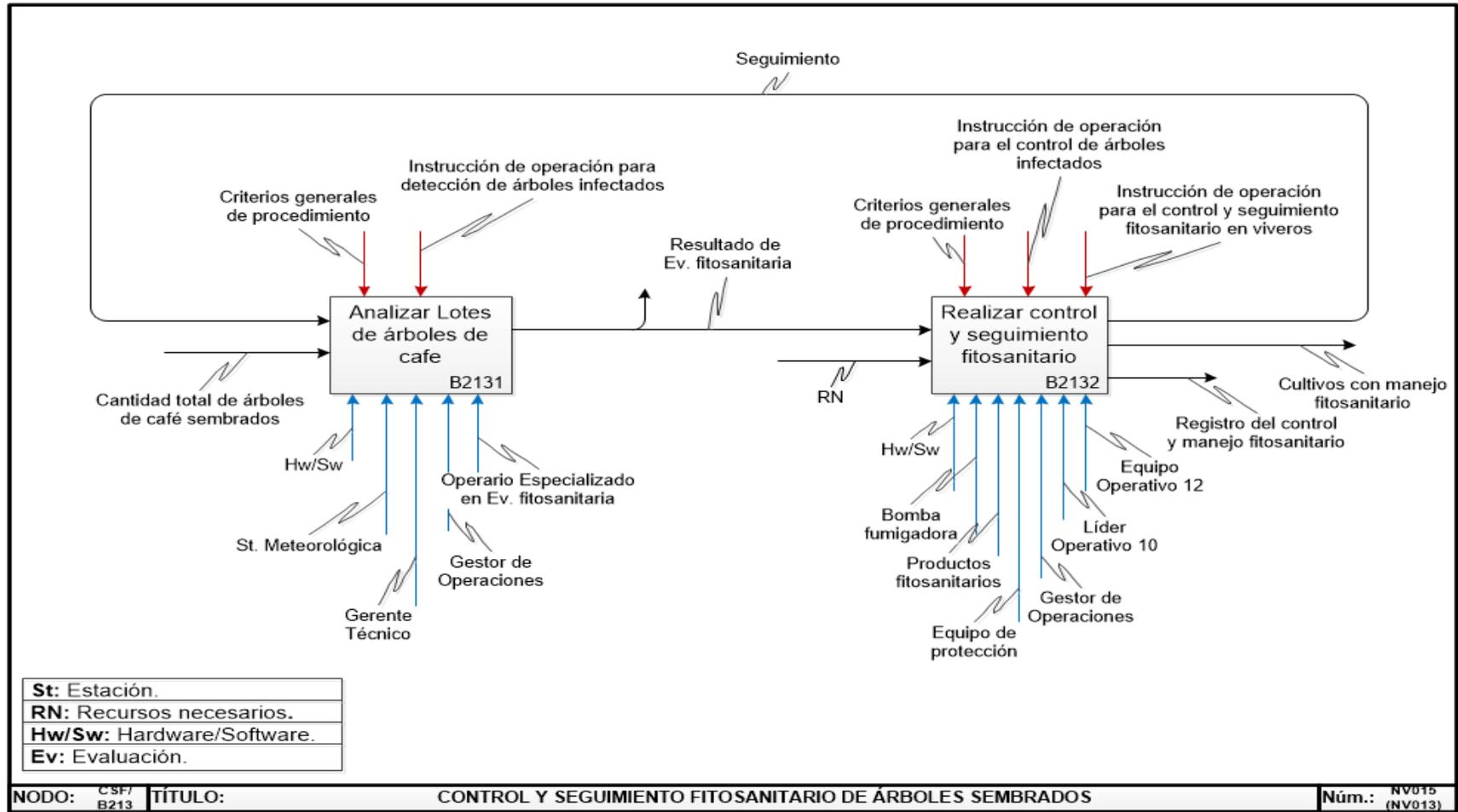
Fuente propia.

**Figura I.13** Diagrama IDEF0 (B212) para el subproceso de fertilización.



*Fuente propia.*

**Figura I.14** Diagrama IDEF0 (B213) para el subproceso de control y seguimiento fitosanitario.

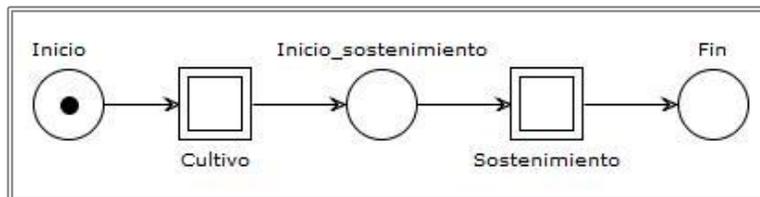


Fuente propia.

**Anexo J.**

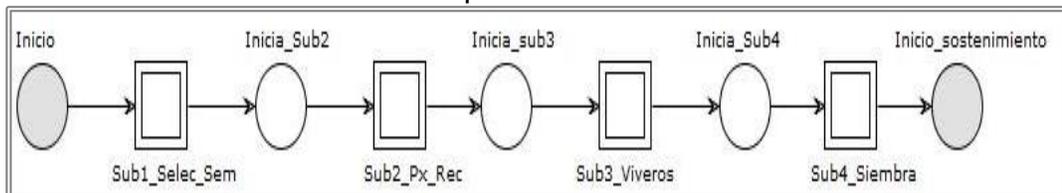
**MODELADO DINÁMICO DEL PROCESO DE CULTIVO Y SOSTENIMIENTO DE CAFÉ DE LA PLANTA SUPRACAFÉ COLOMBIA S.A.**

**Figura J.1** Modelo WF-Net de las etapas del proceso de cultivo y sostenimiento de café.



**Fuente propia.**

**Figura J.2** Modelo WF-Net de la etapa de cultivo.



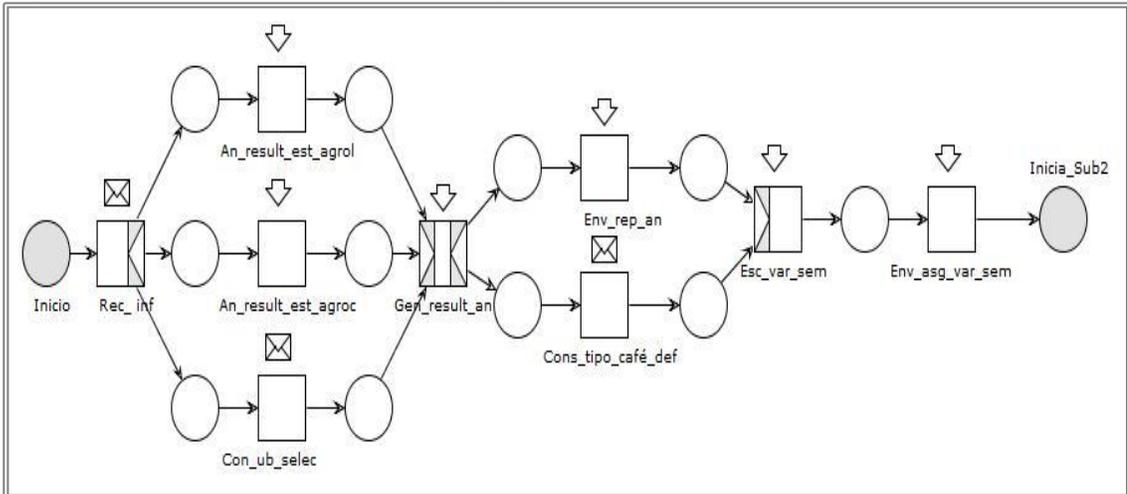
**Fuente propia.**

**Tabla J.1** Nomenclatura asociada al WF-Net de la etapa de cultivo.

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
ETAPA DEL PROCESO DE CULTIVO	
<b>Sub1_Selec_Sem</b>	Subproceso de selección de variedades de semillas a sembrar.
<b>Sub2_Px_Rec</b>	Subproceso de producción y recepción de semillas.
<b>Sub3_Viveros</b>	Subproceso de viveros para realizar actividades de germinación y almácigo.
<b>Sub4_Siembra</b>	Subproceso para la adecuación del terreno y siembra de café.

**Fuente propia.**

**Figura J.3** Modelo WF-Net del subproceso de selección de variedades de semilla.



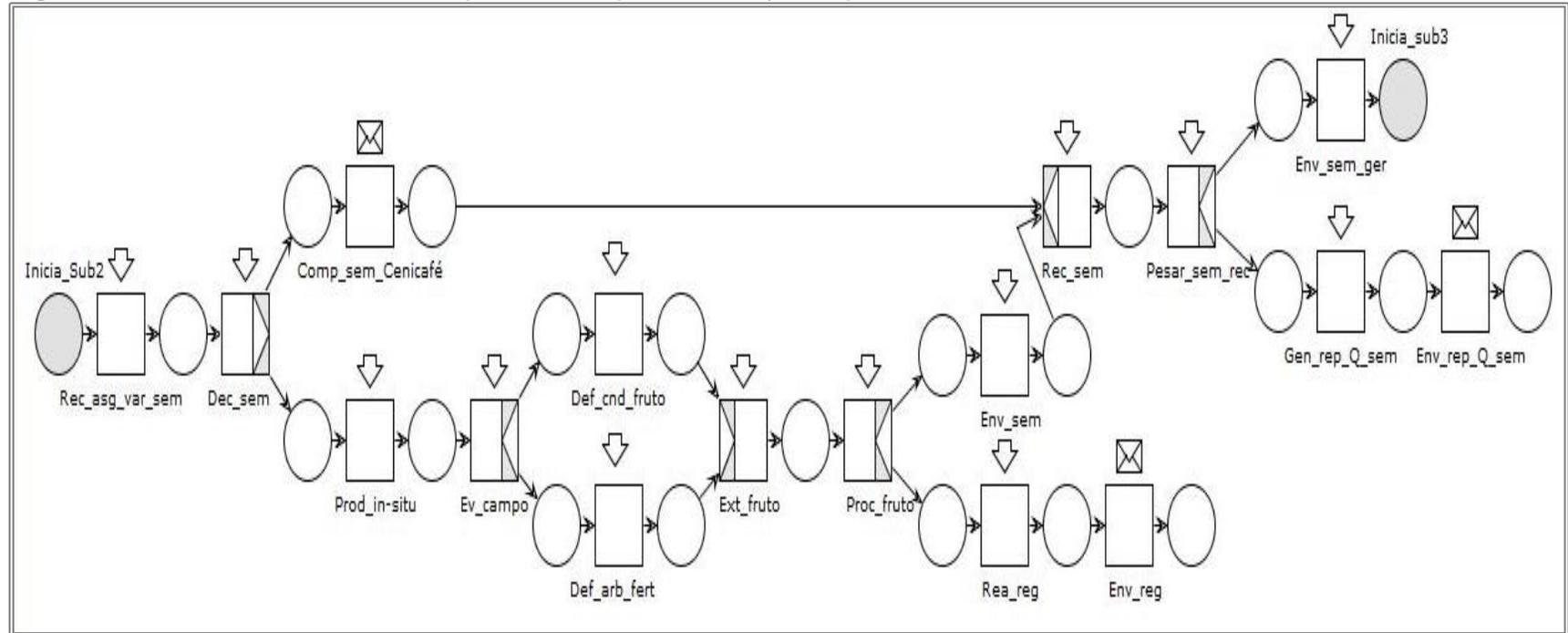
**Fuente propia.**

**Tabla J.2** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de selección de variedades de semilla.

SUBPROCESO DE SELECCIÓN DE VARIEDADES DE SEMILLA	
NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
<b>Rec_inf</b>	Recibir información acerca del estudio agrológico y del estudio agroclimatológico.
<b>An_result_est_agrol</b>	Analizar resultado del estudio agrológico.
<b>An_result_est_agroc</b>	Analizar resultado del estudio agroclimatológico.
<b>Con_ub_selec</b>	Conocer la ubicación seleccionada.
<b>Gen_result_an</b>	Generar un resultado de análisis.
<b>Env_rep_an</b>	Enviar un reporte del resultado de análisis realizado.
<b>Cons_tipo_café_def</b>	Consultar el tipo de café definido.
<b>Esc_var_sem</b>	Escoger variedades de semilla.
<b>Env_asg_var_sem</b>	Enviar la asignación de variedades de semillas a sembrar.

**Fuente propia.**

**Figura J.4** Modelo WF-Net del subproceso de producción y recepción de semillas de café.



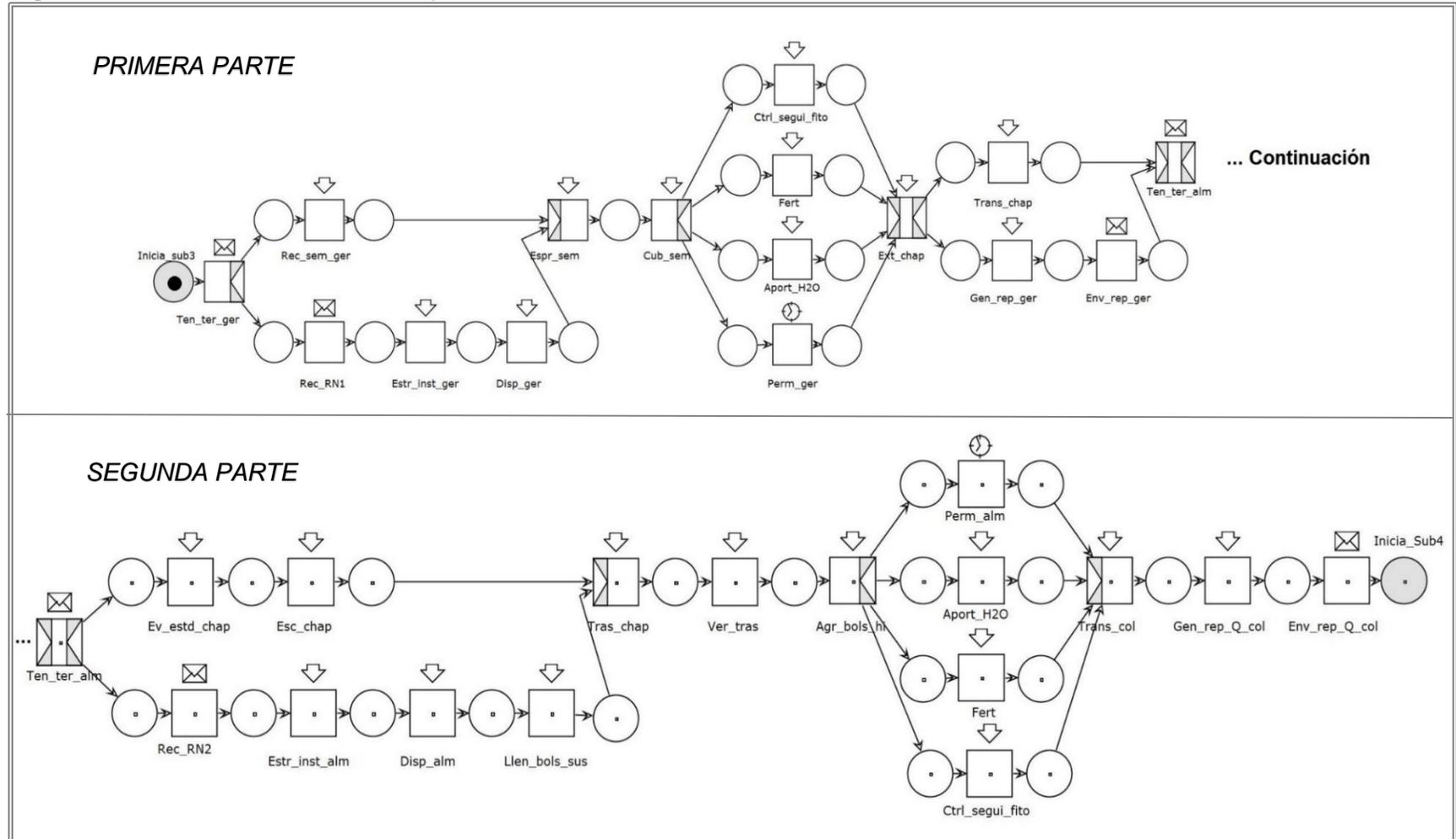
**Fuente propia.**

**Tabla J.3** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de producción y recepción de semillas de café.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO DE PRODUCCIÓN Y RECEPCIÓN DE SEMILLAS DE CAFÉ</b>		
<b>Rec_asg_var_sem</b>		Recibir la asignación de variedades de semillas a sembrar.
<b>Dec_sem</b>		Decidir cómo se obtiene la semilla, ya sea produciéndola en la finca o comprándola directamente a Cenicafé.
<b>Comp_sem_Cenicafé</b>		Comprar semilla de cenicafé.
<b>Prod_in-situ</b>		Producir variedades de semilla in-situ.
<b>Ev_camp</b>		Evaluar campo.
<b>Def_cnd_fruto</b>		Definir las condiciones del fruto.
<b>Def_arb_fert</b>		Definir árboles fértiles.
<b>Ext_fruto</b>		Extraer frutos.
<b>Proc_fruto</b>		Procesar frutos.
<b>Rea_reg</b>		Realizar registro del proceso.
<b>Env_reg</b>		Enviar registro del proceso.
<b>Env_sem</b>		Enviar semillas.
<b>Rec_sem</b>		Recibir semillas.
<b>Pesar_sem_rec</b>		Pesar semillas recibidas.
<b>Env_sem_ger</b>		Enviar semillas al germinador.
<b>Gen_rep_Q_sem</b>		Generar reporte de cantidad de semillas producidas.
<b>Env_rep_Q_sem</b>		Enviar reporte de cantidad de semillas producidas.

**Fuente propia.**

**Figura J.5** Modelo WF-Net del subproceso de viveros.



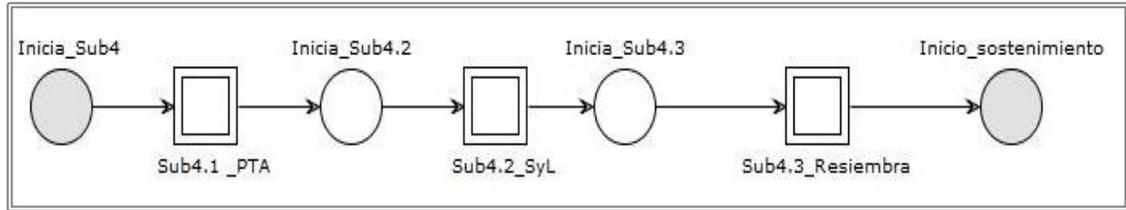
**Fuente propia.**

**Tabla J.4** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de viveros.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO DE VIVEROS</b>		
<b>Ten_ter_ger</b>		Tener terreno para el germinador.
<b>Rec_sem_ger</b>		Recibir semillas para germinación.
<b>Rec_RN1</b>		Recibir recursos necesarios para instalar el germinador.
<b>Estr_inst_ger</b>		Establecer las instalaciones del germinador.
<b>Disp_ger</b>		Disponer del germinador.
<b>Espr_sem</b>		Esparcir semillas en el germinador.
<b>Cub_sem</b>		Cubrir semillas.
<b>Ctrl_segui_fito</b>		Controlar y hacer seguimiento fitosanitario a las plántulas.
<b>Fert</b>		Fertilizar.
<b>Aport_H2O</b>		Aportar agua.
<b>Perm_ger</b>		Permanecer semillas en el germinador.
<b>Ext_chap</b>		Extraer chapolas.
<b>Trans_chap</b>		Transportar chapolas.
<b>Gen_rep_ger</b>		Generar reporte del proceso de germinación.
<b>Env_rep_ger</b>		Enviar reporte del proceso de germinación.
<b>Ten_ter_alm</b>		Tener terreno para el almácigo.
<b>Ev_estd_chap</b>		Evaluar el estado de las chapolas.
<b>Esc_chap</b>		Escoger las chapolas.
<b>Rec_RN2</b>		Recibir recursos necesarios para instalar el almácigo.
<b>Estr_inst_alm</b>		Establecer las instalaciones del almácigo.
<b>Disp_alm</b>		Disponer del almácigo.
<b>Llen_bols_sus</b>		Llenar bolsas con sustrato.
<b>Tras_chap</b>		Trasplantar chapolas.
<b>Ver_tras</b>		Verificar el trasplante adecuado de las chapolas.
<b>Agr_bols_hi</b>		Agrupar bolsas con chapolas por hileras.
<b>Perm_alm</b>		Permanecer chapolas en el almácigo.
<b>Trans_col</b>		Transportar colinos.
<b>Gen_rep_Q_col</b>		Generar reporte de cantidad de colinos.
<b>Env_rep_Q_col</b>		Enviar reporte de cantidad de colinos.

**Fuente propia.**

**Figura J.6** Modelo WF-Net del subproceso de siembra.



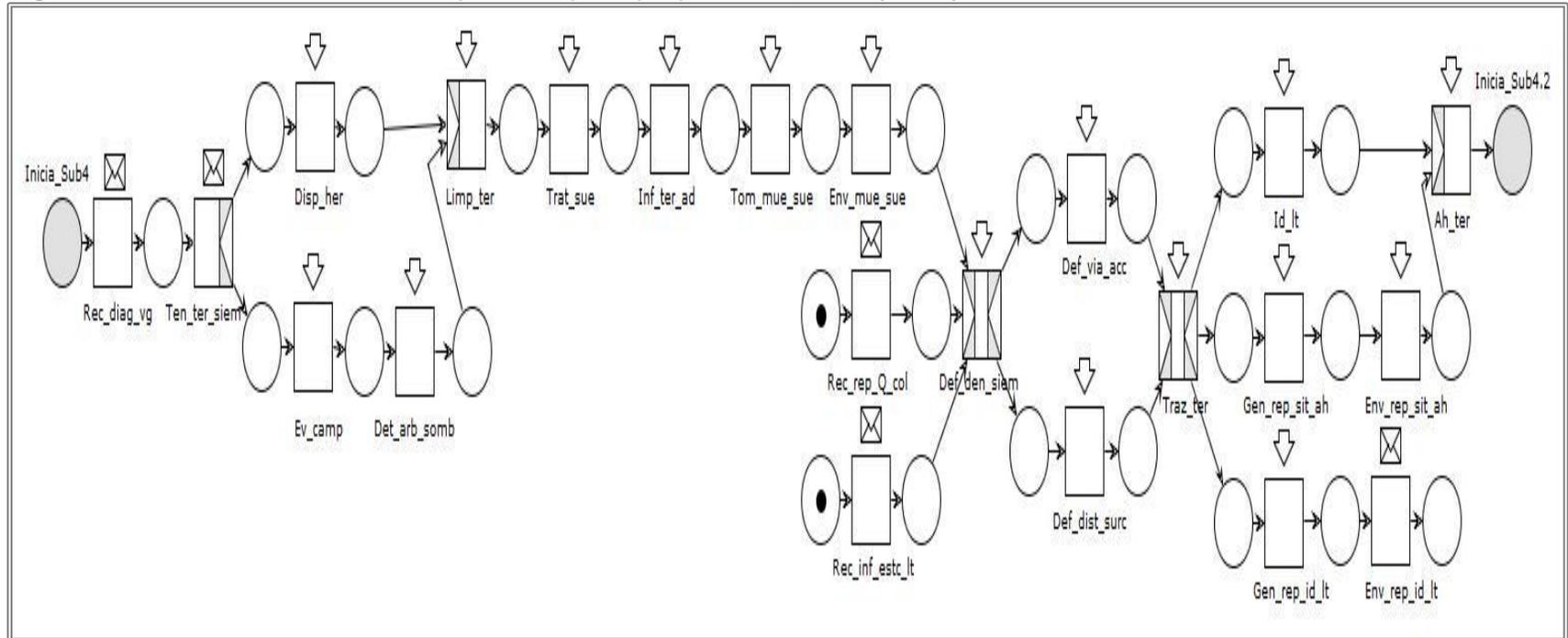
**Fuente propia.**

**Tabla J.5** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de siembra.

NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
<b>SUBPROCESO PARA LA ADECUACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA DE CAFÉ</b>	
<b>Sub4.1_PTA</b>	Subproceso para preparación, trazo y ahoyado del terreno.
<b>Sub4.2_SyL</b>	Subproceso de siembra y levante.
<b>Sub4-3_Resiembra</b>	Subproceso de resiembra.

**Fuente propia.**

**Figura J.7** Modelo WF-Net del subproceso para preparación, trazo y ahoyado del terreno.



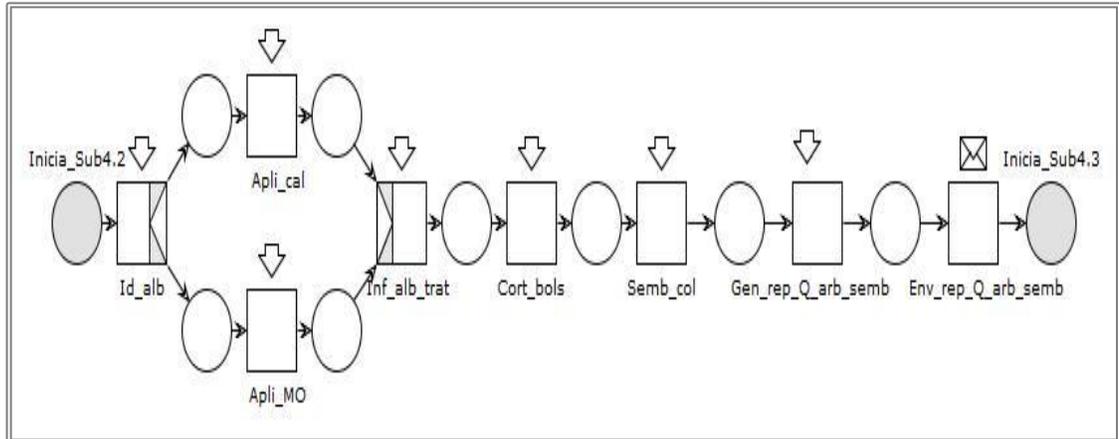
**Fuente propia.**

**Tabla J.6** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso para preparación, trazo y ahoyado del terreno.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO PARA PREPARACIÓN, TRAZO Y AHOYADO</b>		
<b>Rec_diag_vg</b>		Recibir diagnóstico de cobertura vegetal del terreno.
<b>Ten_ter_siem</b>		Tener terreno para siembra.
<b>Disp_her</b>		Disponer de herramientas para limpiar el terreno.
<b>Ev_camp</b>		Evaluar campo.
<b>Det_arb_somb</b>		Detectar los árboles para manejo de sombrío.
<b>Limp_ter</b>		Limpiar el terreno donde se va a sembrar los árboles de café.
<b>Trat_sue</b>		Tratar el suelo.
<b>Inf_ter_ad</b>		Informar que el terreno se encuentra adecuado para la siembra.
<b>Tom_mue_sue</b>		Tomar muestras del suelo.
<b>Env_mue</b>		Enviar las muestras del suelo tomadas.
<b>Rec_rep_Q_col</b>		Recibir reporte sobre la cantidad de colinos a sembrar.
<b>Rec_inf_estc_lt</b>		Recibir informe sobre la estructura de lotes.
<b>Def_den_siem</b>		Definir densidad de siembra.
<b>Def_via_acc</b>		Definir vía de acceso al terreno.
<b>Def_dist_surc</b>		Definir la distancia entre surcos.
<b>Traz_ter</b>		Trazar el terreno.
<b>Id_lt</b>		Identificar lotes.
<b>Gen_rep_sit_ah</b>		Generar reporte de sitios a ahoyar.
<b>Gen_rep_id_lt</b>		Generar reporte de identificación de lotes.
<b>Env_rep_sit_ah</b>		Enviar reporte de sitios a ahoyar.
<b>Env_rep_id_lt</b>		Enviar reporte de identificación de lotes.
<b>Ah_ter</b>		Ahoyar terreno.

**Fuente propia.**

**Figura J.8** Modelo WF-Net del subproceso de siembra y levante.



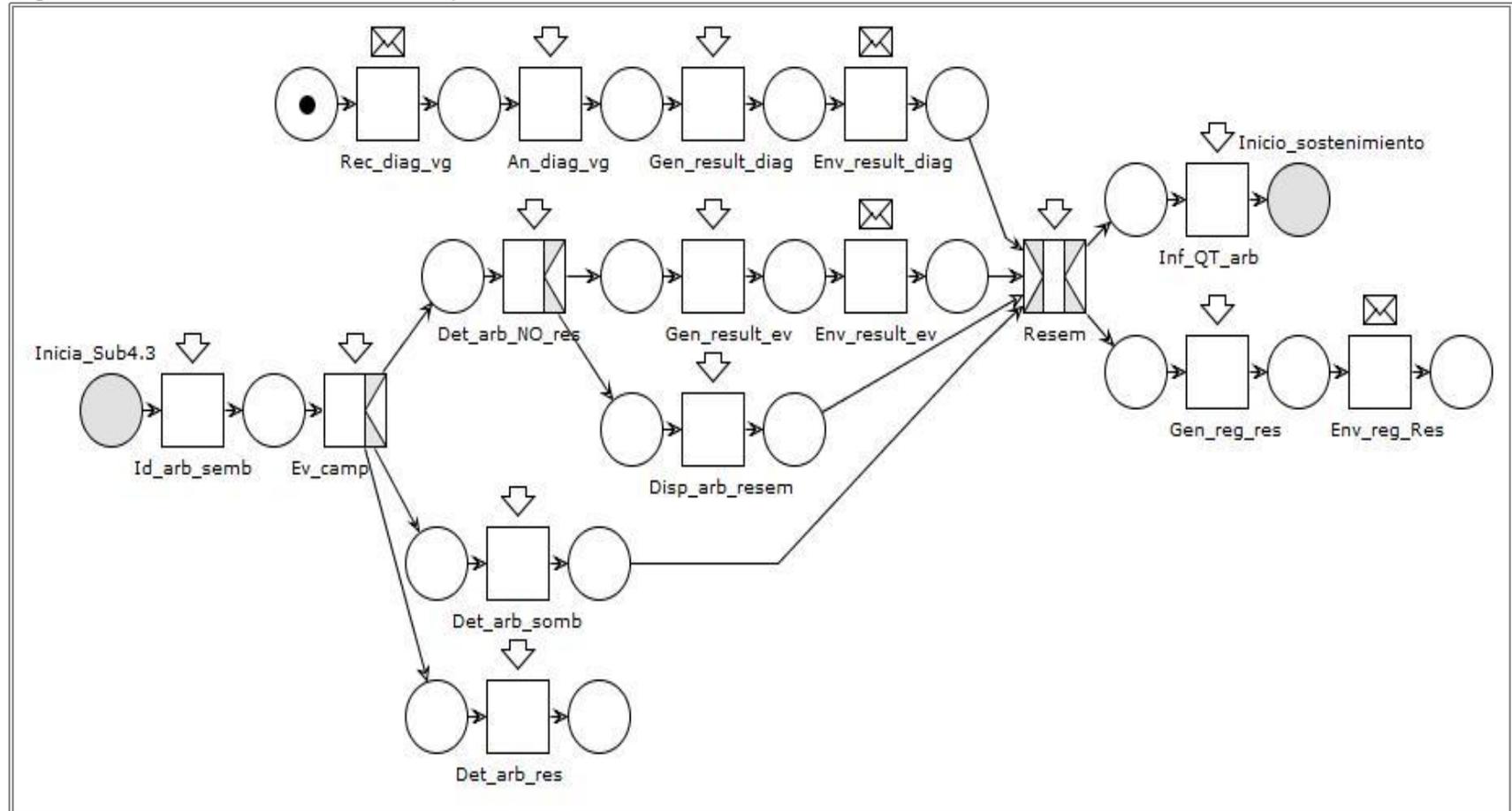
**Fuente propia.**

**Tabla J.7** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de siembra y levante.

NOMENCLATURA		SIGNIFICADO
<b>SUBPROCESO DE SIEMBRA Y LEVANTE</b>		
<b>Id_alb</b>		Identificar los albergues para colinos.
<b>Apli_cal</b>		Aplicar cal.
<b>Apli_MO</b>		Aplicar materia orgánica.
<b>Inf_alb_trat</b>		Informar que los albergues para colinos se han tratado adecuadamente para poder sembrar.
<b>Cort_bols</b>		Cortar bolsas de polietileno.
<b>Semb_col</b>		Sembrar colinos.
<b>Gen_rep_Q_arb_semb</b>		Generar reporte de cantidad de árboles sembrados.
<b>Env_rep_Q_arb_semb</b>		Enviar reporte de cantidad de árboles sembrados.

**Fuente propia.**

**Figura J.9** Modelo WF-Net del subproceso de resiembra.



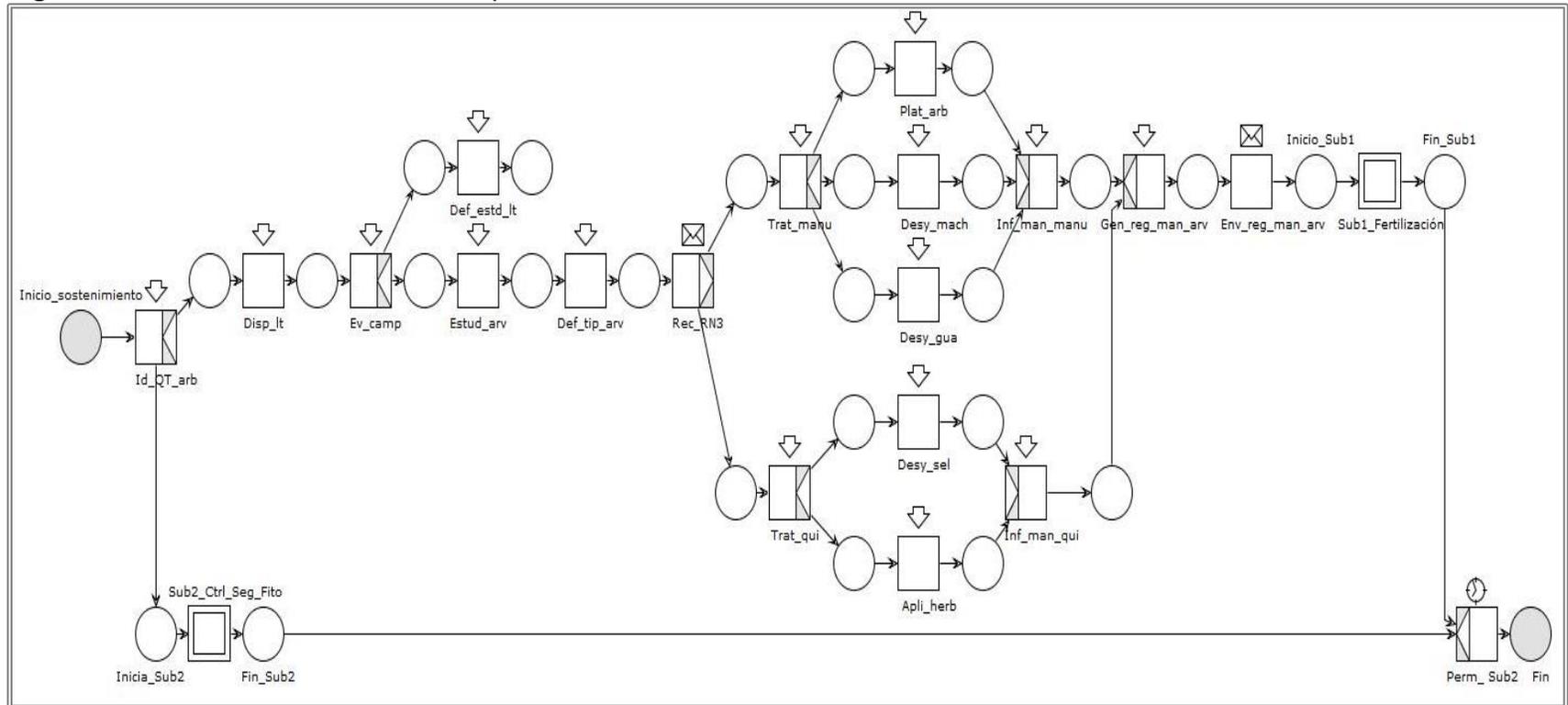
**Fuente propia.**

**Tabla J.8** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de resiembra.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO DE RESIEMBRA</b>		
<b>Id_arb_semb</b>		Identificar los árboles sembrados.
<b>Ev_camp</b>		Evaluar campo.
<b>Det_arb_somb</b>		Detectar los árboles para manejo de sombrío.
<b>Det_arb_res</b>		Detectar los árboles que resistieron la siembra.
<b>Det_arb_NO_res</b>		Detectar los árboles que no resistieron la siembra.
<b>Disp_arb_resem</b>		Disponer de los árboles para resembrar.
<b>Gen_result_ev</b>		Generar resultado de la evaluación de los árboles que no resistieron la siembra.
<b>Env_result_ev</b>		Enviar resultado de la evaluación de los árboles que no resistieron la siembra.
<b>Rec_diag_vg</b>		Recibir diagnóstico de cobertura vegetal del terreno.
<b>An_diag_vg</b>		Analizar diagnóstico de cobertura vegetal del terreno.
<b>Gen_result_diag</b>		Generar resultado sobre el análisis del diagnóstico de cobertura vegetal del terreno realizado.
<b>Env_result_diag</b>		Enviar resultado obtenido sobre el análisis del diagnóstico de cobertura vegetal del terreno realizado.
<b>Resem</b>		Resembrar árboles de café.
<b>Inf_QT_arb</b>		Informar sobre la cantidad total de árboles sembrados.
<b>Gen_reg_res</b>		Generar registro sobre la actividad de resiembra.
<b>Env_reg_res</b>		Enviar registro realizado sobre la actividad de resiembra.

**Fuente propia.**

**Figura J.10** Modelo WF-Net de la etapa de sostenimiento.



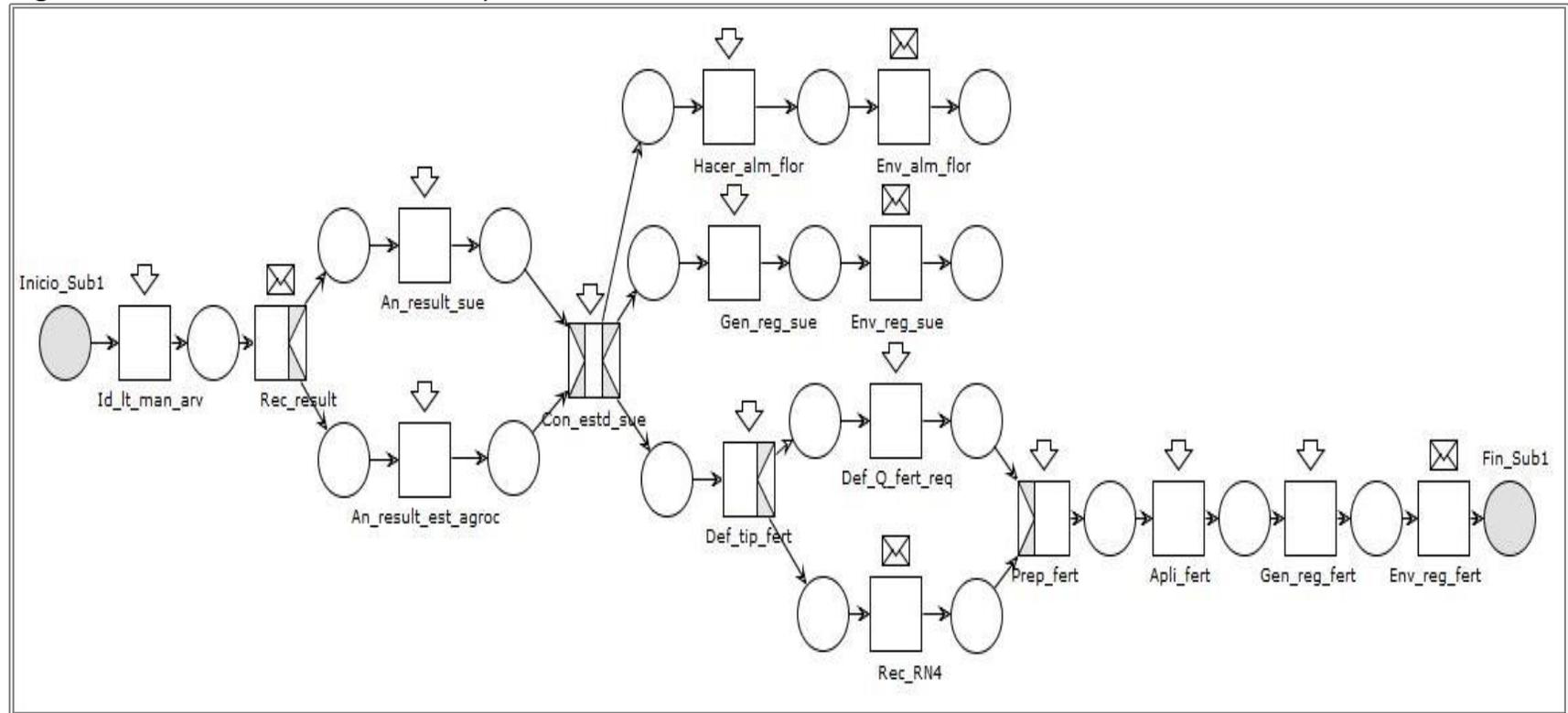
**Fuente propia.**

**Tabla J.9** Nomenclatura asociada al WF-Net de la etapa de sostenimiento.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>ETAPA DEL PROCESO DE SOSTENIMIENTO</b>		
<b>Id_QT_arb</b>		Identificar la cantidad total de árboles sembrados en campo.
<b>Disp_It</b>		Disponer de los lotes.
<b>Ev_camp</b>		Evaluar campo.
<b>Def_estd_It</b>		Definir el estado de los lotes.
<b>Estud_arv</b>		Estudiar los arvenses.
<b>Def_tip_arv</b>		Definir el tipo de arvense encontrado en campo.
<b>Rec_RN3</b>		Recibir los recursos necesarios para el manejo de arvenses.
<b>Trat_manu</b>		Tratar los arvenses de forma manual.
<b>Plat_arb</b>		Platear alrededor del pie de cada árbol de café sembrado.
<b>Desy_mach</b>		Desyerbar con machete.
<b>Desy_gua</b>		Desyerbar con guadaña.
<b>Inf_man_manu</b>		Informar que se ha realizado el manejo de arvenses de forma manual.
<b>Trat_qui</b>		Tratar los arvenses con químicos.
<b>Desy_sel</b>		Desyerbar con selector.
<b>Apli_herb</b>		Aplicar herbicidas.
<b>Inf_man_qui</b>		Informar que se ha realizado el manejo de arvenses aplicando químicos.
<b>Gen_reg_man_arv</b>		Generar registro sobre el manejo de arvenses.
<b>Env_reg_man_arv</b>		Enviar registro sobre el manejo de arvenses.
<b>Sub1_Fertilización</b>		Subproceso para realizar actividades de fertilización.
<b>Sub2_Ctrl_Seg_Fito</b>		Subproceso de control y seguimiento fitosanitario de árboles sembrados.
<b>Perm_Sub2</b>		Permanecer el tiempo necesario hasta que el subproceso 2 de control y seguimiento fitosanitario finalice con la ejecución de sus actividades.

**Fuente propia.**

**Figura J.11** Modelo WF-Net del subproceso de fertilización.



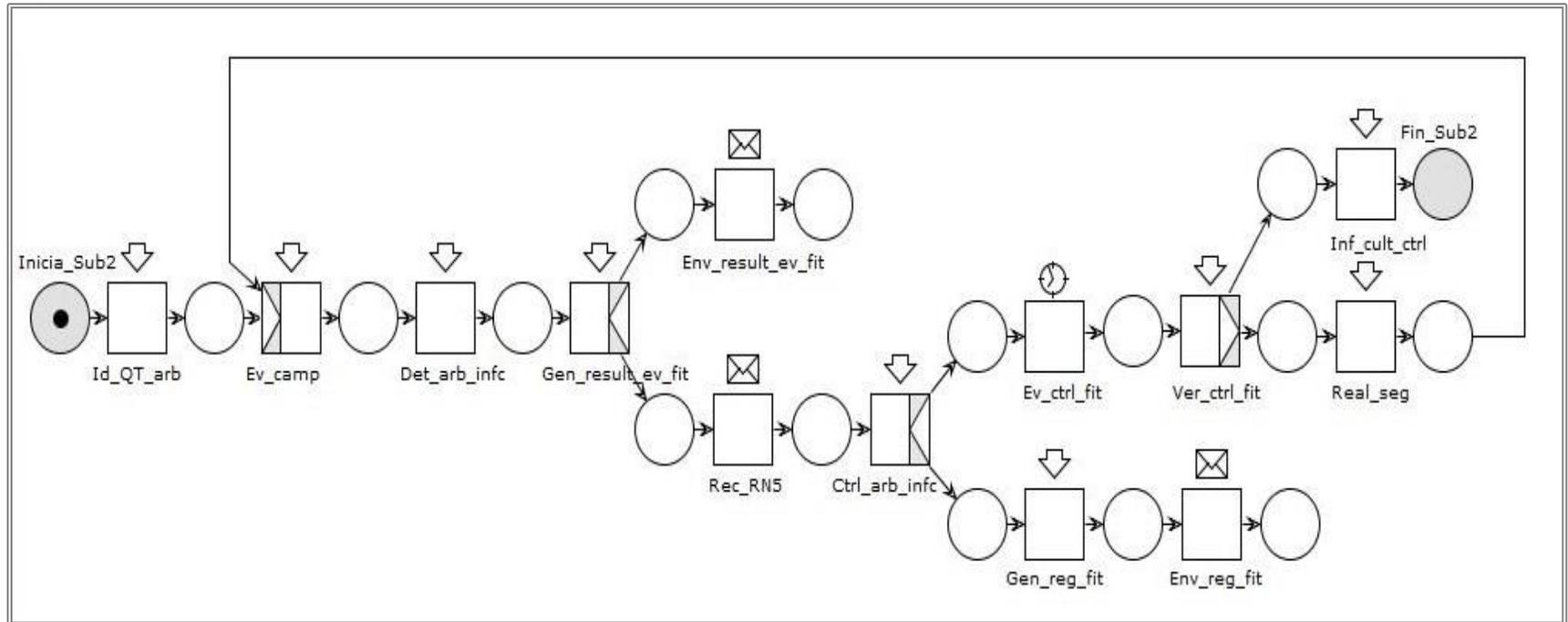
**Fuente propia.**

**Tabla J.10** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de fertilización.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO DE FERTILIZACIÓN</b>		
<b>Id_It_man_arv</b>		Identificar los lotes con manejo de arvenses.
<b>Rec_result</b>		Recibir los resultados sobre el estudio del suelo y el estudio agroclimatológico.
<b>An_result_sue</b>		Analizar el resultado de estudio del suelo.
<b>An_result_est_agroc</b>		Analizar el resultado del estudio agroclimatológico.
<b>Con_estd_sue</b>		Conocer el estado de nutrición del suelo.
<b>Hacer_alm_flor</b>		Hacer almanaque de floración.
<b>Env_alm_flor</b>		Enviar almanaque de floración.
<b>Gen_reg_sue</b>		Generar registro sobre el estado de nutrición del suelo.
<b>Env_reg_sue</b>		Enviar registro sobre el estado de nutrición del suelo.
<b>Def_tip_fert</b>		Definir los tipos de fertilizantes a utilizar.
<b>Def_Q_fert_req</b>		Definir la cantidad de los fertilizantes requeridos.
<b>Rec_RN4</b>		Recibir los recursos necesarios para preparar y aplicar los fertilizantes.
<b>Prep_fert</b>		Preparar fertilizantes.
<b>Apli_fert</b>		Aplicar fertilizantes.
<b>Gen_reg_fert</b>		Generar registro sobre la fertilización realizada.
<b>Env_reg_fert</b>		Enviar registro sobre la fertilización realizada.

**Fuente propia.**

**Figura J.12** Modelo WF-Net del subproceso de control y seguimiento fitosanitario.



**Fuente propia.**

**Tabla J.11** Nomenclatura asociada al WF-Net del subproceso de control y seguimiento fitosanitario.

<b>NOMENCLATURA</b>		<b>SIGNIFICADO</b>
<b>SUBPROCESO DE CONTROL Y SEGUIMIENTO FITOSANITARIO</b>		
<b>Id_QT_arb</b>		Identificar la cantidad total de árboles sembrados en campo.
<b>Ev_camp</b>		Evaluar campo.
<b>Det_arb_infc</b>		Detectar los árboles infectados por plagas y/o enfermedades.
<b>Gen_result_ev_fit</b>		Generar resultado de evaluación fitosanitaria.
<b>Env_result_ev_fit</b>		Enviar resultado de evaluación fitosanitaria.
<b>Rec_RN5</b>		Recibir los recursos necesarios para realizar control y manejo fitosanitario.
<b>Ctrl_arb_infc</b>		Controlar los árboles infectados.
<b>Ev_ctrl_fit</b>		Evaluar el control y manejo fitosanitario realizado.
<b>Ver_ctrl_fit</b>		Verificar que el control y manejo fitosanitario fue exitoso o no.
<b>Inf_cult_ctrl</b>		Informar que al cultivo se le hizo un adecuado control y manejo fitosanitario.
<b>Real_seg</b>		Realizar seguimiento fitosanitario.
<b>Gen_reg_fit</b>		Generar registro del control y manejo fitosanitario realizado.
<b>Env_reg_fit</b>		Enviar registro del control y manejo fitosanitario realizado.

**Fuente propia.**

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Isa 95, *Enterprise-Control System Integration, ANSI/ISA 95.00.01 Part 1: Models and Terminology; ANSI/ISA 95.00.02 Part 2: Object Model Attributes*, no. July. 2000.
- [2] A. N. Standard, *Enterprise Control System Integration Part 3 : Activity Models of Manufacturing Operations Management*. 2005.
- [3] U. N. de Colombia, “Planeación estratégica territorial,” *Clasificación y calificación de variables*. [Online]. Available: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc2\\_2\\_2.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc2_2_2.htm). [Accessed: 01-Jul-2015].
- [4] M. Penagos Acosta, “Estructuración de proyectos bajo esquemas internacionales,” 2012. [Online]. Available: <http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/estructuracion-proyectos-bajo-esquemas-internacionales-acac.pdf>. [Accessed: 29-Jun-2015].
- [5] C. Garay Valenza, “Matriz Vester. Herramienta para la identificación de causas y efectos de una situación problemática.” [Online]. Available: [http://es.slideshare.net/Centro\\_de\\_Desarrollo\\_Territorial/matriz-vester](http://es.slideshare.net/Centro_de_Desarrollo_Territorial/matriz-vester). [Accessed: 29-Jun-2015].
- [6] “Metodología Marco Lógico.” [Online]. Available: <http://ceri.udistrital.edu.co/archivos/seminarioProyectos2010/MemoriasPresentaci%C3%B3nMarcoLogico.pdf>. [Accessed: 29-Jun-2015].
- [7] “INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0).” 1993.
- [8] K. Inc, “IDEF0,” 2010. .
- [9] R. Guerrero and E. Chacón, “Automatización de flujos de procesos utilizando redes de petri,” Universidad de los Andes, 2006.
- [10] O. Rojas and J. Velazco, “Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net),” pp. 117–144, 2012.
- [11] WfMC, “Workflow Management Coalition Terminology & Glossary,” *Management*, vol. 39, no. 3, pp. 1–65, 1999.

- [12] O. A. Rojas A., "Modelado de sistemas integrados de producción." Notas de clase, Universidad del Cauca, Popayán, 2014.
- [13] E. Diaz Benachi, "Diagnóstico de las actividades y flujos de información de una empresa de servicios públicos, desde la perspectiva de los sistemas holónicos.," Universidad del Cauca, 2014.
- [14] "Sistemas de Información en las Empresas: Definición de Información." [Online]. Available: <http://sistemas-de-de-informacion.blogspot.com/p/importancia-de-la-informacion-en-la.html>. [Accessed: 24-Feb-2015].
- [15] M. del C. Villardefrancos A., "La identificación de flujos de información. Una herramienta obligada para la gestión de información.," 2002. [Online]. Available: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/eventos/index/assoc/HASHd089.dir/doc.pdf>. [Accessed: 23-Feb-2015].
- [16] M. L. Pomim Valentim, "Ambientes y flujos de información en contextos empresariales," pp. 55–60, 2009.
- [17] A. A. Leiva Acosta and A. Pérez Morales, "El Flujo Informativo como elemento esencial para la correcta toma decisiones en los Centros de Información y Gestión Tecnológica." [Online]. Available: <file:///C:/Users/NATALIA/Downloads/342-371-1-PB.pdf>. [Accessed: 24-Feb-2015].