



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO DE ABASTECIMIENTO PARA
LA GERENCIA DE RED DE UNA EMPRESA DE
TELECOMUNICACIONES UTILIZANDO LA TEORÍA DE LAS
RESTRICCIONES

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR
GUSTAVO GIUSEPPE VARGAS TORRES

LIMA - PERÚ

2008

RESUMEN

Este trabajo consiste en la formulación de una alternativa eficiente para el diseño de un Sistema Logístico de Abastecimiento de los materiales necesarios para el funcionamiento de la Gerencia de Red de una Empresa de Telecomunicaciones Celulares, la cual en su constante expansión no ha contemplado la importancia de las actividades logísticas necesarias para soportar las necesidades de repuestos y suministros para las instalaciones de la Red Celular y ha adecuado éstas de forma empírica a las operaciones de la red.

La alternativa en mención ha sido formulada utilizando los conceptos provenientes de la Teoría de Inventarios y la Teoría de Restricciones, constituyéndose esta última en un soporte metodológico para la obtención de un Sistema que permita optimizar el abastecimiento de los materiales necesarios para la Red Celular.

La metodología empleada para el diseño del sistema de abastecimiento en mención consiste inicialmente en la aplicación de los conceptos de la gestión de inventarios para la etapa de análisis de la Gestión de Compras, Gestión de Almacenes y Planeamiento de Inventarios. A partir de este análisis se inician los procesos de diagnóstico y diseño de la solución, los cuales serán realizados mediante la elaboración de un proceso de pensamiento completo, el cual involucra la obtención del problema raíz, la obtención de ideas iniciales para la remoción del mismo, la construcción de la solución, el establecimiento de objetivos intermedios y finalmente un plan detallado para la solución obtenida.

La presente tesis concluye con la presentación del sistema logístico de abastecimiento obtenido a partir del proceso mencionado en el párrafo anterior.



Al recuerdo de mi abuelo, César Augusto Vargas, a mis padres, mis hermanas y a
Janina, mi esposa.

A la memoria de Syd Barrett, Ian Curtis y Jean Paul Sartre

AGRADECIMIENTOS

Inicio estas líneas agradeciendo a Dios por la vida y la oportunidad de elaborar un trabajo de tesis.

La presentación de este trabajo no sería posible sin el apoyo y la comprensión de mi familia: Mis padres y mi esposa. Agradezco también el respaldo de la formación brindada por la Pontificia Universidad Católica del Perú a lo largo de mis años de estudio.

Agradezco también la asesoría del Profesor Domingo Gonzáles; la comprensión y las facilidades brindadas por mis coordinadores laborales inmediatos: Antonio Montoya, Luis Masías, Gloria Camacho y Luis Alva; y el apoyo moral de mis compañeros de trabajo, especialmente Rolando Morales, Carlos Coronado, Tao Chía y Rosario Zolezzi.

Extiendo mi agradecimiento también a Ronnie Guerra por su apoyo en las coordinaciones dentro de la Universidad, a Roland Leidinger y Javier Castillo por sus observaciones y a Mery Soto por el material bibliográfico brindado.

Finalmente quiero agradecer de forma muy especial a Eliyahu Goldratt por la Teoría de las Restricciones.

ÍNDICE

	Pág.
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas.....	xii
Introducción.....	1
Capítulo 1. Marco Teórico	
1.1 Estudio de un Sistema Logístico	
1.1.1 Concepto de Inventario	3
1.1.2 Concepto de Sistema Logístico.....	3
1.1.3 Metodología de Diseño y Planificación de un Sistema Logístico.....	4
1.2 Actividades desarrolladas por un Sistema Logístico.....	4
1.2.1 Gestión de Compras	5
1.2.2 Gestión de Almacenes	8
1.2.3 Planeamiento de Inventarios	12
1.3 Teoría de las Restricciones	
1.3.1 Conceptos Generales.....	13
1.3.2 Aplicación de la Teoría de las Restricciones a la Logística.....	18
1.4 Metodología a Emplear.....	26
Capítulo 2. Estudio de Caso	
2.1 Descripción de la empresa	
2.1.1. Crecimiento del Sector	30
2.1.2. Organización Funcional de la Empresa	31
2.2 Descripción de las Actividades Logísticas del Abastecimiento Inicial	32
2.2.1 Gestión de Compras.....	34
2.2.2 Gestión de Almacenes.....	37
2.2.3 Planeamiento de Inventarios.....	45
2.3 Diagnóstico de la Situación Actual	52
2.4 Construcción del Sistema de Gestión del Abastecimiento	58
2.4.1 Obtención de una Idea Inicial para la Eliminación del Problema Raíz.....	58

2.4.2	Construcción de una Solución Factible	61
2.4.3	Establecimiento de Objetivos Intermedios.....	75
2.4.4	Plan Detallado de Solución	83
2.4.5	Descripción Detallada de la Solución	89
Capítulo 3. Conclusiones, Recomendaciones y Consideraciones Finales.....		100
Capítulo 4. Bibliografía.....		103
Anexos.....		104

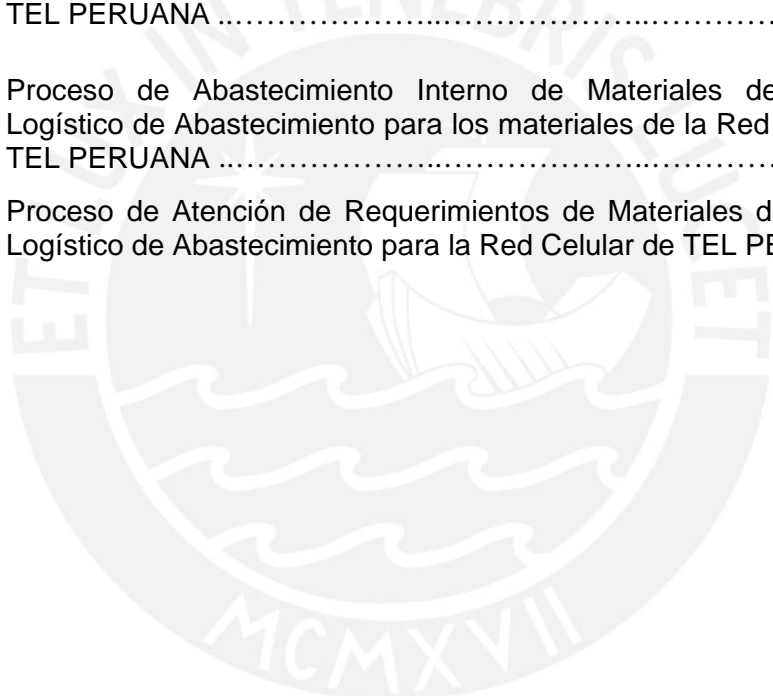


ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Árbol de Realidad Actual	15
Figura 2. Nube de Evaporación de Conflictos	15
Figura 3. Árbol de Realidad Futura.....	16
Figura 4. Árbol de Prerrequisitos	16
Figura 5. Árbol de Transición	17
Figura 6. Relación Correcta entre el Buffer Real y el Buffer Programado.....	22
Figura 7. Relación entre el Buffer Real y el Buffer Programado, cuando las primeras operaciones están produciendo por encima del nivel de la cuerda	23
Figura 8. Relación entre el Buffer Real y el Buffer Programado, cuando se ha planificado un buffer muy grande	23
Figura 9. Relación entre el Buffer Real y el Buffer Programado, cuando se ha planificado un buffer muy pequeño.....	23
Figura 10. Agujero de Y horas de inventario de un material programado para su proceso en el CCR dentro de W horas	24
Figura 11. Actividades de la Logística de Abastecimiento Actual.....	34
Figura 12. Proceso de Gestión de Compras de Repuestos de la Red	37
Figura 13. Layout del Almacén Principal de San Isidro (Primer Piso)	44
Figura 14. Layout del Almacén Principal de San Isidro (Segundo Piso)	44
Figura 15. Fragmento del Archivo Empleado para el Control de Inventarios de la Gerencia de Red de TEL PERUANA	45
Figura 16. Distribución de los repuestos de la red de TEL PERUANA según su precio.....	49
Figura 17. Árbol de Realidad Actual Inicial para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA.....	56
Figura 18. Árbol de Realidad Actual Final para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA	57
Figura 19. Identificación del conflicto existente en la Gestión Logística del Abastecimiento de Repuestos de la Red Celular de TEL PERUANA	59
Figura 20. Remoción del conflicto existente en la Gestión Logística del Abastecimiento de Repuestos de la Red Celular de TEL PERUANA.....	60

Figura 21.	Árbol de Realidad Futura Inicial para la Gestión Logística de Abastecimientos de la Red Celular de TEL PERUANA	63
Figura 22.	Rama Negativa N° 1	64
Figura 23.	Rama Negativa N° 2	64
Figura 24.	Rama Negativa N° 3	65
Figura 25.	Rama Negativa N° 4	66
Figura 26.	Rama Negativa N° 5	66
Figura 27.	Poda de la Rama Negativa N° 1	68
Figura 28.	Poda de la Rama Negativa N° 2	69
Figura 29.	Poda de la Rama Negativa N° 3	71
Figura 30.	Poda de la Rama Negativa N° 4	72
Figura 31.	Poda de la Rama Negativa N° 5	73
Figura 32.	Árbol de Realidad Futura Final para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA	74
Figura 33.	Árbol de Prerrequisitos para la Sistematización de la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA.....	78
Figura 34.	Árbol de Prerrequisitos del Levantamiento de la Información relevante acerca de los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	80
Figura 35.	Árbol de Prerrequisitos para el Inicio de la Operación utilizando el Software Logístico de TEL PERUANA	81
Figura 36.	Árbol de Prerrequisitos para la Delegación de algunas actividades de Control de Inventarios al Personal de la Red	83
Figura 37.	Árbol de Transición para la Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	84
Figura 38.	Árbol de Transición para la Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación).....	85
Figura 39.	Árbol de Transición para la Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación).....	86
Figura 40.	Árbol de Transición para la Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación).....	87

Figura 41.	Árbol de Transición para la Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación).....	88
Figura 42.	Proceso de Implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	94
Figura 43.	Esquema General del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	95
Figura 44.	Proceso de Planeamiento del Abastecimiento de Materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	96
Figura 45.	Proceso de Abastecimiento Externo de Materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	97
Figura 46.	Proceso de Abastecimiento Interno de Materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA	98
Figura 47.	Proceso de Atención de Requerimientos de Materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para la Red Celular de TEL PERUANA	99



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Factores de Competitividad.....	19
Tabla 2. Composición del Stock de Repuestos de la Red de TEL PERUANA	33
Tabla 3. Distintas denominaciones para un mismo material en las Instalaciones de la Red Celular de TEL PERUANA	42
Tabla 4. Cantidad de Salidas de Inventario (Agosto 2005 – Octubre 2006)	51
Tabla 5. Promedio de Salidas de Inventario (Agosto 2005 – Octubre 2006).....	51
Tabla 6. Composición del Inventario en Ítems de la Red Celular de TEL PERUANA por Criticidad.....	52
Tabla 7. Composición del Inventario en Cantidades de la Red Celular de TEL PERUANA por Criticidad.....	52
Tabla 8. Supuestos de las Conexiones entre las entidades de la Nube de Evaporación de Conflictos	60
Tabla 9. Lista de Obstáculos para la Sistematización de los Procesos de la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA y Objetivos Intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos	76
Tabla 10. Lista de Obstáculos para el Levantamiento de la información relevante acerca de los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA y Objetivos Intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos	79
Tabla 11. Lista de Obstáculos para el Inicio de la Operación utilizando el software logístico de TEL PERUANA y Objetivos Intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos	81
Tabla 12. Lista de Obstáculos para la Delegación de algunas actividades de Control de Inventarios al Personal de Red y Objetivos Intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos	82

Introducción

Las telecomunicaciones en el Perú han tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos años, impulsando este ritmo de crecimiento a las empresas que se desenvuelven en dicho sector. Esto ha implicado, en la mayoría de casos, el desarrollo de tecnologías, procesos y funciones a partir de organizaciones que no estaban preparadas para este ritmo de crecimiento. La mayor parte de estas empresas tuvo que concentrar esfuerzos en las funciones prioritarias de su actividad, descuidando algunas de sus actividades de apoyo, lo cual constituye un punto débil para sus operaciones.

En el contexto antes citado, se encuadra la empresa que es tema de la presente tesis, una organización dedicada a las telecomunicaciones celulares, que experimentó un acelerado ritmo de crecimiento en sus actividades; y que por tanto, ha tenido la necesidad de desarrollar y expandir la red de soporte tecnológico de acuerdo con el crecimiento de la demanda. El enfoque preferente en las operaciones de la red no ha permitido respuestas similares en los demás procesos y actividades, tal es el caso del abastecimiento de repuestos, que se presenta como una clara limitación; no reaccionando con el ritmo de crecimiento del sistema. La logística de los repuestos de la red de telecomunicaciones celulares, que es el objeto de este estudio, ha tenido, por tanto un crecimiento empírico, inadecuado, apelando a soluciones de urgencia o a manejos informales.

Estas deficiencias encontradas, conforman el punto de partida de la presente tesis, que tiene como propósito el desarrollo de un sistema logístico de abastecimiento que permita lograr la disponibilidad de los repuestos de la red de manera óptima y que se constituya en una función generadora de valor para las operaciones de la empresa.

Este trabajo de tesis tiene por objetivo general diseñar un sistema de gestión del abastecimiento que garantice una disponibilidad óptima de los repuestos de una red de telecomunicaciones, mediante la aplicación de procesos de pensamiento basados en la Teoría de las Restricciones que destaca por brindar una metodología de solución basada en relaciones causales dirigidas a la identificación de los elementos perturbadores y en la construcción de un proceso de mejora continua que permita al sistema llegar a su meta.

El presente estudio, no sólo consiste en formular el diseño de un sistema de gestión logística, sino en una investigación y adecuación de la teoría. De esta forma se puede

dividir el estudio en tres partes claramente definidas: la primera, metodología; la segunda parte, estudio del caso base, crítica y análisis del sistema logístico propuesto; y la tercera parte, aplicación del método, pruebas y resultados.

El detalle de los capítulos que conforman el presente estudio es:

El **Capítulo 1** comprende la descripción teórica de los puntos principales del sistema logístico de abastecimiento y el diseño metodológico en el que se definen los procedimientos que se aplicarán tanto para el diagnóstico de la situación inicial, como para el diseño de la solución, utilizando la Teoría de Restricciones (TOC).

El **Capítulo 2** corresponde al estudio del caso sobre la base del diseño metodológico propuesto, partiendo de la descripción sucinta de la empresa en estudio, de sus actividades, la situación actual de las operaciones y al análisis del esquema logístico; de acuerdo a los indicadores situacionales. A partir del análisis crítico se esbozan las soluciones específicas para el caso en estudio, las cuales están referidas al sistema logístico de abastecimiento en su conjunto. Estas soluciones serán obtenidas de acuerdo a un Proceso de Pensamiento elaborado utilizando la Teoría de las Restricciones.

Finalmente, en el **Capítulo 3** se enuncian las conclusiones obtenidas en el desarrollo del sistema propuesto y se brinda recomendaciones para la realización de trabajos similares.

1 Marco Teórico

1.1 Estudio de un Sistema Logístico

1.1.1 Concepto de Inventario

Heizer (1998), define el inventario como un recurso almacenado que se utiliza para satisfacer una necesidad actual o futura; y además cumple con las siguientes funciones:

- a) Proporciona artículos para satisfacer la demanda anticipada de los clientes
- b) Ventajas en los descuentos por cantidad
- c) Protege a la Empresa de los cambios de precio
- d) No permite rupturas en el flujo de suministros.
- e) Permite que las operaciones continúen con suavidad.

En la actualidad, el manejo eficiente del inventario ha llegado a ser una prioridad debido a que cumple con funciones muy importantes para el funcionamiento de una empresa. Según Buker (s.f.), una buena administración del inventario significa satisfacer la demanda del cliente con el inventario mínimo. La inversión en inventarios, es una función de: (1) la exactitud de la planificación, la programación y la ejecución; (2) la variabilidad de la demanda, la producción y el abastecimiento y (3) el tiempo de ciclo del proceso.

Acosta (1998) define a la gestión de inventarios como el conjunto de actividades logísticas necesarias para lograr una eficiente administración de los inventarios, que permitan a la empresa contar con las existencias necesarias y en cantidades suficientes para sus operaciones minimizando la posibilidad de incurrir en excesos o rupturas de inventario.

1.1.2 Concepto de Sistema Logístico

Monterroso (2000), señala que la logística se relaciona con la administración del flujo de bienes y servicios desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo. También forman parte de los procesos logísticos todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados (compras, almacenamiento). Como se ha visto anteriormente, el manejo adecuado del proceso logístico, es importante para lograr una optimización en los procesos de abastecimiento, producción y distribución. Más adelante se tratará en detalle las actividades de los diversos subsistemas que conforman un sistema logístico.

1.1.3 Metodología de Diseño y Planificación de un Sistema Logístico

Las actividades logísticas deben ser planeadas cuidadosamente. La ausencia de planeamiento en el proceso logístico genera ineficiencias, tales como: Espacios insuficientes, inventarios elevados, flujos desordenados de procesos, transportes antieconómicos, etc. Para diseñar un plan logístico deben considerarse los diversos factores relacionados: La estrategia de operaciones, la localización de inventarios y almacenes, las políticas de aprovisionamiento, las características de almacenamiento, los sistemas de información que serán utilizados, entre otros.

Existen prácticas que pueden considerarse indispensables para la optimización del flujo de bienes y servicios. Entre ellas podemos mencionar las siguientes: Enfoque en el cliente, adecuación de la producción como función de la demanda, adecuación de las compras de acuerdo a las necesidades de producción, creación de relaciones de mayor colaboración con proveedores y clientes. Estas prácticas están orientadas hacia el logro de dos aspectos importantes: (1) La satisfacción del cliente (menor precio, mejor calidad de servicio, menor tiempo de entrega, mayor disponibilidad de productos) y (2) La búsqueda de una mayor rentabilidad para la Empresa (menores gastos de operación, mayor productividad, mayor rotación de inventarios).

La búsqueda de los datos adecuados para medir el desempeño de la organización, hace que ésta desarrolle un sistema de Indicadores del Sistema de Gestión Logística que se convierte en una herramienta importante para la medición de variables críticas que determinan su competitividad. La información proporcionada por estos indicadores debe ser utilizada para controlar la evolución de las áreas críticas de la organización y facilitar la toma de decisiones, debido a lo cual estos índices deben reflejar el desempeño de las variables claves de acuerdo a la estrategia global de la organización. (Monterroso, 2000).

1.2 Actividades desarrolladas por un Sistema Logístico

Para mencionar las actividades que desarrolla un Sistema Logístico, es necesario definir inicialmente el concepto de Ciclo Logístico. Según Acosta (1998) el Ciclo Logístico es el conjunto de actividades que se basan en variables controlables por los sistemas logísticos. Monterroso (2000), dice que estas actividades interactúan de forma dinámica, por lo que es necesaria la coordinación de las mismas. Entre estas actividades tenemos a la Gestión de Compras, Recepción y Almacenamiento y la Gestión de inventarios

El ciclo logístico tiene dos etapas principales:

- a) Etapa del abastecimiento: Del proveedor a la Empresa
- b) Etapa de la distribución física: De la Empresa al cliente

Según Monterroso (2000), un sistema logístico permite lograr un flujo ágil para responder a la demanda, mediante la sincronización de sus funciones componentes; asimismo, la autora consideró los siguientes subsistemas:

- Logística de abastecimiento: Comprende la función de compras, recepción, almacenamiento y administración de inventarios; e incluye, actividades relacionadas con la búsqueda, selección, registro y seguimiento de los proveedores.
- Logística de planta¹: Abarca las actividades de soporte o apoyo, además de la seguridad, mientras se está produciendo un bien o servicio.
- Logística de distribución: Comprende las actividades de expedición y distribución de los productos terminados a los clientes.
- Logística Inversa: Consiste en el conjunto de actividades dirigidas a lograr la recuperación de valor de los productos.

En este trabajo sólo se estudiará el subsistema de Logística de Abastecimiento que es el encargado de suministrar recursos, condicionando de esta forma los gastos de operación y la capacidad de respuesta al consumidor.

En los puntos siguientes se tratará en detalle las funciones que componen a la logística de abastecimiento.

1.2.1 Gestión de Compras

Para la mayor parte de organizaciones, la función de compras adquiere una importancia estratégica, debido a que la eficiencia con la que se lleve a cabo determinará los costos de producción de bienes y servicios y la capacidad de respuesta a los requerimientos externos e internos.

La función de compras se ocupa del proceso de adquisición de los bienes y servicios necesarios para el desarrollo de las actividades de la organización. Dada la variedad de los bienes y servicios que se consumen, el área de compras debe realizar distintas gestiones ante múltiples proveedores y bajo distintas modalidades. Por ello se deben

¹ En el caso en estudio, se puede considerar como planta a las instalaciones, donde se produce el servicio.

establecer políticas de compras para cada grupo de ítems a adquirir. (Monterroso, 2000). Algunas actividades básicas de la función de compras son las siguientes:

Gestión de los Proveedores

La actividad de gestión de los proveedores tiene por objeto observar y evaluar su grado de compromiso con el sistema de calidad de la Empresa, para obtener productos y servicios de la calidad adecuada (al nivel requerido por el cliente final) a través de relaciones duraderas, así como potenciar su desarrollo. En pocas palabras, significa integrarlos a la cadena logística. Las estrategias de gestión de los proveedores mencionadas por Monterroso (2000) son las siguientes:

- **Múltiples proveedores:** Reduce los riesgos de desabastecimiento y favorece la reducción de precios. Por lo general esta estrategia se basa en relaciones contractuales a corto plazo y se escoge en función de los menores precios.
- **Proveedor único:** Este tipo de estrategia está basada en el establecimiento de relaciones de largo plazo, lo que produce un importante ahorro de costos en el mediano y largo plazo, favoreciendo la competitividad de la cadena de abastecimiento en su conjunto.

Seguimiento del Ciclo del Proveedor

El ciclo del proveedor está constituido por el proceso seguido en la gestión del mismo. Este proceso debe culminar con el desarrollo y certificación del proveedor, con lo que mejora la rentabilidad a largo plazo y la competitividad de la cadena de abastecimiento en su conjunto.

Las actividades que conforman el ciclo del proveedor son:

- **Búsqueda:** Recepción de propuestas en los medios especializados, de acuerdo a cada empresa y sus necesidades.
- **Selección:** Análisis, comparación y selección de los mismos de acuerdo a criterios de evaluación definidos y ponderados en función a las necesidades y políticas de la Empresa.
- **Registro:** De la información relevante de cada proveedor (datos de identificación, servicios que presta, condiciones generales de entrega, catálogos, resultados de evaluación, etc.).
- **Evaluación:** Por lo general, los mismos criterios utilizados en la selección del proveedor son empleados periódicamente para la evaluación de su desempeño real.

Además, se debe realizar un seguimiento sobre ciertos factores críticos (nivel de fallas detectadas, % de envíos equivocados en cantidad o calidad, cumplimiento de plazos previstos de entrega, cumplimiento de garantías, etc.).

Según Soto (2003), la evaluación del desempeño cubre necesariamente 3 fases:

- 1º Evaluación de proveedores: De acuerdo a los criterios de calificación obtenidos y al análisis de los factores críticos.
- 2º Clasificación de Proveedores: Una vez seleccionados los proveedores los clasificaremos en 3 grandes grupos: A, B, C. Para cada grupo se identificarán las estrategias a seguir (mantenimiento, desarrollo o baja de proveedores) sobre la base de sus características comunes, permitiéndonos definir estrategias de acción de acuerdo a su calificación.
- 3º Acciones a seguir, sobre la base a su desempeño, tomar alguna acción respecto a la continuidad de negocios: Desarrollo, mantenimiento o baja.

Negociación de Condiciones de Compra

Las negociaciones consisten en el acuerdo final entre la Empresa y sus proveedores en diversos aspectos de la transacción de compra de materiales, tales como el precio de los materiales, las condiciones de entrega, las condiciones del servicio post venta y las formas de pago.

Emisión de Documentos de Compra

Los documentos de compra se transforman en contratos exigibles de entrega de materiales cuando son aprobados por el proveedor. El documento generado para este fin se llama Orden de Compra.

La información estándar que contiene una orden de compra consiste en los siguientes puntos:

- N° de Orden de Compra
- Fecha de Emisión
- Datos del proveedor (Nombre, dirección)
- Descripción y cantidad de artículos
- Fechas y condiciones de entrega
- Destinos
- Transportista
- Términos de recepción.
- Términos del contrato y condiciones legales

1.2.2 Gestión de Almacenes

Según Acosta (1998), dentro de un sistema logístico, los almacenes deben ser órganos generadores de utilidades. Los inventarios son un aspecto importante y que depende de su mayor precisión para prevenir los requerimientos de consumo, lo cual llevaría a una racional reducción en el gasto (mantenimiento, almacenamiento y distribución).

Las principales actividades dentro de la Gestión de Almacenes son cuatro:

Recepción: La función de recepción de materiales, tiene la tarea de recibir los envíos del proveedor en la cantidad, calidad y condiciones pactadas, constatando que los artículos a ingresar y su cantidad coincidan con las órdenes de compra emitidas por la Empresa. Debe verificar además, la buena condición de los materiales enviados y registrar cuidadosamente cualquier anomalía encontrada. La no conformidad respecto a las condiciones de compra provoca la devolución de los artículos defectuosos, debiendo realizarse los pasos administrativos correspondientes para su reemplazo. Monterroso (2000). Las recepciones de material en un almacén se dan básicamente por compras (nacionales y extranjeras), materiales en custodia, devoluciones y almacenamientos de activo fijo.

La conformidad de la recepción de materiales, produce un documento llamado Nota de Ingreso, en el cual deben registrarse la siguiente información:

- Fecha de ingreso de los materiales
- Descripción y codificación de los materiales ingresados (más adelante nos referiremos a la catalogación de materiales).
- Cantidad de materiales a ser ingresados
- Orden de compra según la que se adquieren
- Guía de Remisión del proveedor
- Nombre del responsable de recepción.

Almacenamiento: La función principal de almacenamiento es la de evitar la interrupción del flujo logístico, funcionando de esta forma como un “amortiguador” que facilita la continuidad de los procesos productivos e impide el desabastecimiento de materiales en los procesos siguientes de la cadena logística. Existen diversas consideraciones para el almacenamiento, según los tipos de usuarios, la finalidad de los almacenes y su operatividad. El almacenamiento debe tener un diseño y controles adecuados para

reducir los costos relacionados con esta actividad, así como evitar al máximo posible los deterioros y los desperdicios.

Un control muy eficaz para el almacenamiento consiste en la elaboración de la ficha de kardex, la cual registra la información relacionada con los datos de los movimientos logísticos realizados por cada material, de manera que el almacenero tenga información actualizada de los ingresos y salidas que se hayan registrado por cada material.

Despacho: La función de despacho consiste en la entrega de los materiales a los usuarios finales de los mismos o al transportista que hará efectivo el traslado desde el almacén hasta el punto donde el material será usado. Los despachos pueden realizarse por consumo o por transferencia de los materiales. En el primer caso, se genera una nota de salida y en el segundo se genera una nota de transferencia. En ambos casos, estos documentos permiten realizar las salidas documentarias del material almacenado.

Para que se produzca un despacho, el usuario debe entregar un documento llamado pedido de reposición, mediante el cual se efectúa una orden al almacén para disponer de materiales listos para la toma de material en una fecha posterior y con un propósito determinado. Esto simplifica y acelera el proceso de entrada de materiales.

Los pedidos de reposición o reservas de materiales tienen como objetivos principales asegurar que el material esté disponible cuando se necesite; simplificar y acelerar el proceso de salida de mercancías y preparar las tareas en el momento de la salida de mercancías.

Es importante que la planificación de necesidades de inventarios tenga en cuenta los pedidos de reposición, tratando de obtener a tiempo los materiales necesarios si éstos no forman parte del inventario.

Control físico de Inventarios:

- **Inventario al 100%:** Todos los inventarios de la Empresa se cuentan físicamente una vez al año. Este procedimiento puede llevar a errores de conteo e identificación, además de significar un gran esfuerzo. Según Buker (s.f.), tiene una alta probabilidad de no brindar ninguna solución continua a los a los problemas ni aportar ninguna mejora en la exactitud del inventario.
- **Inventario cíclico:** El inventario se cuenta a intervalos regulares durante el ejercicio. Estos conteos se comparan con los registros de inventario y las discrepancias son

analizadas para determinar las causas de los errores e impedir que se repitan. Los ciclos pueden ser fijados de acuerdo a la criticidad del material y su rotación. Buker (s.f.) indica que este método tiene muchas ventajas sobre el anterior, tales como el uso eficiente del personal capacitado, la detección y corrección de los errores con regularidad, la minimización de las pérdidas de tiempo de operación, mayor exactitud de inventario, mayores posibilidades de reducción de los niveles de inventario y un mejor servicio al cliente.

- **Inventario por muestreo:** Se selecciona aleatoriamente un grupo de artículos del inventario para ser inventariados en una fecha definida. Si las desviaciones entre el resultado del recuento y el inventario registrado son suficientemente pequeñas, se supone que los registros para el resto de artículos son correctos. Se utiliza como una variación del inventario al 100% cuando se tiene una gran cantidad de artículos distintos en existencia y la verificación para el total de materiales se tornaría muy costosa.

Métodos de Despacho y Valoración de Inventario

La administración de almacenes debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Clasificación por cantidad – valor (Curva ABC):** Necesidad de identificar 3 tipos de clases de existencias:
 - Clase A: Control riguroso, preciso y constante
 - Clase B: Control poco frecuente pero preciso
 - Clase C: Control esporádico y relativamente preciso
- La clasificación por cantidad – valor es un instrumento eficaz para la administración de inventarios y la gestión de stocks, ya que permite racionalizar esfuerzos de control y mantenimiento para los inventarios clase A. Es necesario efectuar este análisis antes de aplicar un método de toma de inventarios cíclicos.
- **Catalogación de materiales:** En general las empresas presentan la problemática de contar con una gran diversidad de materiales en sus almacenes. Esta variedad de materiales puede ocasionar un incremento innecesario de inventarios, con el consiguiente egreso injustificado de recursos financieros debido a la duplicidad y diversidad de existencias. Uno de los procesos más importantes utilizados para combatir esta problemática es la catalogación de materiales. Este es un mecanismo por el cual se identifican y orientan las adquisiciones a unos pocos tipos de materiales por cada clase, con lo cual se disminuyen notablemente las variedades de materiales en el almacén.

El proceso de catalogación de materiales consta de 4 etapas:

- Normalización: Establecer normas y pautas de comparación de los materiales.
- Identificación: Precisar las características básicas y particulares del artículo.
- Clasificación: Ordenamiento sistemático en clases y subclases.
- Codificación: Asignar códigos alfanuméricos para distinguir al artículo.

Entre las ventajas de la catalogación de materiales, se encuentran las siguientes:

- Simplifica los inventarios, al reducir la cantidad y variedad de artículos
 - Disminuye imprevisiones y errores al identificar clara y exactamente a los materiales
 - Emplea mejor el espacio disponible, ya que los inventarios se ordenan adecuadamente.
 - Elimina la obsolescencia, mejora el índice de rotación de inventarios y el control de los materiales de importancia
 - Simplifica la contabilización
 - Mejora el control
 - Disminuye el tiempo de permanencia de los artículos en recepción
 - Reduce la posibilidad de mezclar los materiales y de almacenar separadamente artículos similares con denominaciones diferentes.
- **Diseño de la localización de las existencias:** Mediante códigos de ubicación de los materiales en Almacén: Consiste en la asignación de un código alfanumérico dentro del almacén donde se ubicará el material. Posteriormente, se debe elaborar un catálogo de ubicaciones donde aparece la relación de materiales inventariados y su ubicación codificada en los estantes del almacén.

Las ventajas de la asignación de un código alfanumérico a las posiciones de almacén son las siguientes:

- Permite encontrar rápida y fácilmente cada artículo inventariado en el almacén.
- Evita pérdidas de tiempo en búsquedas innecesarias
- Aligera la atención a los solicitantes
- Evita los empleados “indispensables”.
- Facilita el control y ordenamiento de los materiales en las bodegas.

- Permite planear la toma de inventarios y aligera su ejecución.
- Permite una mejor organización de la zona de almacenamiento
- El ordenamiento puede realizarse en función a los movimientos y uso de los materiales, evitando así desplazamientos innecesarios del personal de despacho.

1.2.3 Planeamiento de Inventarios

Tal como se ha mencionado anteriormente, se puede definir el inventario como un recurso almacenado que se utiliza para facilitar la producción o satisfacer las demandas del consumidor.

Existen diversos problemas de decisión en la administración de inventarios, relacionados con las preguntas ¿Qué pedir?, ¿Cuánto pedir? y ¿Cuándo Pedir?

La respuesta a las dos últimas interrogantes, conlleva a la búsqueda de una regla de decisión, la cual implica la existencia de un sistema de control de inventario que permita mantener registros precisos y efectuar un mejor seguimiento al flujo de materiales.

Conceptos Generales sobre Administración de Inventarios

El primer concepto importante que debe ser tratado al referirse a la administración de los inventarios es el establecimiento de la diferencia entre demanda dependiente y demanda independiente.

- La demanda dependiente: Suele corresponder a la demanda de materiales necesarios para la fabricación de bienes terminados. En este trabajo no consideraremos el estudio de la demanda dependiente.
- La demanda independiente: La demanda independiente está influenciada por las condiciones de mercado y no depende de la demanda de otros productos. En este caso, se adopta una filosofía de reposición (reponer el inventario conforme éste vaya siendo utilizado).

Los temas referidos a los métodos de Reposición de Inventarios, pronósticos de consumo y la creación de indicadores del abastecimiento serán abordados de acuerdo a la Teoría de las Restricciones en la siguiente sección.

1.3 Teoría de las Restricciones

1.3.1 Conceptos Generales

La Teoría de las Restricciones (Theory of Constraints - TOC) es una filosofía de administración de sistemas que permite encontrar soluciones enfocadas en función de puntos críticos con el objetivo de alcanzar una meta mediante un proceso de mejora continua. TOC brinda una metodología para que en un sistema se desarrolle una solución congruente sobre la base de relaciones causales y efectos deseables, restringidos por elementos perturbadores que impiden que el sistema se acerque a su meta. Estos elementos perturbadores o restricciones son de dos clases:

- **Restricciones Físicas:** Generalmente se refieren a entes tangibles, tales como el mercado, la capacidad de un elemento dentro de un proceso productivo, la disponibilidad de recursos, etc.
- **Restricciones de Política (Normativas):** Se refieren a limitaciones que son consecuencia de disposiciones o procesos propios de la organización.

Se puede establecer una analogía entre un sistema y una cadena compuesta por varios eslabones; en la que cada eslabón depende de su interacción con los demás. De esta manera, las “restricciones” del sistema son equivalentes a los eslabones más débiles de la cadena, por lo que es necesario, para aumentar la resistencia de la cadena, aumentar la resistencia de estos eslabones más débiles.

Así, el “eslabón más débil” será el determinante de la resistencia total de la cadena; TOC por lo tanto, se enfoca en las restricciones del sistema. Existe una diferencia conceptual en la metodología para el tratamiento de restricciones físicas y de política.

Para una restricción física, es necesario aplicar el esquema de 5 pasos mencionado por Goldratt y Cox (1992):

- 1° Identificar la restricción del sistema total
- 2° Explotar la restricción
- 3° Subordinar el sistema a la restricción
- 4° Elevar la restricción
- 5° Verificar si es que existe una nueva restricción

Para las restricciones políticas es necesario aplicar un esquema metodológico conocido como **proceso de pensamiento**, ya que estas restricciones no se originan por la falta de capacidad del sistema, sino por políticas o normativas erradas. Los procesos de pensamiento son esquemas que dan respuesta a las siguientes preguntas:

- (1) ¿Qué cambiar?: Análisis
- (2) ¿Hacia qué cambiar?: Estrategia
- (3) ¿Cómo lograr el cambio?: Táctica

El análisis (1), está orientado a descubrir el **problema raíz**, que se define como la causa de la mayoría de los efectos indeseables observados en el sistema. Este problema raíz se origina debido a conflictos que no han sido resueltos por el sistema. Para identificar y resolver estos conflictos se utiliza un diagrama lógico conocido como “Nube de Evaporación de Conflictos”. A partir de ésta, se genera una estrategia de solución, la cual debe ser revisada hasta llegar a obtener una solución satisfactoria, con la cual se resuelve el paso número (2). Esta solución finalmente se plasma en la definición de los obstáculos para la implementación de la solución y un plan de acción detallado, resolviendo de esta forma el punto número (3) para proceder con la implementación de la solución. (Acero, 2003).

Los diagramas de pensamiento que serán utilizados en este trabajo son los siguientes:

Árbol de realidad actual: Es un diagrama que permite determinar el problema raíz del sistema en estudio conectando los efectos indeseables principales mediante relaciones de causa - efecto.

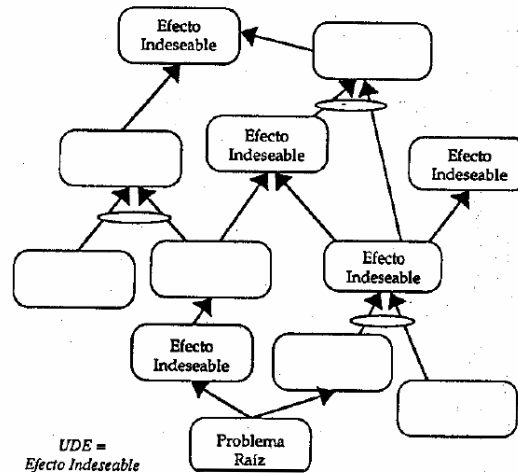


Figura 1. Árbol de realidad actual

Fuente: © 1998 Goldratt Asociados® - Abraham Y. Goldratt Institute – Citado por Acero (2003)

- Nube de evaporación de conflictos:** Tal como se mencionó líneas arriba, el problema raíz se debe a la presencia de un conflicto no resuelto. La nube de evaporación de conflictos, permite descubrir la búsqueda de una idea capaz de resolver el conflicto (definida como inyección) a través de la confrontación de los supuestos implícitos que originan el conflicto.

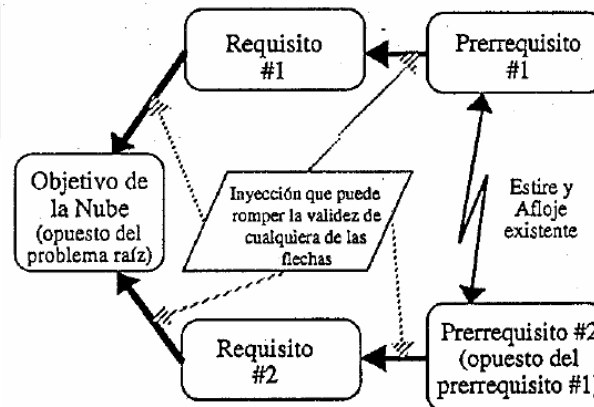


Figura 2. Nube de evaporación de conflictos

Fuente: © 1998 Goldratt Asociados® - Abraham Y. Goldratt Institute – Citado por Acero (2003)

- Árbol de realidad futura:** Una vez obtenida la inyección que resuelve el conflicto, el árbol de realidad futura permite, utilizando como base la inyección, llegar a construir una solución que nos lleve a efectos deseables. Esta solución debe ser

revisada, detectando y removiendo las ramas negativas del árbol de realidad futura, reemplazando éstas por nuevas inyecciones, hasta asegurarnos que la solución obtenida no lleva hacia nuevos efectos indeseables.

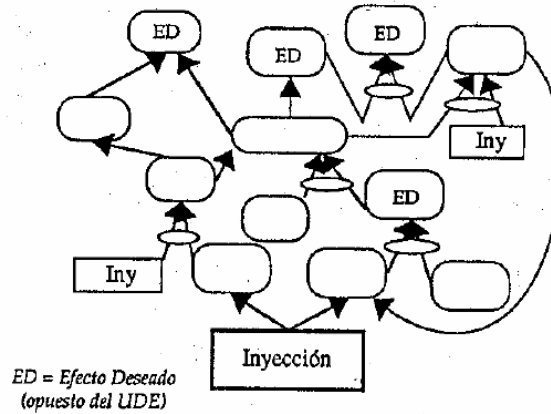


Figura 3. Árbol de realidad futura

Fuente: © 1998 Goldratt Asociados ® - Abraham Y. Goldratt Institute – Citado por Acero (2003)

- Árbol de prerequisites:** La solución obtenida con el árbol de realidad futura, es dividida en un conjunto de objetivos intermedios relacionados, señalando los obstáculos que pueden presentarse y encontrando acciones que permitan lograr objetivos intermedios a fin de sobreponerse a estos.

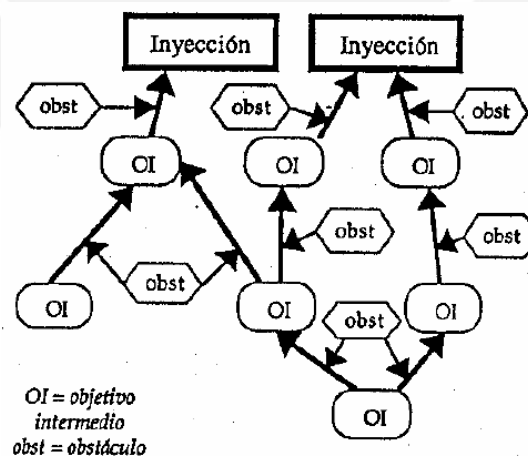


Figura 4. Árbol de prerequisites

Fuente: © 1998 Goldratt Asociados ® - Abraham Y. Goldratt Institute – Citado por Acero (2003)

- **Árbol de transición:** Finalmente, el árbol de transición nos lleva a la construcción de un plan detallado, el cual se basa en las acciones obtenidas para enfrentar los obstáculos intermedios señalados en el árbol de prerequisites.

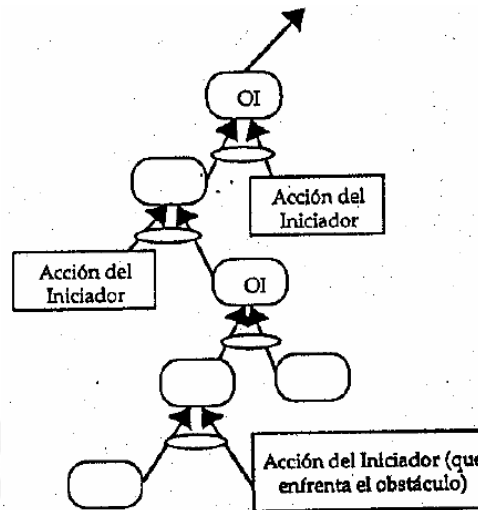


Figura 5. Árbol de transición

Fuente: © 1998 Goldratt Asociados® - Abraham Y. Goldratt Institute – Citado por Acero (2003)

Indicadores TOC: De acuerdo con Goldratt y Cox (1992), la meta de una organización, debe ser definida por sus propietarios. En el caso de una organización creada con fines de lucro ésta es **“ganar dinero ahora y en el futuro”**. Cada acción que se toma en una organización debe ser juzgada de acuerdo a su capacidad de acercar o no al sistema a la meta definida por sus propietarios. En el caso de una organización con fines de lucro, para determinar si un sistema se acerca a la meta planteada, Goldratt (1992) propone las siguientes medidas financieras:

- Beneficio neto: Cantidad de dinero que resulta de restar los egresos de los ingresos a la empresa.
- Retorno sobre la inversión (ROI): Relación entre el dinero ganado y el dinero invertido.
- Liquidez: Flujo de dinero en efectivo que ingresa al sistema. Esta medida es una condición necesaria para que la empresa pueda funcionar.

Estas medidas financieras no son suficientes para juzgar el impacto de cada acción específica que debe ser tomada a los distintos niveles operativos de una Empresa. Es necesario buscar una conexión (un puente) entre las acciones específicas (nivel

operativo) y los resultados globales (aspecto financiero). Tradicionalmente, el puente está basado en el concepto de “costo” y, por tanto, han sido elaborados diversos procedimientos de acuerdo con este criterio para determinar las acciones que deben ser tomadas a un nivel operativo (por ejemplo la obtención de lotes óptimos de compra, el concepto del margen de un producto, etc.). Estos procedimientos, a pesar de estar bien definidos, no son acatados totalmente, teniéndose en muchas oportunidades que modificarse de acuerdo a la intuición y otros factores según criterios diferentes al de costo.

Goldratt y Cox (1992) proponen las siguientes medidas para mejorar la productividad:

- Throughput (T): La velocidad con la que el sistema se acerca a la meta.
- Inventario (I): Se trata de los recursos invertidos en el sistema para producir el throughput.
- Gasto de operación (GO): Todos los recursos que el sistema tiene que gastar para producir throughput.

Estas medidas, expresadas de acuerdo a la meta de una empresa con fines de lucro (ganar dinero) son definidas de la siguiente forma:

- Throughput: Tasa de generación de dinero a través de las ventas.
- Inventario: Dinero que el sistema invierte en comprar cosas que trata de vender.
- Gastos de operación: Todo el dinero que el sistema gasta en convertir el inventario en ventas.

Tanto el throughput como los gastos de operación tienen una conexión directa con los tres indicadores financieros, sin embargo, el inventario sólo impacta directamente en el retorno sobre la inversión y la liquidez. El impacto del inventario en el beneficio neto se logra de forma indirecta a través de los costos de inventario, los cuales además tienen un efecto adicional sobre las otras dos medidas financieras, tal como será visto en el siguiente punto.

1.3.2 Aplicación de la Teoría de las Restricciones a la Logística

Tal como fue mencionado anteriormente, el inventario tiene un impacto muy importante en las medidas financieras, tanto de forma directa como indirecta. Los inventarios impactan además sobre el Throughput y los gastos de operación. Estos últimos descienden cuando los inventarios se reducen (reducción de costos financieros, costos de almacenamiento, rechazos, obsolescencia, manipulación y recuperación) lográndose

además beneficios intangibles a través de los factores de competitividad mostrados en la Tabla 1:

Tabla 1. Factores de competitividad

	Factores de Productividad
Producto	1. Calidad
	2. Ingeniería de diseño
Precio	3. Márgenes más altos
	4. Inversión por unidad
Respuesta al cliente	5. Nivel de Cumplimiento
	6. Plazos de entrega

El impacto del inventario en cada factor de productividad será mencionado en esta sección considerando un entorno de producción similar al de una planta de manufactura pero este concepto puede ser extendido a cualquier tipo de proceso u organización.

- **En la calidad:** Según Deming, el control de calidad debe comprobar el proceso, no el producto. Al localizar un punto débil tenemos la oportunidad de corregirlo para siempre. En un entorno de alto inventario, es difícil determinar las causas de un defecto debido al lapso transcurrido entre el momento de la producción del defecto y la identificación del mismo. En un entorno de bajo inventario, el defecto puede ser detectado mientras el proceso se está realizando, minimizando de esta forma su impacto.
- **En el diseño de producto:** El propósito es mejorar el producto. En un entorno de alto inventario, las mejoras estarán disponibles después de varios meses haciéndose difícil introducir mejoras con rapidez. En un entorno de bajo inventario, sólo una pequeña parte del producto ha sido procesada, siendo de esta forma más sencillo obtener mejoras de forma rápida.
- **En los márgenes:** En un entorno de alto inventario los ciclos de producción son más largos, haciendo más probable la aparición de imprevistos que ocasionan mayor cantidad de reprocesos, tiempos extra y gastos adicionales. En un entorno de inventario bajo los ciclos de producción se acortan, disminuyendo la posibilidad de aparición y el impacto de los imprevistos, evitándose la generación de gastos adicionales e incrementándose los márgenes de ganancia del sistema en general.
- **En la inversión en capacidad:** En un entorno de alto inventario las últimas operaciones suelen estar sometidas a picos de carga (es el peor momento). El exceso de capacidad hace aumentar la inversión por unidad de producto, además de la inversión inherente en inventario (2/3 de la inversión total) forzando a la Empresa a invertir en más maquinarias. En un entorno de bajo inventario, la carga sobre las

últimas operaciones se distribuye más uniformemente, haciendo que el rendimiento de la inversión sea mucho más alto.

- **En los niveles de cumplimiento de plazos de entrega:** Aparentemente las causas del incumplimiento en los plazos de entrega son externas (Proveedores poco fiables, modificaciones de los pedidos por parte de los clientes). Sin embargo, hay que tener en cuenta el hecho de que los pronósticos de la demanda son fiables por un tiempo; más allá del cual la fiabilidad se reduce drásticamente. En un entorno de alto inventario el ciclo de producción es más largo que el horizonte de pronóstico fiable, mientras que cuando se opera con bajo inventario la producción se inicia sobre la base de datos más precisos (Pedidos en firme o pronósticos válidos) con lo que el cumplimiento mejora visiblemente a pesar de la influencia de las causas externas.
- **En los plazos de entrega:** Los ciclos de producción son proporcionales al inventario en curso al igual que el inventario de productos terminados. La reducción en el inventario de productos en proceso no produce reducción del inventario de productos terminados por sí sola, pero los niveles de productos terminados se ajustan con el nuevo nivel de inventario en curso.

A pesar de las relaciones mostradas entre el inventario y la competitividad, las empresas actualmente operan con alto inventario, debido a la visión tradicional de corto plazo acerca de la importancia de las ventas, inventarios y gastos de operación y a las técnicas disponibles para el manejo logístico del flujo de materiales. Por otra parte, una reducción de inventarios puede ocasionar que algunas operaciones pueden encontrarse sin trabajo, ocasionándose de esta forma un aumento en los costos. Las medidas de productividad tradicionales además, hacen que la atención de las empresas se concentre en los indicadores de corto plazo, fomentando los inventarios altos y desviándose de su importancia a largo plazo. Otra causa de falta de atención al inventario ha sido la ausencia de sistemas logísticos efectivos; para reducir el inventario sin perder ventas ni aumentar gastos. Todas estas razones hacen que se recurra al inventario como un escudo de seguridad contra las perturbaciones de la planta y la demanda. Goldratt (1986).

Sistema Tambor – Amortiguador - Cuerda

Para una administración adecuada de la producción en una planta, Goldratt (1986), propone la creación de un sistema denominado DBR (tambor – amortiguador – cuerda, por sus siglas en inglés). Este sistema se concentra en los recursos denominados “recursos con capacidad limitada” (CCR, por sus siglas en inglés), los cuales determinan

el ritmo de producción de toda la empresa, por lo que estos recursos se constituyen en una especie de “tambor”. Es necesario además establecer un “amortiguador” de inventario delante de cada CCR, evitando de esta forma que se paralice durante un lapso prefijado (buffer de tiempo), de manera que las ventas estén protegidas contra cualquier perturbación siempre que ésta pueda resolverse dentro del lapso mencionado. Finalmente, para asegurar que el inventario no crecerá más allá del nivel determinado por el buffer de tiempo, se limita la entrada de material a la planta mediante un control que se asemeja a una “cuerda” tendida entre la primera operación y el CCR, para que estas operaciones con capacidad limitada determinen el ritmo de entrada de material en la primera operación. En el desarrollo de este trabajo será empleado el concepto de “amortiguador” del sistema DBR para establecer un control del inventario.

Creación de un programa de producción basado en el Sistema DBR

Las principales limitaciones de una empresa son la demanda del mercado y la capacidad de los CCR, por lo tanto el primer paso consiste en establecer el programa del CCR teniendo en cuenta su capacidad y la demanda que tiene que cubrir. Las operaciones subsiguientes son subordinadas a este programa. Para ejecutar las operaciones anteriores y proteger al CCR de las incertidumbres de las mismas se limita el buffer a un intervalo de tiempo específico, se define qué hacer en la primera operación y cuándo empezar a hacerlo de manera que el inventario de protección sea el suficiente para mantener al CCR protegido durante el buffer de tiempo determinado. De esta forma la incertidumbre producida por operaciones precedentes que se resuelven dentro del plazo del buffer no afectará a las ventas. El inventario de protección debe concentrarse en las cantidades correctas, en los tiempos correctos delante de las operaciones críticas. En otra parte es perjudicial.

Al establecer un amortiguador de inventarios semejante al propuesto por el sistema DBR lo primero que debe ser tenido en cuenta es la identificación de los CCR como una limitación debe manifestarse en todos los aspectos. El paso siguiente consiste en “programar el tambor”. Es decir, asegurar que el CCR no está programado para producir más de su capacidad ni para desaprovechar ésta.

El procedimiento DBR es un soporte adecuado para implantar mejoras continuas y localizadas, ya que la gestión adecuada de los amortiguadores de inventario permite identificar las mejoras necesarias para continuar con el proceso. De esta forma, los amortiguadores o buffers de inventario pueden ser utilizados para localizar y cuantificar la

importancia de las perturbaciones en una planta y a partir de estas acciones, establecer un proceso de mejora continua.

Programación del buffer

La programación del buffer consiste en un planeamiento dinámico que debe ser realizado cada cierto tiempo. La secuencia se establece de acuerdo a las fechas de entrega establecidas. El buffer es predeterminado, pero su contenido cambia continuamente.

Relación entre el buffer real y el buffer programado

Un objetivo del buffer es proteger las ventas y el cumplimiento de las entregas de las perturbaciones, de modo que debemos esperar que el contenido del buffer sea más pequeño que el previsto. Si el buffer permanece siempre lleno, esto significa que las incertidumbres no son tan relevantes como para afectar el flujo de materiales y, por consiguiente, este inventario puede ser eliminado sin problemas.

Es necesario mantener una relación entre el buffer real y el buffer programado semejante a la mostrada en la Figura 6, debido a que el primer material consumido por el CCR debe estar siempre presente en su totalidad, mientras que, por el contrario, es de esperarse que la mayor parte del material de la última fracción del buffer no haya llegado todavía al CCR.

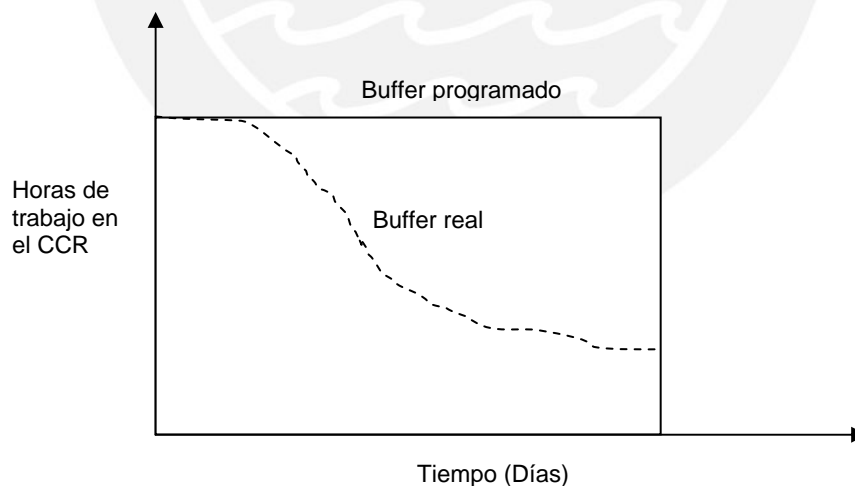


Figura 6. Relación correcta entre el buffer real y el buffer programado

Si la forma del buffer presenta diferencias con el mostrado en la Figura 6, puede darse uno de los siguientes casos:

- Caso 1: Es la situación mostrada en la Figura 7. En este caso, se está procesando material antes de lo necesario. El material se está introduciendo prematuramente en la

primera operación. En este caso, las primeras operaciones están produciendo por encima de lo planteado por la metodología del DBR (están produciendo por encima del valor de la “cuerda”).

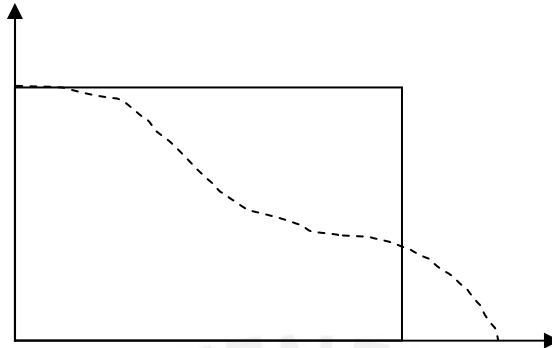


Figura 7. Relación entre el buffer real y el buffer programado, cuando las primeras operaciones están produciendo por encima del nivel de la “cuerda”

- Caso 2: Cuando el buffer planificado es demasiado grande, como se puede observar en la Figura 8. En este caso, debe reducirse el tamaño del amortiguador de inventario.

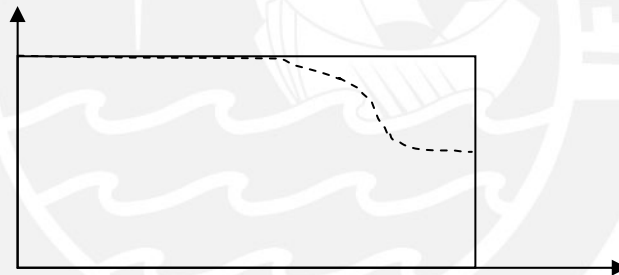


Figura 8. Relación entre el buffer real y el buffer programado, cuando se ha planificado un buffer muy grande

- Caso 3: Semejante al mostrado en la Figura 9. El buffer muy pequeño y se corre el riesgo de no alimentar adecuadamente al CCR.

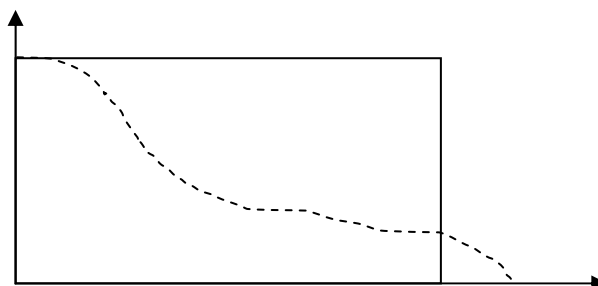


Figura 9. Relación entre el buffer real y el buffer programado, cuando se ha planificado un buffer muy pequeño

Además del análisis necesario para determinar la proporción adecuada del buffer de inventario, también deben tomarse acciones para eliminar vacíos o agujeros en el buffer, de manera que pueda reducirse el tamaño de éstos.

La comparación entre los buffers reales y los programados revela qué material debe estar allí y no está. Los huecos en el buffer se deben a las perturbaciones en el flujo de materiales producidas por proveedores u operaciones precedentes, tal como puede observarse en la Figura 10, que representa un agujero de “Y” horas de inventario del material A programado para ser procesado por el CCR dentro de “W” horas de trabajo que no ha llegado al buffer. Esta información permite cuantificar la perturbación.

Este material pedido requerirá “Y” horas de capacidad del CCR. En este caso se sabe que de acuerdo con el programa del CCR, este material debe ser procesado en “W” minutos desde ahora y se conoce el tamaño del agujero en el buffer (impacto en el CCR).

Esta información es útil además para tener una indicación que permita identificar cuál es el proceso que ha causado la perturbación en el flujo (la fuente de perturbación es probablemente la sección o proveedor donde el material está atascado). A partir de la localización del material, puede obtenerse un procedimiento para buscar la importancia de cada perturbación y compararla con otras que pueden producir huecos en los buffers.

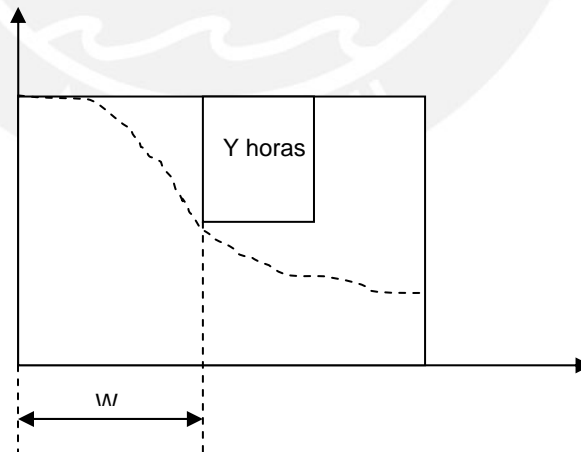


Figura 10. Agujero de Y horas de inventario de un material programado para su proceso en el CCR dentro de W horas.

Se necesitan 3 parámetros:

1. “Y”: Número de horas que el CCR debe usar para procesar sus piezas.(expresada en dinero de ventas).
2. “W”: Tiempo de protección hasta que el CCR sea impactado.
3. “P”: Tiempo hasta que las piezas lleguen al CCR.

Con esta información puede calcularse el factor de perturbación para cada agujero del buffer y asignarlo a la perturbación. A mayor valor de este factor, existirá una mayor necesidad de eliminar el origen de la perturbación. Este procedimiento permitirá direccionar los esfuerzos de mejora en la Empresa según el principio de Pareto y establecer un esquema de prioridades para focalizar los esfuerzos en mejoras de productividad. Las mejoras más deseables producirán los beneficios más grandes.

Hay que tener en cuenta además que un aumento en las ventas reduce el exceso de capacidad en la Empresa, pudiendo llegarse al nivel en que apareciesen cuellos de botella reales. Para estos cuellos de botella debe seguirse el esquema de 5 pasos mencionado anteriormente para la gestión de las restricciones físicas. El enfoque original (reducción de las perturbaciones más importantes) es cambiado por un enfoque de aumento de la producción en los cuellos de botella. De esta forma se establece un ciclo continuo de mejora.

Indicadores para la Gestión de Inventarios

Los indicadores de inventarios utilizados por la Teoría de las Restricciones están expresados en unidades que involucran dinero, esto se debe a que la meta de una compañía con fines de lucro es “ganar dinero ahora y en el futuro”. Por esta razón, sólo tiene sentido que los indicadores que permiten medir el progreso de una parte de la Empresa sean expresados en las mismas unidades que la meta (es decir, el dinero). De acuerdo con Sullivan (1998), los siguientes indicadores pueden considerarse adecuados para la gestión de inventarios:

Unidad Monetaria - Días de Inventario (IDD)

Es una medida de la efectividad de una cadena de abastecimiento basada en dos consideraciones:

- El tiempo que una unidad permanece en el inventario hasta que es utilizada para producir Throughput
- El valor del inventario que se mantiene

El IDD es calculado multiplicando el valor monetario de cada unidad existente en el inventario por el número de días desde que el inventario ha entrado en la responsabilidad del departamento. El sistema debe apuntar hacia el mínimo IDD necesario para mantener cero días de Unidad Monetaria - Días de Throughput (TDD). Debe tenerse en cuenta que la unidad resultante es "unidades monetarias - día". Es incorrecto comparar las unidades monetarias – día con otros indicadores monetarios. Un nivel de IDD sólo puede ser comparado con otros niveles de IDD.

Unidad Monetaria - Días de Throughput (TDD)

Es una medida de la confiabilidad de una cadena de abastecimiento. El TDD considera dos cuestiones:

- El valor monetario de las unidades que un departamento de la Empresa debe entregar y no lo hace.
- El número de días que el departamento pierde cuando no entrega un material necesario.

TDD es la suma de los trabajos no cumplidos durante el período elegido. El valor de TDD de trabajos individuales no cumplidos es calculado multiplicando el valor monetario del producto final por el número de días de retraso del trabajo. El sistema debe intentar que el TDD tienda a cero. De forma semejante al caso anterior la unidad de medida "unidades monetarias-día" no es monetaria ni basada en el tiempo. Es inválido comparar las "unidades monetarias-día" con otras medidas monetarias. Un nivel de TDD sólo puede ser comparado con otros niveles de TDD.

1.4 Metodología a Emplear

El diseño de un sistema logístico de abastecimiento sobre la base de TOC consta de tres partes; análisis de los subsistemas iniciales, diagnóstico de la situación global y la solución, que consiste en el desarrollo de un sistema logístico. Esta metodología será aplicada al caso de la Empresa denominada en esta tesis como TEL PERUANA. Las tres partes del diseño del sistema serán realizadas de la siguiente manera:

Análisis: El análisis de cada subsistema del abastecimiento de la red celular, será realizado utilizando los conocimientos teóricos acerca de la Gestión Logística que fueron estudiados en las secciones 1.1 y 1.2, además de los conceptos de planeamiento de inventarios revisados en la sección 1.3. En esta etapa se revisarán las actividades que

componen cada una de las funciones dentro de la Logística de Abastecimiento (Gestión de Compras, Gestión de Almacenes, Planeamiento de inventarios), obteniendo una descripción de la problemática de cada función según los aspectos de estudio presentados en la teoría y, en la medida de lo posible, la obtención de indicadores. El resultado del análisis de cada función, permitirá la obtención de los efectos indeseables que serán utilizados en la etapa de diagnóstico para determinar la problemática global de la Gestión Logística del Abastecimiento.

Diagnóstico: El diagnóstico de la situación global que será realizado en este trabajo, consiste en encontrar una relación entre los problemas y características desfavorables (los cuales serán denominados efectos indeseables: EIDES) que presenta la logística de abastecimiento de la red de TEL PERUANA haciendo posible identificar claramente el problema raíz de la problemática actual que impide a la logística de abastecimiento de la Empresa, llegar a la meta planteada de abastecer a las instalaciones de red de los materiales necesarios en la cantidad y el momento adecuados.

La identificación del problema raíz será realizada utilizando un **Árbol De Realidad Actual (ARA)**, el cual permitirá diagramar las relaciones de causa y efecto que conectan a los problemas encontrados durante la etapa de análisis, los cuales fueron denominados **Efectos Indeseables (EIDES)**.

Primer paso: Identificación de los efectos indeseables (EIDES) identificados en la etapa de análisis de las actividades de la logística de abastecimiento de la red celular de TEL PERUANA.

En este primer paso, no es necesario contar con todos los efectos indeseables que presenta la situación inicial, siendo suficiente iniciar el proceso con una lista de 15 a 25 EIDES.

Segundo paso: Una vez definidos los EIDES, debe iniciarse la búsqueda de una relación de causa – efecto entre éstos. Este proceso se inicia con la conexión de dos EIDES a los cuales se le va agregando el resto de la lista utilizando relaciones de tipo “*si..., entonces...*”. Es recomendable verbalizar la conexión entre las entidades para comprobar la coherencia de la relación de causalidad entre ellas.

Tercer paso: Una vez conectados todos los EIDES, es necesario analizar una a una todas las relaciones encontradas. En donde sea necesario, se debe clarificar las relaciones encontradas insertando entidades intermedias o efectuando correcciones.

Cuarto paso: Examinar las entidades de inicio del árbol. El problema raíz es la entidad que contribuye con la existencia de la mayor cantidad de EIDES.

Elaboración de la solución: La elaboración del Árbol de Realidad Actual permite encontrar el problema raíz de la situación inicial del abastecimiento de materiales de la Red Celular de TEL PERUANA y la forma en que a partir de esta entidad, se deriva la problemática estudiada en la etapa de análisis de los subsistemas que conforman las funciones de logística de abastecimiento en la Red Celular.

La obtención de la solución a la problemática en estudio se logrará de acuerdo a las siguientes fases:

- **Obtención de una solución inicial:** La cual se realizará identificando el conflicto que impide al sistema el logro de la meta planteada. El Árbol de Realidad Actual hará posible visualizar el conflicto que subyace en la situación inicial.

Para resolver el conflicto planteado, se considerará como objetivo el opuesto al problema raíz determinado en el árbol de realidad actual graficándose, por consiguiente, la **nube de evaporación del conflicto**, mediante la cual serán identificados los requisitos que son necesarios para el logro del objetivo y los supuestos que se encuentran detrás de cada una de las conexiones entre las entidades observadas. Es necesario encontrar una o varias ideas que rompan uno de los supuestos, es decir, inyecciones que logren que el supuesto ya no sea válido.

- **Construcción de la Solución:** Las inyecciones o ideas iniciales se constituyen en las raíces a partir de las cuales se construye la solución a la problemática planteada, utilizando un **árbol de realidad futura (ARF)**.

La construcción del árbol de realidad futura consta de los siguientes pasos:

Primer paso: Encontrar los efectos deseables (EDES) que permitan la construcción del árbol.

Segundo paso: Partiendo de las inyecciones iniciales, se obtiene el árbol de realidad futura preliminar. Corresponde a la solución inicial planteada utilizando las inyecciones encontradas en la etapa de evaporación del conflicto, a partir de las cuales, utilizando relaciones de causa – efecto son conectadas con los efectos deseados que han sido determinados en el primer paso.

Tercer paso: Una vez determinado el árbol de realidad futura inicial, se revisa su conformación y se identifica las ramas que podrían hacer que la solución planteada conduzca al sistema a nuevos efectos indeseables. Estas entidades se conocen como ramas negativas.

Cuarto Paso: Una vez identificadas las ramas negativas, es necesario removerlas mediante la inclusión de inyecciones que puedan cambiar la orientación de las mismas.

Quinto Paso: Finalmente, el árbol de realidad futura contiene la estructura definitiva de la solución, considerando todas las inyecciones necesarias para evitar la generación de nuevos efectos indeseables identificados en los pasos anteriores.

El resultado obtenido en la forma final del **árbol de realidad futura**, es un mapa que indica cómo alcanzar los efectos deseables planteados a partir de las inyecciones iniciales brindadas por el proceso de evaporación de conflictos.

Determinación de objetivos intermedios: La solución encontrada utilizando el árbol de realidad futura tiene la forma de un camino largo, el cual, según Acero (2003), necesita tener marcadores intermedios que le permitan establecer una secuencia de acción. Un análisis detallado de las entidades mostradas en el árbol de realidad futura permite identificar cuáles son las posibles ramas negativas que podían implicar que la solución propuesta ocasione nuevos efectos indeseables y cómo “podar” estas ramas utilizando inyecciones adicionales. La implementación de cada una de estas inyecciones debe ser desglosada en una secuencia de pasos intermedios, los cuales deben superar los obstáculos que se presentan en la implementación. Estos pasos se conocen como objetivos intermedios, los cuales son ordenados en forma cronológica de acuerdo a la secuencia en que hagan posible superar estos obstáculos. La herramienta que permite este esquema de solución es el **árbol de prerequisites**.

Construcción de un plan detallado de acción: Una vez planeada la solución y delimitados los objetivos intermedios, es necesario definir las acciones que llevarán al sistema hacia la solución, examinando cuidadosamente la efectividad de las mismas. La herramienta de pensamiento que será utilizada en la construcción de un plan de acción es el árbol de transición. En este trabajo el árbol de transición será elaborado según la metodología planteada por Rami Goldratt (2001), que permite una mejor visualización de la estructura lógica de la herramienta, además de facilitar la elaboración del diagrama.

Tras la elaboración del proceso de pensamiento seguido, es necesario llevar la solución encontrada, del “lenguaje de las restricciones” a un lenguaje “formal”, plasmando la aplicación en los procedimientos, herramientas e indicadores que deben ser seguidos para convertir a la Gestión Logística de Abastecimiento de los materiales de la red celular en una fuente de generación de valor para la Empresa.

2 Estudio de Caso

2.1 Descripción de la Empresa

TEL PERUANA² es una de las empresas líderes en el ámbito de las Telecomunicaciones en el Perú. Básicamente, sus operaciones están orientadas a brindar el servicio de Telefonía Móvil, pero proyecta, en el futuro cercano, incursionar en los servicios de telefonía fija, telefonía pública e Internet de banda ancha.

2.1.1 Crecimiento del Sector

El sector de las comunicaciones celulares registra un crecimiento sostenido; tal es así, que el número de líneas instaladas ha crecido desde algo más de 36000 en el año 1993, hasta sobrepasar los 6'000,000 en marzo del 2006, lo que representó también un aumento en la densidad de teléfonos celulares activos por cada 100 habitantes, desde los 0.16 en 1993 hasta alcanzar los 22.30 en marzo del 2006. (Osiptel, 2006).

Asimismo, de acuerdo a datos suministrados por Osiptel (2006), la cobertura del servicio ha ido extendiéndose hacia el interior del país. De diciembre del 2003 a marzo del 2006 la cantidad de terminales celulares en provincias ha ido creciendo de manera sostenida. Esto obliga a las empresas del sector a realizar proyectos de extensión de la red celular de manera cada vez más agresiva. Además del crecimiento registrado en la demanda, otra característica importante es la intensidad de la campaña desarrollada por las

² Empresa ficticia

empresas de telefonía celular, la misma que comprende: Tarifas, calidad de la señal transmitida, calidad del servicio al cliente, cobertura de otros servicios, etc.

2.1.2 Organización Funcional de la Empresa

TEL PERUANA es una empresa de telefonía con múltiples funciones y por lo tanto su organización funcional es amplia, lo que le permite atender las diversas funciones, en condiciones competitivas. No es objeto de este trabajo el referirnos a toda la organización funcional de la Empresa, de modo que la descripción será limitada a dos sectores clave, la Gerencia de Red y la Gerencia de Logística.

La Gerencia de Red es responsable de la transmisión de la señal celular en el área de cobertura de la Empresa; comprendiendo como funciones principales la operación de la red celular, los proyectos de extensión de la misma y el mantenimiento de las instalaciones. La gran importancia de la Gerencia de Red dentro de la empresa consiste en que es el área encargada de suministrar la estructura de soporte de la red celular, en la que se apoyarán por tanto las diversas actividades operativas y comerciales. Básicamente, la red celular de TEL PERUANA distingue claramente 2 partes, el Subsistema de Estación de base, encargado de proporcionar y gestionar el interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto del GSM y el Subsistema de Red y Conmutación que debe gestionar las comunicaciones y conectar las estaciones móviles a las redes adecuadas o a otras estaciones móviles.

La Empresa cuenta con 5 centrales de conmutación operadas por los ingenieros de la Gerencia de Red, tres de las cuales se encuentran en Lima (Surquillo, Lince y Miraflores) y las restantes, en Arequipa y Chiclayo.

Cuenta además con 265 estaciones base a lo largo de todo el país, las cuales no tienen personal a su cargo y son controladas desde las oficinas centrales de la Empresa. Existen algunas estaciones base que se encuentran contiguas a las oficinas en las ciudades más importantes del país y que tienen personal a su cargo. Estas son las estaciones de Cuzco, Juliaca, Tacna, Ica, Huancayo, Chimbote, Trujillo, Piura, Iquitos y Cajamarca.

La Gerencia de Logística es la unidad responsable de gestionar la cadena de abastecimiento de los materiales del inventario, el cual se compone de terminales celulares, accesorios para los teléfonos celulares (baterías, cargadores, auriculares, etc.),

tarjetas SIM y tarjetas prepago. El abastecimiento de otros tipos de materiales (activos fijos, elementos de estructuras, etc.) es gestionado directamente por cada Gerencia responsable en coordinación con la Gerencia de Compras, encargada de la ejecución de las adquisiciones. La Gerencia de Logística comprende las siguientes supervisiones:

- **Supervisión de Planeamiento de Inventarios:** Encargada de la planificación del aprovisionamiento tanto exterior (Planificación de las Compras) como interior (Abastecimiento a provincias y puntos de venta). Comprende también las funciones de Elaboración de Órdenes de Compra de Materiales que forman parte del inventario (a proveedores nacionales y extranjeros) y Conformación de Facturas de Proveedores. Funciona en las oficinas principales de la Empresa.
- **Supervisión de Almacenes:** Encargada de las actividades de recepción, almacenamiento, despacho y gestión de la distribución física de materiales. La Supervisión de Almacenes se encarga también de las actividades de catalogación, control de inventarios físicos y la custodia de materiales que no forman parte del inventario a solicitud de otras áreas de la empresa y por casos puntuales. La Empresa tiene un almacén logístico situado en el Cercado de Lima (límite con el Callao), desde donde concentra sus operaciones.
- **Supervisión de Comercio Exterior:** Se encarga de la gestión de los procesos relacionados con el comercio exterior. Sus actividades no sólo dan apoyo a la logística de materiales de stock, sino a otras gerencias de la Empresa. Las principales actividades cubiertas por la Supervisión de Comercio Exterior son la Importación (de materiales de stock) y la Exportación Temporal (Básicamente de elementos de la red y sofisticados equipos de cómputo) para reparaciones o reclamos por garantía. Funciona en las oficinas principales de la Empresa.

2.2 Descripción de las Actividades Logísticas del Abastecimiento Inicial

Un estudio del sistema logístico de abastecimiento parte de un conocimiento de las características de los materiales que administra. El inventario objeto de estudio está compuesto básicamente por los repuestos de las centrales y estaciones base de la red, propiedad de TEL PERUANA. Estos repuestos son en su gran mayoría componentes electrónicos formados por circuitos digitales. Se trata de materiales muy importantes, por su alto valor estratégico y el elevado costo de cada unidad. El precio unitario promedio de las tarjetas de la red es de aproximadamente \$6,200. Estos repuestos ingresan a la empresa de dos maneras: Los materiales que forman parte del conjunto de repuestos de las centrales o estaciones base adquiridas por TEL PERUANA y los repuestos que se

adquieren por compras puntuales. En ambos casos, los repuestos son entregados directamente a TEL PERUANA por el proveedor en el Almacén Principal de la Red, situado en San Isidro. La composición del inventario (estimada por los encargados de la red) puede verse en la Tabla 2.

Los equipos son requeridos cada vez que sucede un desperfecto en las centrales o estaciones base de la red. Dependiendo de la criticidad de los repuestos que fallan, este requerimiento debe ser atendido en un plazo de media a 5 horas para poder garantizar la continuidad de la transmisión de la señal, si es que el desperfecto ha sido reportado en las centrales de conmutación. En el caso de las estaciones base, el requerimiento debe ser atendido en un máximo de 24 horas.

Tabla 2. Composición del inventario de repuestos de la red de TEL PERUANA

Clasificación	Proporción	Observaciones
Equipos nuevos	55%	
Equipos usados en buen estado	25%	
Equipos averiados	15%	Estos equipos son evaluados para establecer si se deben comprar nuevamente o se deben enviar a reparar.
Obsoletos	2%	Equipos que se ofrecen a la venta a otras empresas. Debido a las características particulares de los equipos, es muy difícil lograr la venta de estos equipos.
En reparación	2%	Las reparaciones se realizan en el extranjero.
En custodia	1%	Guardados para otras gerencias de TEL PERUANA

En su conjunto, la gestión logística de abastecimiento empleada por la Gerencia de Red se desarrolla según el esquema mostrado en la Figura 11.

El sistema que se ha utilizado para la gestión logística de abastecimiento de los repuestos de la red será analizado en los siguientes aspectos: Gestión de Compras, Gestión de almacenes y Planeamiento de Inventarios.

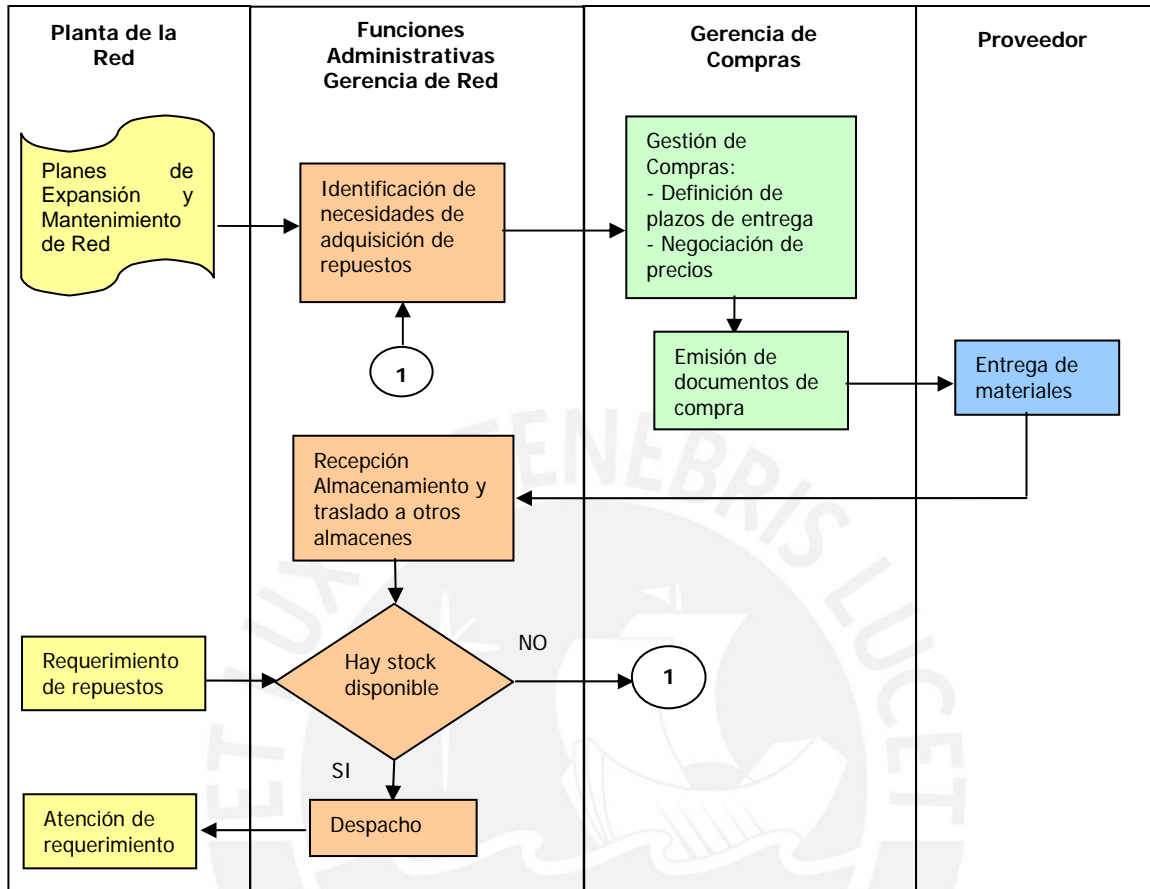


Figura 11. Actividades de la logística de abastecimiento inicial

2.2.1 Gestión de Compras

Estrategia de Gestión de Proveedores

TEL PERUANA se encarga de gestionar la compra de los materiales y repuestos de sus centrales de telecomunicaciones, las cuales se ejecutan en su mayoría a proveedores extranjeros que cuentan con certificación de calidad.

Tanto las centrales, como los repuestos relacionados una vez adquiridas pasan a formar parte del activo fijo de la Empresa. El proveedor se selecciona de acuerdo a la tecnología que se decide utilizar por parte de la Gerencia de Red. El análisis que se realiza para el ciclo del proveedor consiste en los siguientes elementos:

a) Búsqueda de posibles proveedores

La búsqueda de proveedores para las centrales, estaciones base y repuestos de la red es precedida de un análisis por parte de los ingenieros de la red de la tecnología más adecuada a las necesidades comerciales de TEL PERUANA.

b) Selección de proveedores

De acuerdo al resultado del análisis mencionado, se elige al proveedor que presenta la propuesta más acorde con las necesidades comerciales de la Empresa desde los puntos de vista técnico y económico. De esta forma, el criterio más importante de selección de proveedores por parte de la Gerencia de Red está relacionado con la calidad de la red adquirida. La Gerencia de Compras de TEL PERUANA se encarga de la definición de plazos de entrega, de la negociación del precio y de la determinación de las características que debe cumplir el Servicio Post Venta.

c) Registro de proveedores

Los proveedores son registrados por la Gerencia de Compras de TEL PERUANA. Estos registros contienen la información relevante de cada proveedor y los resultados de la evaluación periódica a los proveedores que es realizada a plazos regulares (trimestralmente).

d) Evaluación de proveedores

Los criterios para la evaluación de proveedores realizada por la Gerencia de Compras de TEL PERUANA se basan en la definición de factores críticos realizada por las áreas usuarias del servicio a evaluar. En el caso de los implementos de la red de telecomunicaciones los factores considerados críticos para la evaluación del desempeño del proveedor son el número de fallas de la red, la adecuada reposición de repuestos reclamados por garantía y las características de los servicios post venta. En el caso de los proveedores de implementos para la red de telecomunicaciones de TEL PERUANA se tiene un proveedor principal (junto con proveedores de repuestos de algunos implementos de la red de este proveedor principal) hasta que se decide cambiar a una nueva tecnología, por lo que no se realiza una clasificación de los proveedores.

e) Desarrollo de proveedores

TEL PERUANA no realiza esfuerzos por desarrollar a los proveedores de implementos de la red de telecomunicaciones. Las condiciones de la venta de centrales, estaciones base y repuestos de red, así como las características del servicio post venta están determinadas por la operación regular de las empresas proveedoras de estos materiales.

f) Certificación de proveedores

Para efectos de compras, los equipos se identifican por el código de fabricante. Al ser adquiridos, los equipos no pasan por un proceso de control de calidad y son probados por el proveedor antes de ser vendidos, debido a que TEL PERUANA no posee el instrumental necesario para hacer esta clase de pruebas. El proveedor envía los equipos

con un Certificado de Calidad y sólo son devueltos si es que presentan fallas de operación. Los equipos son enviados en paquetes por el proveedor. En la mayoría de los casos, la documentación indica solamente el peso del paquete y no el contenido, ocasionándose dificultades en el caso de que se pretenda realizar reclamos por mal funcionamiento.

g) Negociación de Condiciones de Compra

La Gerencia de Compras se encarga también de la negociación de las condiciones de adquisición. Éstas más que nada están relacionadas con los aspectos económicos, ya que la propuesta técnica de cada proveedor, es validada previamente por los ingenieros de la Gerencia de Red.

h) Emisión de Contratos y Documentos de Compras

La emisión de documentos de compra para los implementos de red de telecomunicaciones es realizada directamente por la Gerencia de Compras de TEL PERUANA. Las Órdenes de Compra emitidas por los implementos de red son de 2 tipos:

- Adquisición de una central o una estación base: Se especifican las características de la central o estación adquirida. Al adquirir estos implementos, la compra involucra el conjunto de repuestos recomendado por el proveedor, el cual es considerado una parte de la central o estación adquirida y por tanto no incluye un detalle de los repuestos que lo componen.
- Adquisición de un repuesto unitario: Generalmente (aunque no es una regla) se especifican las características del equipo adquirido.

Análisis del Proceso de Compras

Como se puede apreciar en los párrafos anteriores, el Proceso de Compras intenta realizar la gestión de adquisición de los materiales de red de la forma más rápida y sencilla posible. La Gerencia de Compras se encarga básicamente de la negociación de las adquisiciones y la elaboración de documentos, correspondiendo las etapas de análisis, búsqueda y selección de proveedores a la Gerencia de Red, debido a que las compras están basadas en criterios técnicos en los que el personal de red es experto. El proceso de compras de materiales para la Red Celular, está plasmado en la Figura 12.

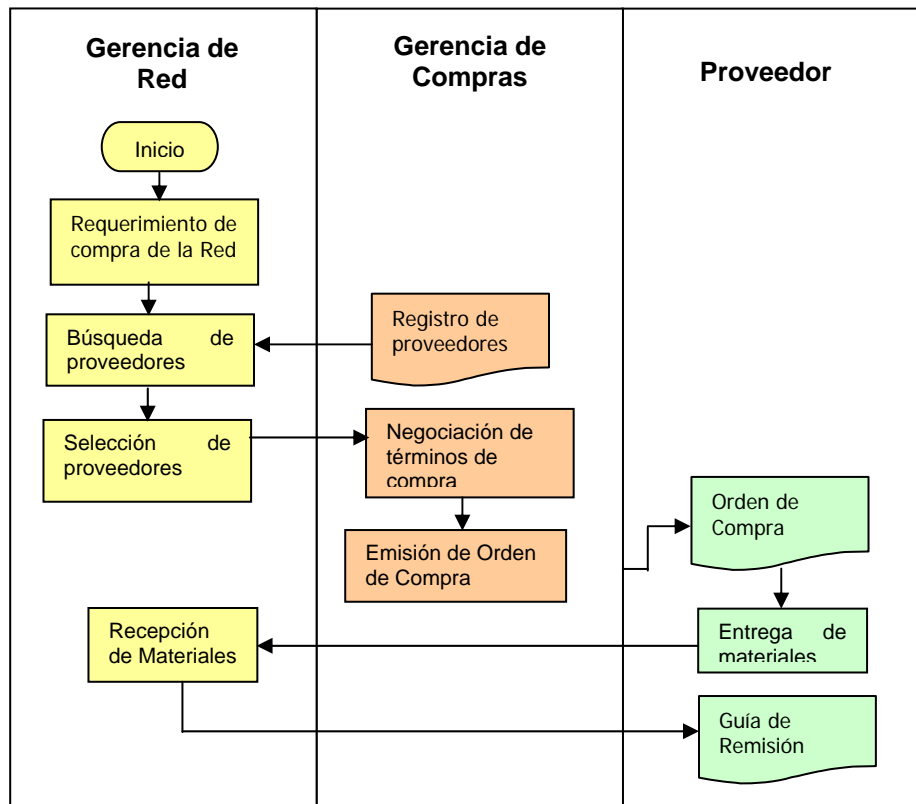


Figura 12. Proceso de gestión de compras de repuestos de la red

2.2.2 Gestión de Almacenes

Proceso actual

Para el abastecimiento de estos materiales, TEL PERUANA cuenta con un almacén principal en San Isidro desde donde se efectúa la distribución a lo largo de todo el territorio nacional. El control de los materiales de este almacén (y también de las centrales de Lima) lo realiza un técnico encargado del inventario (que también realiza otras funciones), en hojas de cálculo desde las oficinas principales de la empresa. El almacén no cuenta con personal dedicado a las tareas de control del inventario, existiendo sólo una persona dedicada a la labor de vigilancia y archivo de las guías de remisión de los terminales. Este almacén consiste en una vivienda adquirida por la Empresa y acondicionada a cumplir las funciones de estación base (la cual se encuentra ya desactivada). Paralelamente, debido a su ubicación estratégica y al espacio con el que cuenta, se ha acondicionado a las funciones de almacenamiento, instalándose anaqueles en algunos ambientes de ambos pisos del inmueble.

Existe también un inventario de equipos almacenados en las centrales de Miraflores, Surquillo y Lince, así como en las centrales y estaciones de provincias. Básicamente se trata de repuestos necesarios para el funcionamiento de las mismas. Este inventario no se encuentra necesariamente alineado con las necesidades de la central, pudiendo encontrarse en cada una de ellas repuestos averiados que fueron extraídos de la central en algún momento de la operación o repuestos correspondientes a otras centrales y estaciones base. Los materiales, en estos casos son almacenados dentro de un gabinete de repuestos dentro de las instalaciones de la central o estación. Para términos prácticos estos gabinetes de repuestos se denominarán Almacenes Técnicos.

En el caso del almacén principal de San Isidro, se tiene la ventaja de la cercanía a las centrales, factor que es muy importante, teniéndose en cuenta que existen repuestos que en caso de producirse una falla deben ser reemplazados en el menor tiempo posible, ya que pueden provocar la interrupción del servicio de la central (en estos casos se cuenta con pocos minutos para realizar el reemplazo). El abastecimiento de las estaciones base es menos crítico y puede realizarse en las 24 horas siguientes al reporte de una avería.

En provincias, el control del inventario lo realizan los ingenieros encargados de cada almacén técnico en un archivo de MS Excel, el cual se encuentra compartido entre todos los encargados. Este archivo es utilizado para conocer el stock de cada provincia, así como para gestionar los traslados entre almacenes.

Recepción

El proceso de recepción de repuestos adquiridos mediante órdenes de compra se realiza en las oficinas centrales de la Empresa o en el Almacén Principal de San Isidro. Estos equipos llegan con documentos de compra, tales como la Guía de Remisión del Proveedor y la lista de empaque de la entrega de terminales. En el archivo de control de inventario se registra el ingreso de la cantidad correspondiente.

En el Almacén Principal de San Isidro, la recepción la realiza directamente el técnico encargado de los inventarios o cualquier ingeniero de la red, quien solicita al vigilante la llave del almacén y él mismo coloca el repuesto en una ubicación dentro de los anaqueles. El ingeniero de la red entrega al vigilante de almacén una guía de remisión manual por el ingreso y a su vez, éste último registra el ingreso en su cuaderno de control, pero solamente para fines de seguridad. Posteriormente, el inventario ingresado se actualiza en el archivo de control. Si la persona que realiza esta actividad no es el

encargado de inventario, tendrá que comunicar el ingreso del repuesto mediante un e-mail, llamada telefónica o incluso una comunicación verbal.

En las demás instalaciones, la recepción la realiza el ingeniero encargado de la operación de cada central. Cuando la recepción se realiza de manera regular, la persona que realiza el envío entrega una guía de remisión manual al ingeniero encargado de la central. Cuando se trata de una entrega realizada debido a una emergencia, a veces ni siquiera se entrega un documento y se realiza el cambio de repuestos inmediatamente. Al igual que en el caso anterior, se regulariza el archivo de control de inventarios mediante un e-mail, llamada telefónica o conversación verbal. En el caso de un repuesto averiado dentro de la misma central, éste simplemente se lleva al gabinete de almacenamiento o si no se encuentra espacio, en alguna parte de la oficina dentro de la central, sin realizar mayor esfuerzo documentario.

Características del Almacenamiento

Tal como se había indicado anteriormente, el almacenamiento de los repuestos de la red se realiza en el Almacén Principal de San Isidro y en los gabinetes de repuestos dentro de las instalaciones de provincias con personal a su cargo.

Sólo se tienen anaqueles para el almacenamiento en el Almacén Principal de San Isidro. En los almacenes técnicos, el poco volumen de repuestos manejados, hizo que no se considere necesaria la instalación de los mismos, siendo suficiente el uso de gabinetes de repuestos. Sin embargo en algunos casos se ha excedido la capacidad de estos gabinetes, por lo que se ha tenido que almacenar los repuestos dentro de sus recipientes aislantes en lugares considerados convenientes dentro de las mismas instalaciones de la central.

Las condiciones de almacenamiento en las que se encuentran los repuestos en ambos casos se encuentran dentro de los rangos permisibles del mantenimiento de los mismos, aunque en el almacén principal de San Isidro existen huellas de filtración por humedad en algunas paredes adyacentes a los baños. Este problema de la filtración se ha solucionado cortando el abastecimiento de agua en los baños interiores de la construcción. En este almacén, todos los repuestos se encuentran dentro de sus recipientes aislantes, con excepción de algunos repuestos que están simplemente apilados en las instalaciones ya que son considerados suficientemente resistentes por los ingenieros de la red. Los recipientes aislantes que recubren los repuestos permiten

proteger a los materiales de la intrusión de polvo o partículas similares y de las vibraciones en un traslado, pero no son del todo eficientes contra la humedad.

Tratamiento de Repuestos Obsoletos y Averiadados

Cuando se produce la falla de un repuesto en la operación de las centrales y estaciones base y es reemplazado, se determina si es que está dentro del período de garantía ofrecido por el proveedor. Es bastante complicado poder determinar que un repuesto se encuentra cubierto por la garantía ya que en la mayoría de los casos no se conoce exactamente la fecha en que un repuesto es adquirido (el control de inventario está enfocado básicamente al registro del inventario disponible en cada almacén, más que de fechas de ingreso o salida).

Por este motivo y dado que el personal de red considera prioritarias otras actividades (actividades de mantenimiento, monitoreo de la operación de red, etc.) en muchos casos se prefiere postergar la determinación de que un repuesto está cubierto por la garantía, lo cual complica este proceso, ya que al tiempo de operación se le debe agregar este tiempo de almacenamiento.

En el caso de repuestos averiados, fuera del período de garantía, se debe tener en cuenta si la reparación de los mismos es factible de realizar a un costo que justifique el envío de un lote de estos materiales, para lo cual es necesario realizar un análisis que en muchos casos, la premura de las operaciones hace que sea postergado.

Debido a que se sabe que el proceso de reclamo por garantía de los repuestos es complicado, los ingenieros de red, consideran que pueden utilizar algunos componentes de un repuesto averiado que se encuentra en los almacenes o las centrales para efectuar reparaciones informales. Esta consideración también abarca a los repuestos que provienen de la desactivación de estaciones que corresponden a tecnologías anteriores. El personal de la red considera que de esta forma podría ahorrarse el tiempo y el costo de enviar un repuesto a garantía o reparación. Lamentablemente, estas reparaciones informales no suelen ser totalmente efectivas y en la mayoría de los casos sólo constituyen un recurso temporal. De todas formas, el personal de la red mantiene este criterio de trabajo.

En el almacén principal de San Isidro, hay también un ambiente en el que se pueden encontrar repuestos obsoletos y averiados. No se tiene ninguna clase de control sobre estos materiales.

Despacho de Materiales

En general, el despacho de materiales lo realiza el mismo encargado de alguna actividad de mantenimiento o cambio de equipos.

En el caso del almacén de San Isidro, el ingeniero encargado de algún trabajo de mantenimiento o instalación, registra su ingreso en la vigilancia, solicita al vigilante la entrega de la llave de los ambientes de almacenamiento y retira del inventario el repuesto que necesita para sus operaciones. El vigilante le entrega una guía de remisión, de la que archiva una copia y entrega otra al ingeniero de red. Posteriormente, el ingeniero debe comunicar al técnico encargado del control del inventario el retiro del repuesto para que sea registrado en el archivo correspondiente.

En el caso de las centrales y estaciones base, si se produce una avería, el ingeniero encargado de la operación de la central retira el repuesto que necesita del gabinete correspondiente, realiza el cambio en la central y almacena el material averiado sin realizar mayor esfuerzo documentario.

Control del Inventario

Esta actividad se realiza mediante la toma de inventarios físicos anuales tanto en el almacén principal de la red, como en las centrales. Esta toma de inventario es dirigida por el técnico responsable del control de las existencias, comparando el inventario encontrado físicamente con las cantidades registradas en el archivo de control. Esta toma de inventarios sirve para actualizar los archivos de control según los reemplazos de repuestos realizados en las centrales y puede llegar a ocupar varias jornadas completas de trabajo de los ingenieros de la red, sin garantizar totalmente la integridad del inventario.

Metodología de codificación de Materiales

Actualmente, no existe un sistema de codificación propiamente dicho. En general se intenta controlar cada material de acuerdo al código de fabricante o número de parte, pero esta clasificación no es rigurosa, debido básicamente a que estos códigos no poseen una naturaleza uniforme (algunos son numéricos, otros alfanuméricos, etc.), a que entre las diversas versiones de un mismo material hay algunas diferencias de

códigos y a que el personal de red básicamente intenta reconocer los repuestos por el módulo en el que funcionan o por una parte de su descripción. Así por ejemplo, en el archivo de control del almacén principal de San Isidro se tiene registrado el siguiente material:

Código del fabricante: SG402A

Descripción: Integral card NSS

El mismo repuesto en el control de materiales de provincias las descripciones mostradas en la Tabla 3:

Tabla 3. Distintas denominaciones para un mismo material en las instalaciones de la Red Celular de TEL PERUANA

Almacén Técnico	Código del Fabricante Consignado	Descripción consignada
Chiclayo	SG402	Tarj. Integral NSS
Iquitos	SG402A 01	Tarjeta SG/NSS
Ica	No se consigna código del fabricante	SG NSS card

Como podemos observar, existe una gran variabilidad entre las denominaciones de un mismo material, la cual se debe a que los encargados de la red tratan de invertir el menor tiempo posible en el llenado de archivos de control para poder dedicarse a las labores de la operación propiamente dicha. Los ingenieros consideran estas denominaciones suficientes para entenderse entre sí.

Códigos de ubicación en los almacenes

En el almacén principal de San Isidro, los equipos se encuentran clasificados en anaqueles de acuerdo a sus características y al módulo al que pertenecen. Existe también una ubicación para los equipos averiados. La capacidad de los anaqueles no cubre en su totalidad las necesidades de almacenamiento, por lo que muchos grupos de repuestos pueden encontrarse apilados en el suelo y señalados por un rótulo pegado en la pared por encima de la pila.

En las centrales y estaciones base: Los repuestos se almacenan en un gabinete acondicionado para tal fin. Si se excede la capacidad de éste, se apila los repuestos a un costado.

Traslados entre Almacenes

La red de telecomunicaciones celulares de TEL PERUANA se está expandiendo preferentemente hacia provincias, debido a las necesidades cada vez mayores de la empresa de ganar nuevos mercados. Esta situación origina que cada vez se realice una mayor cantidad de trabajos de instalación de nuevas estaciones, además de una mayor utilización de la red ya existente en provincias y como consecuencia, mayor cantidad de averías en las instalaciones.

Como los inventarios regionales de repuestos no están necesariamente alineados con las necesidades de la central o estación a la que sirven, es cada vez más necesario solicitar los repuestos a otros almacenes de provincia. El número de estos traslados entre almacenes se incrementado notablemente de forma progresiva.

Ha sido realizada una estimación de los volúmenes de traslados entre almacenes entre la segunda mitad del 2005 y el 2006, registrando un incremento aproximado del 60% de traslados en este lapso (ver Tabla 7).

Layout de Almacenes

En las Figuras 13 y 14, se ha representado la distribución de las instalaciones del Almacén Principal de San Isidro. Podemos observar que existen grandes cantidades de materiales que se encuentran ubicados en el suelo, obstaculizando de esta forma el flujo de ingreso y salida de equipos y repuestos.

En la primera planta están almacenados los materiales correspondientes a las instalaciones de conmutación, entre los cuales existen algunos de gran tamaño, mientras que en el segundo piso se almacenan los materiales de radio, que consisten básicamente en tarjetas cuyo peso suele ser inferior a 1 Kg.

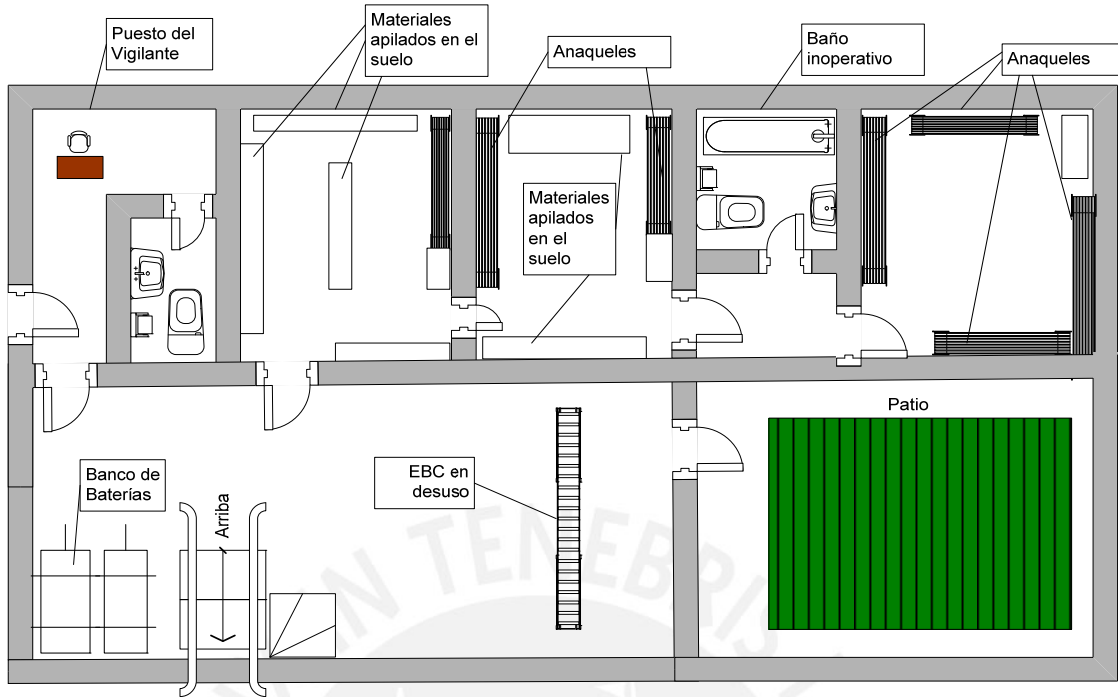


Figura 13. Layout del almacén principal de San Isidro (primer piso)

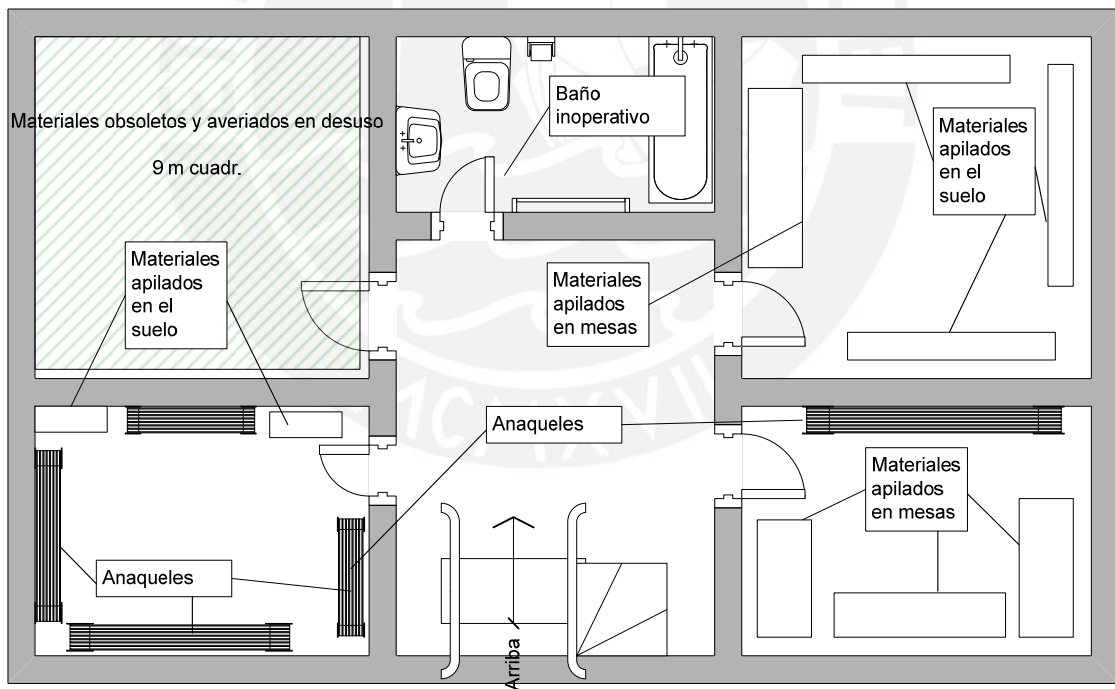


Figura 14. Layout del almacén principal de San Isidro (segundo piso)

2.2.3 Planeamiento de Inventarios

Tal como se mencionó anteriormente (ver subsección 2.2.2), el control del inventario de los equipos de red se realiza utilizando 2 tipos de archivos de control:

En Lima, se realiza manualmente en un archivo Excel, manejado por un ingeniero de mantenimiento desde las oficinas centrales de la empresa. Las actualizaciones se llevan a cabo según las comunicaciones de retiro de equipos realizadas por parte de los ingenieros de la red, los traslados de repuestos entre centrales, el ingreso de repuestos por orden de compra y las devoluciones de equipos que son retirados de operación en algún punto del país, pero que pueden ser útiles para otras centrales o estaciones base que están en funcionamiento.

Este archivo ha sido creado básicamente para el control de la cantidad de existencias disponibles, sin mayor esfuerzo en el registro de movimientos del inventario de repuestos, debido al tiempo que esta actividad representaría. Así por ejemplo, si un repuesto es retirado del almacén de una central para su utilización, simplemente se resta una unidad del inventario registrado.

En la Figura 15 podemos observar un fragmento del archivo empleado para el control del inventario.

STOCK DE TARJETAS DE RED POR ALMACEN

PART. NUM	CENTRAL	No Item	Descripción	Arequipa		Chiclayo		San Isidro		Lince		Miraflores		Surquillo		Total Buenas	Requer.	Total Falladas	CRITICIDAD
				Buenas	Falladas	Buenas	Falladas	Buenas	Falladas	Buenas	Falladas	Buenas	Falladas	Buenas	Falladas				
SG402A	NSS	1	INTEGRAL CARD NSS			8		6		2						16			0 C
069850 A31	NSS	2	Tarjeta Clock					1								1			0 B
03996 A28	NSS	3	RWM					3								3			0 C
SG521S42	NSS	4	DRS-12 VIAS			2		3								5			0 C
CGDSIT114618	NSS	5	MAC. ESTADO FINITO					4	2							4	1		2 A
1.019.735-01 REV.B	NSS	6	DC CARD 210A					1								1	2		0 B
1.019.836-01 REV.B	NSS	7	DC CARD 210					1								1			0 C
SD459A	NSS	8	RESORBER CARD NSS					1								2			0 A
TSM 0165	NSS	9	T1X - T3X CARD					1								1	1		0 C
0183 T94-94	NSS	10	TAPE 190					2								2			0 C

Figura 15. Fragmento del archivo empleado para el control del inventario de la Gerencia de Red de TEL PERUANA

Como puede observarse, en el archivo en mención son registradas las existencias de las centrales de Lima y Provincias (tanto en cantidad de repuestos operativos como deteriorados), el requerimiento de adquisiciones propuesto, el total de materiales fallados y la criticidad de cada ítem perteneciente al inventario. Han sido definidos los siguientes estados de criticidad:

Repuestos de Criticidad A: Se trata de repuestos cuya inexistencia puede ocasionar la paralización de alguna central o de un número significativo de estaciones de la red celular

de TEL PERUANA. El costo de las inexistencias o averías de un repuesto de Criticidad A es altísimo (especialmente en servicio no brindado e imagen de la Empresa) y debe evitarse a toda costa.

Repuestos de Criticidad B: No contar con un repuesto de criticidad B en la red celular de TEL PERUANA puede significar muchas veces un deterioro significativo de la calidad de la transmisión o una paralización parcial / momentánea del servicio. El costo de inexistencia en este caso es alto.

Repuestos de Criticidad C: La falta de un repuesto de criticidad C puede significar algún daño menor o alguna complicación poco significativa en cuanto al manejo de las centrales o estaciones base. La infraestructura de la red de TEL PERUANA no siempre cuenta con la totalidad de estos materiales. El costo de inexistencias en este caso es relativamente bajo.

En la operación regular, esta clasificación es elaborada por el personal técnico de la red y tomada muy en cuenta para el abastecimiento externo e interno de los materiales. El cuadro de control descrito líneas arriba cumple básicamente dos funciones:

- Identificación de necesidades de abastecimiento externo de repuestos.
- Información referida a la cantidad disponible de repuestos en los diversos almacenes de la red, para cuando se produzca una necesidad de abastecimiento.

En provincias existe un archivo compartido entre todas las centrales y estaciones base, según el cual los ingenieros de todo el país pueden visualizar el inventario de repuestos y solicitar el traslado de algún repuesto. El inventario de cada punto de la red es administrado de manera independiente a los demás. Como se ha visto en la subsección 2.2.2, cada encargado de la red maneja una notación y un formato aparte para sus controles.

Los principales inconvenientes de estos archivos de control de inventarios son los siguientes:

- La información no está actualizada permanente ni automáticamente, ya que dependen de una persona para el registro del stock de los almacenes.

- El encargado del control de inventario no puede contar con la información de todas las operaciones realizadas por el personal de la red, lo que dificulta el registro actualizado de las existencias. Es frecuente que en el caso de estaciones retiradas de operación, cuyos repuestos están operativos, no sea posible el registro de los materiales que ingresan al inventario. Se ha dado el caso de que se inició un proceso de compra de repuestos de los cuales se podía disponer de unidades operativas que habían sido desactivadas por la reducción de algunas estaciones base.
- Al no llevarse un historial de los ingresos y salidas de materiales, no es posible realizar un análisis del comportamiento del inventario basado en este control.

Procesos de Abastecimiento Externo

Los repuestos de la red son adquiridos de dos formas:

- Conjuntamente con las centrales o estaciones base que se instalarán. En este caso se consideran como parte de la central adquirida y el ingreso consiste en todo el lote de repuestos recomendados por el proveedor. Estos ingresos corresponden a los planes de expansión de la red. En muchas ocasiones al comprar una central o estación base, se prefiere diferir la adquisición de repuestos para aprovechar estos recursos económicos en mayores actividades de expansión.
- Como compras puntuales, cuando se necesita contar con un repuesto. Muchas veces, estas compras se realizan con carácter de urgencia, sin ser planificadas y suelen ser por la cantidad de repuestos requeridos en planta (en la mayoría de los casos corresponden a una unidad).

El proceso de abastecimiento externo se origina por tanto de acuerdo a los planes de expansión de la red y a las necesidades de mantenimiento. En el archivo de control de inventarios correspondiente a las centrales de conmutación, se registra la cantidad de repuestos necesarios para el abastecimiento de estas 5 instalaciones.

Debido a la actual política de expansión de la red, las adquisiciones correspondientes al mantenimiento de las centrales de conmutación son limitadas a la menor cantidad posible. Esta limitación también está relacionada con el elevado precio de los repuestos necesarios para la red. Tal como se puede observar en la Figura 16, el 71% de los materiales existentes en el inventario tienen un precio que varía entre los \$2700 a los \$7500, registrándose un valor promedio total de \$6400. El alto costo de estos materiales influye significativamente en las decisiones de la Gerencia de Red acerca de la adquisición de repuestos, la cual está orientada a la compra de los materiales

estrictamente necesarios debido a la restricción que implica el presupuesto asignado a la Gerencia de Red, el cual muchas veces ha sido usado de forma preferente en los planes de expansión de la red celular por sobre la adquisición de repuestos y a que uno de los principales indicadores de la gestión de la Gerencia de Red es la reducción de las existencias del inventario de repuestos.

Procesos de Abastecimiento Interno

El abastecimiento interno se origina básicamente a raíz de fallas en la operación, haciéndose necesaria por tanto una reposición de inventarios. El personal de la Gerencia de Red no lleva una estadística formal de las causas de los desperfectos, pero de forma empírica se conoce que la gran mayoría de los casos se debe a fallas eléctricas y de hardware. La falta de una estadística de fallas dificulta la toma de acciones que permitan al personal de la red tomar acciones dirigidas a la reducción de la cantidad de estas ocurrencias y predecir la ocurrencia de una falla.

Al producirse la falla de algún componente en una instalación de la red, si el repuesto correspondiente no se encuentra en el inventario del almacén técnico, el encargado de éste solicita la reposición del material. En Lima, la proximidad del almacén principal a los almacenes técnicos de las centrales permite que el abastecimiento se realice rápidamente a partir de éste. En provincias, muchas veces las distancias y la urgencia por contar con los materiales hacen que se solicite el abastecimiento a los almacenes más cercanos, produciéndose de esta forma una gran cantidad de traslados cruzados. El número de traslados cruzados se incrementa conforme se extiende la red de telecomunicaciones y crece el número de averías. Al no llevarse un registro de averías ni traslados, es difícil cuantificar el gasto de operación correspondiente a esta forma de abastecimiento.

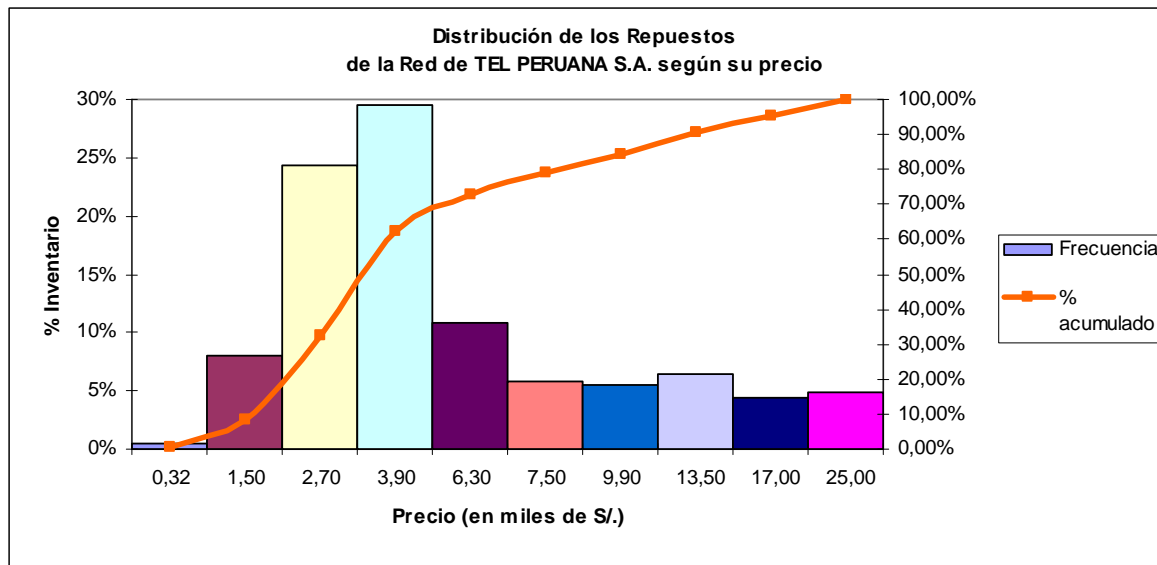


Figura 16. Distribución de los repuestos de la red de TEL PERUANA según su precio.

Análisis del proceso de planeamiento de inventarios

La primera parte de un análisis del proceso de planeamiento de inventarios, debe considerar el impacto de la operación actual del inventario en los factores competitivos de la Empresa:

- **Calidad:** La calidad del servicio brindado por TEL PERUANA (al igual que en otras empresas del sector) ha ido deteriorándose progresivamente. Uno de los motivos que han originado este deterioro en el desempeño ha sido la falta de repuestos debido a que el proceso de abastecimiento actual origina que el tiempo de respuesta ante una falla sea mayor al tiempo en que debe realizarse la reposición de inventarios.
- **Ingeniería - Diseño:** La inclusión de nuevos servicios (además de las campañas, ofertas, etc.) se ve afectada debido a que pueden producirse fallas de componentes de la red que dificulten la introducción de estos servicios con la celeridad necesaria y el proceso de abastecimiento actual no garantiza la oportuna reposición de los mismos.
- **Márgenes:** Existen altos costos adicionales y altos niveles de tiempo extra debido al actual manejo de inventarios, además del elevado impacto de las perturbaciones (por ejemplo, fallas no previstas) en la infraestructura de red ante las cuales no existe la protección necesaria. Todas estas razones repercuten en gastos adicionales de operación (traslados cruzados, horas extras) y en un

descenso del throughput (servicio no brindado) que ocasionan una importante reducción en los márgenes.

- **Inversión en capacidad:** En el esquema de inventario actual, cada almacén técnico es básicamente independiente de los demás, lo cual origina una multiplicación de las solicitudes de abastecimiento. Este tema está unido a la actual política de preferencia hacia la expansión de la red por sobre las necesidades de reposición, haciendo que las adquisiciones de repuestos y componentes se realice de forma urgente, creciendo así la inversión en capacidad.
- **Nivel de cumplimiento:** El nivel de cumplimiento en el abastecimiento de repuestos de la red se ve afectado debido a la incertidumbre relacionada con la ocurrencia de fallas en la red.
- **Plazos de entrega:** El tiempo de reposición de materiales de la red es alto debido a que el proceso de reposición se efectúa cuando la falla se ha producido.

Del análisis de los seis factores de competitividad, se puede observar que el manejo actual del inventario de la red celular tiene un impacto negativo en la capacidad de generación de valor en la Empresa.

Obtención de Índices de Inventarios

Para obtener una estimación de los índices de inventarios, se han solicitado los documentos físicos de vigilancia de los almacenes, para obtener la información de entrada y salida de materiales, que ha permitido obtener los volúmenes de atención mostrados en la Tabla 4 y el promedio mensual de despachos de equipos de red, que se puede observar en la Tabla 5.

En la Tabla 5 se observa que el volumen de despachos de repuestos se ha incrementado en un 71% como consecuencia del aumento en el volumen de operaciones. El aumento ha sido básicamente más significativo en las atenciones a provincias, ya que el crecimiento de las operaciones de la empresa se ha dado básicamente hacia el interior del país. Esta cantidad de traslados de materiales de la red es importante más por ser un indicador de la cantidad de fallas (y por tanto de las pérdidas en el throughput) en la red celular que por el gasto de operación que representa. Este indicador está relacionado de forma directa con el TDD (Ver Subsección 1.3.2) el cual no es posible calcular con la información disponible. El aumento de 71% en las operaciones de traslado de materiales muestra por tanto la significativa forma en que se está perdiendo throughput debido a las

fallas en la operación. La Tabla 6 permite observar la situación actual del inventario de repuestos de la red celular en cuanto al TDD, al referirse al número de materiales críticos sin existencias.

Tabla 4. Cantidad de Salidas de Inventario durante el período (Agosto 2005 - Octubre 2006)

Mes	Atenciones Lima	Atenciones Provincia	Traslados entre Provincias	Total Operaciones
Ago-05	38	8	6	52
Sep-05	43	6	7	56
Oct-05	31	5	8	44
Nov-05	44	7	9	60
Dic-05	71	10	11	92
Ene-06	65	5	10	80
Feb-06	78	11	6	95
Mar-06	59	18	11	88
Abr-06	71	21	12	104
May-06	82	26	11	119
Jun-06	84	34	17	135
Jul-06	73	19	20	112
Ago-06	62	12	19	93
Sep-06	65	25	14	104
Oct-06	73	29	11	113

Tabla 5. Promedio de salidas de inventario durante el período (agosto 2005 - octubre 2006)

Periodo	Atenciones Lima	Atenciones Provincia	Traslados entre Provincias	Operaciones en general
Promedio mensual 2005	45	7	8	61
Promedio mensual 2006	71	20	13	104
Incremento de Operaciones (2005 – 2006)	56%	178%	59%	71%

De los archivos de control del inventario, tanto de Lima como de Provincias, han sido obtenidos los resultados aproximados que pueden observarse en las Tablas 6 y 7, teniendo en cuenta que no es posible determinar con exactitud, a la luz de los archivos disponibles si es que un repuesto enunciado corresponde o no a un mismo material para 2 almacenes diferentes. Debido a que no han sido definidos los buffers de inventario necesarios para la operación de la red celular, no es posible determinar el indicador IDD expuesto en la subsección 1.3.2, pero puede observarse que la cantidad de inventario de

criticidades B y C, además de los materiales averiados que se encuentran en las centrales y estaciones base contribuyen a que este indicador se incremente.

Tabla 6. Composición del inventario en ítems de la Red Celular de TEL PERUANA por criticidad

Almacenes Técnicos de la Red TEL PERUANA	Nº Ítems Crit. A	Nº Ítems Crit. B	Nº Ítems Crit. C	Nº Ítems Crit. A Sin Stock	Total Ítems (Estimado)	Ítems Activos
Almacén Principal San Isidro	49	276	105	16	446	373
Centrales Lima	9	28	19	6	62	49
Centrales Provincias	18	26	15	8	67	58
Estaciones Provincias	25	93	44	22	184	145
TOTAL GENERAL	101	423	183	52	759	625

Tabla 7. Composición del inventario en cantidades de la Red Celular de TEL PERUANA por criticidad

Almacenes Técnicos de la Red TEL PERUANA	Cantidad Crit. A	Cantidad Crit. B	Cantidad Crit. C	Cantidad Averiadados	Total Repuestos (Estimado)
Almacén Principal San Isidro	81	714	2037	361	2832
Total Centrales Lima	17	93	47	46	157
Total Centrales Provincias	33	229	329	--	591
Total Estaciones Provincias	--	--	--	--	1916
TOTAL GENERAL	131	1036	2413	407	5496

No ha sido posible obtener archivos que muestren la variación en el tiempo de la composición por criticidades del inventario de materiales de la red, pero la tendencia a manejar independientemente las existencias de cada almacén técnico permite suponer que el IDD de la red celular de la Empresa va en aumento.

2.3 Diagnóstico de la Situación Inicial

El análisis realizado en los puntos anteriores, permite conocer la situación inicial de cada una de las actividades de gestión del inventario de la red de TEL PERUANA por separado y la influencia del entorno en que se encuadra la empresa, determinando de esta forma una gran cantidad de problemas y características de cada una de las actividades de gestión del inventario que limitan la capacidad de la gestión para abastecer adecuadamente los repuestos, materiales y suministros necesarios a las instalaciones de la red.

La solución debe ser planteada de una forma que permita a la logística de abastecimiento de la red como un todo, lograr la meta de abastecer a las instalaciones de red de los materiales necesarios en la cantidad y el momento adecuados al mínimo costo posible. De acuerdo a la Teoría de las Restricciones, intentar mejoras en cada función aisladamente, puede llevarnos a construir un sistema compuesto por óptimos locales que a la larga pueden estorbarse entre sí en el propósito de llegar a la meta. Además existe la posibilidad de que un sistema planteado de esta forma, esté pasando por alto algún aspecto que no corresponde a ninguno de los subsistemas analizados, obteniéndose de esta manera una solución incompleta que en el mejor de los casos, sea insuficiente para llevar a la logística de abastecimiento de la red a la meta planteada.

El diagnóstico de la situación global que será realizado en este trabajo, consiste en encontrar una relación entre los problemas y características desfavorables que presenta la logística de abastecimiento de la red de TEL PERUANA de modo que podamos identificar claramente la raíz de la problemática actual que impide a la logística de abastecimiento de la Empresa abastecer a las instalaciones de red de los materiales necesarios en la cantidad y el momento adecuados.

La identificación del problema raíz será realizada utilizando un Árbol de Realidad Actual (ARA), que nos permitirá diagramar las relaciones de causa y efecto que conectan a los problemas encontrados, a los cuales denominaremos Efectos Indeseables (EIDES), siguiendo la metodología planteada en la sección 1.4.

Primer paso: Identificación de los efectos indeseables (EIDES) identificados en la etapa de análisis de las actividades de la logística de abastecimiento de la red celular de TEL PERUANA. S.A. En este primer paso, han sido considerados 21 EIDES entre características del entorno de la Empresa y las funciones de Compras, Almacenamiento y Planeamiento de Inventarios:

Del Entorno de la Empresa y las Operaciones Propias de la Red Celular:

EIDE 1: El crecimiento en las operaciones tiene una velocidad sin precedentes.

EIDE 2: La Gerencia de Red se ve presionada a minimizar el costo logístico.

EIDE 3: La Gerencia de Red prefiere destinar recursos a los planes de expansión por sobre la adquisición de repuestos para la red ya existente.

EIDE 4: La competencia ha alcanzado niveles sin precedentes.

EIDE 5: El personal técnico de la red considera prioritarias las labores propias de la operación y mantenimiento de la red por sobre las de abastecimiento, control y documentación del inventario.

EIDE 6: La expansión de la red se da preferentemente y en forma cada vez más acelerada hacia provincias.

EIDE 7: El personal de la red dedica cada vez más tiempo a las actividades de control y documentación de inventarios.

EIDE 8: El número de averías ha alcanzado un nivel sin precedentes.

EIDE 9: La red no cuenta con personal especialista en las labores logísticas

De la Gestión de Compras:

EIDE 10: Es muy complicado determinar si algún material está cubierto por la garantía del proveedor.

EIDE 11: El proceso de reclamo por garantía es muy complicado e ineficiente.

EIDE 12: Conforme crece la red celular, crecen las necesidades de adquisición de repuestos.

De la Gestión de Almacenamiento:

EIDE 13: No se tiene un historial de fallas de componentes, ni de movimientos logísticos en las centrales.

EIDE 14: No existe un catálogo de materiales estándar utilizado en toda la red.

EIDE 15: Existe alto riesgo de duplicidad y error en la denominación de materiales.

EIDE 16: Los almacenes han excedido la capacidad de sus instalaciones.

De las actividades de Planeamiento de Inventarios:

EIDE 17: Los controles de inventario son insuficientes y están centrados en el conteo de la cantidad de equipos.

EIDE 18: Las actividades logísticas de la red se han realizado de manera empírica e informal.

EIDE 19: Existe exceso de inventario de algunos materiales y falta de otros.

EIDE 20: Los registros de inventarios existentes no permiten evaluar las operaciones logísticas realizadas en un determinado período.

EIDE 21: Existe la tendencia a adquirir sólo los repuestos considerados imprescindibles.

Segundo paso: La Figura 17 muestra el árbol de realidad actual constituido sólo por los EIDES encontrados, el cual se construye de forma preliminar. A este punto, el diagrama no muestra relaciones de causa – efecto totalmente claras, es necesario agregar entidades explicativas y aplicar las categorías de reservas legítimas para la construcción del árbol de realidad actual completo.

Tercer paso: Se agregan entidades explicativas que permiten completar el sentido de las relaciones de causa – efecto iniciadas en el paso anterior. La construcción del árbol

preliminar, formado sólo por los EIDES, facilita este trabajo, ya que se constituye en una especie de línea guía para la construcción del diagrama completo.

Cuarto paso: El árbol de realidad actual construido ha permitido finalmente encontrar la causa raíz de la problemática que presenta la Gestión del Abastecimiento de la Red de TEL PERUANA, tal como se muestra en la Figura 18 y cuya ampliación puede verse en el Anexo 1 (para propósitos de una mejor visualización).

Problema raíz: La Gestión del Abastecimiento de la Red de TEL PERUANA es cada vez más cara e ineficiente.

Como se observa en el diseño del **Árbol de Realidad Actual**, esta entidad es la causa raíz de la problemática del abastecimiento de la red y al mismo tiempo, se origina a raíz de las entidades que conforman esta situación, originándose un bucle que hace que esta situación se alimente a si misma, magnificando de esta forma la dimensión del problema. Esto incluso era visible en algunos de los EIDES, los cuales indican que los problemas son cada vez más acentuados o que las situaciones adversas han llegado a un nivel sin precedentes, sugiriendo de esta forma una agudización progresiva de la problemática presentada por la Gestión del Abastecimiento de la Red.

Existe un bucle menor entre las entidades de una mayor cantidad de fallas de repuestos de alta criticidad y el carácter temporal de las reparaciones informales que realizan los operarios de la red, las cuales ocasionan a la larga, fallas de mayor magnitud. La solución debe comprender también una inyección que permita romper este bucle.

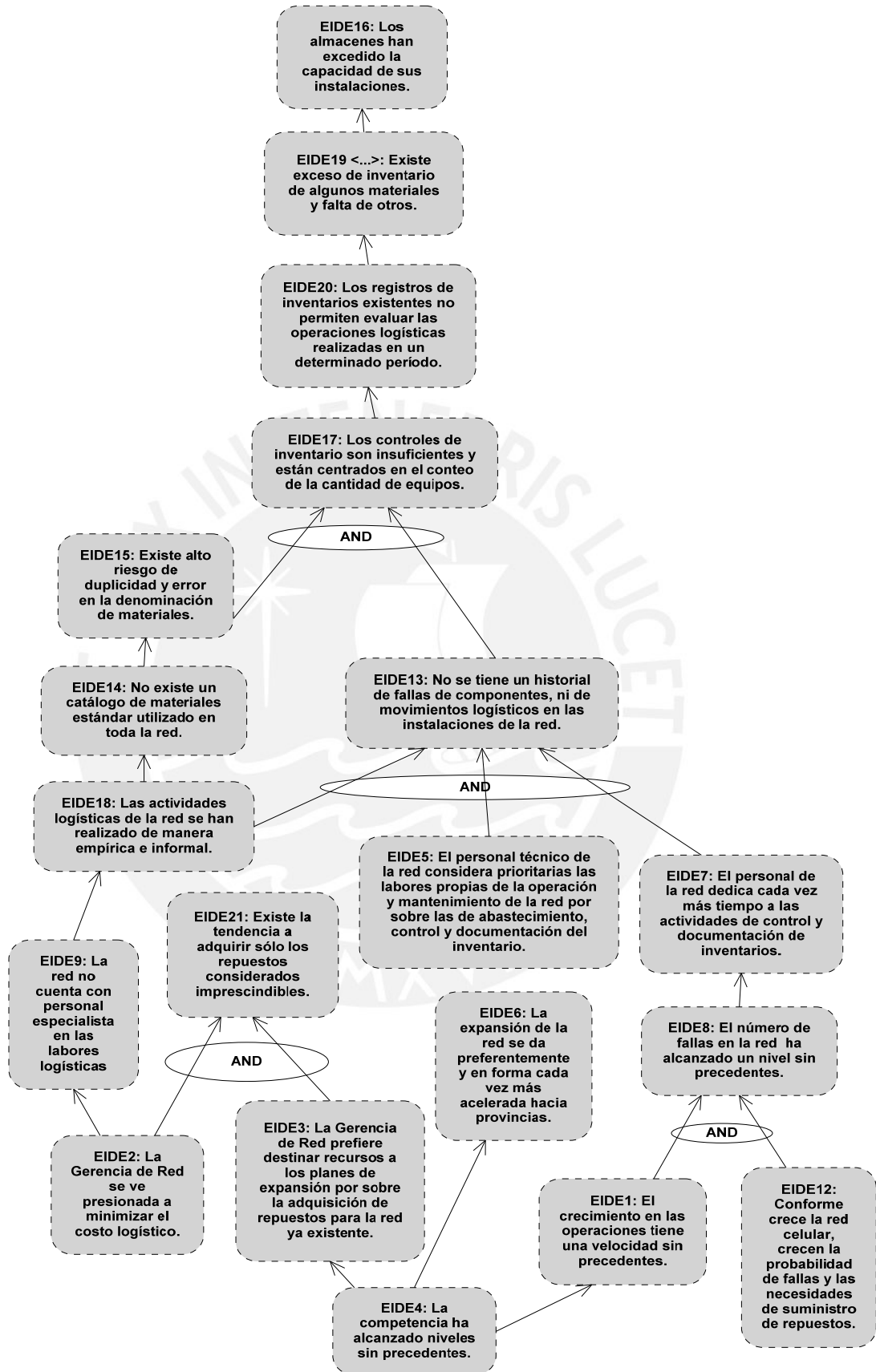


Figura 17. Árbol de realidad actual inicial para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA

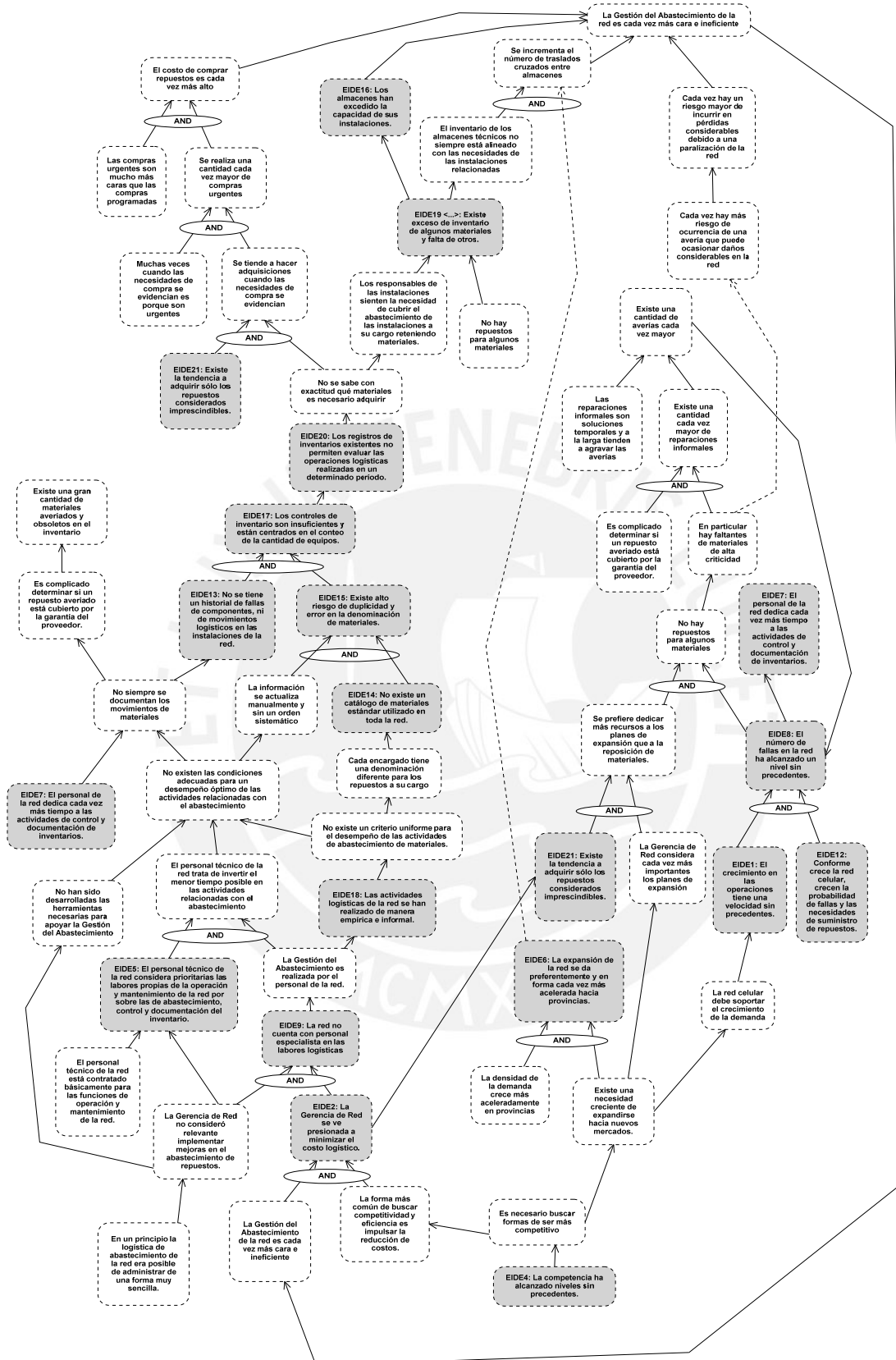


Figura 18. Árbol de realidad actual para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA

2.4 Construcción del Sistema de Gestión del Abastecimiento

La elaboración del Árbol de Realidad Actual ha permitido encontrar el problema raíz de la situación inicial del abastecimiento de materiales de la Red Celular de TEL PERUANA y la forma en que a partir de esta entidad, se deriva la problemática estudiada en la etapa de análisis de los subsistemas que conforman las funciones de logística de abastecimiento en la Red Celular.

Prosiguiendo con la metodología expuesta en la sección 1.4, la obtención de la solución a la problemática en estudio se logrará de acuerdo a las siguientes fases:

- Obtención de una solución inicial
- Construcción de la Solución
- Determinación de objetivos intermedios.
- Construcción de un plan detallado de solución

2.4.1 Obtención de una Idea Inicial para la Eliminación del Problema Raíz

La obtención de una idea inicial que lleve a eliminar el problema raíz se realizará identificando el conflicto que impide a la Logística de Abastecimiento de TEL PERUANA el logro de la meta planteada. El Árbol de Realidad Actual nos ha permitido visualizar el conflicto que subyace en la situación actual. En este caso, el conflicto está dado por las acciones que están siendo llevadas a cabo para poder mejorar la eficiencia del abastecimiento de materiales de la red. Por un lado, se necesita lograr que la gestión del abastecimiento de la red celular, sea capaz de proveer los repuestos necesarios para sus operaciones, en el momento y cantidad adecuados; mientras que por otro lado, se busca que el abastecimiento tenga el menor costo posible.

Para identificar el conflicto planteado, se considera como objetivo el opuesto al problema raíz determinado en el árbol de realidad actual y graficamos la nube de evaporación del conflicto, identificando los requisitos que son necesarios para el logro del objetivo, tal como se puede observar en la Figura 19.

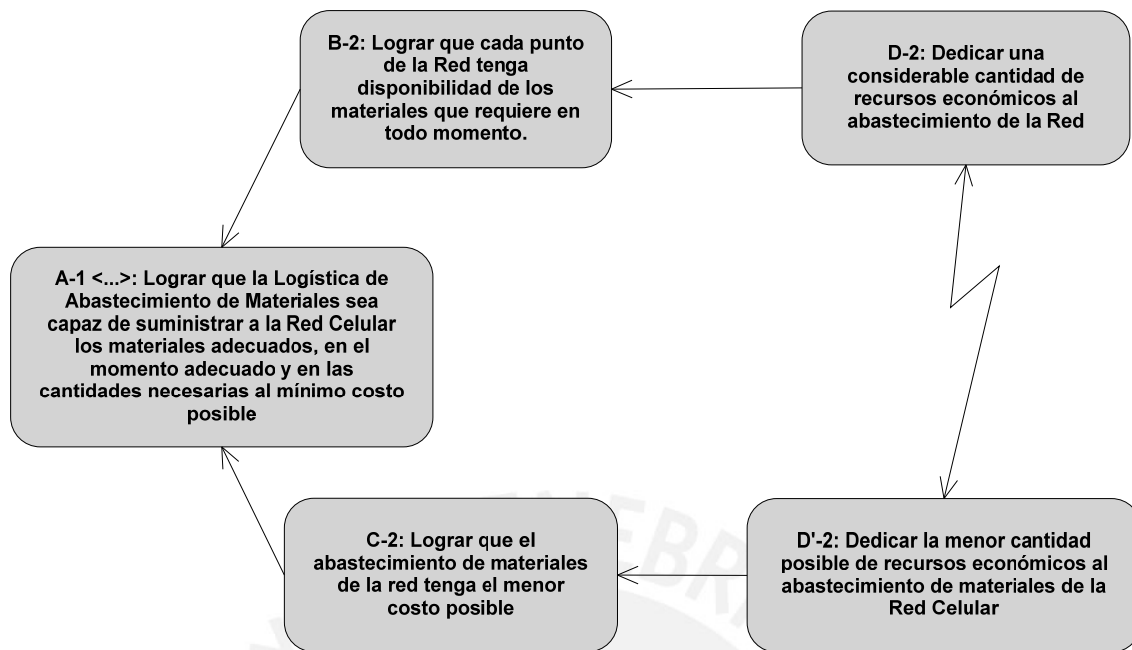


Figura 19. Identificación del conflicto existente en la Gestión del Logística del Abastecimiento de repuestos de la Red Celular de TEL PERUANA

Para resolver el conflicto identificado líneas arriba y encontrado en el árbol de realidad actual, es necesario identificar los supuestos que se encuentran detrás de cada una de las conexiones entre las entidades observadas. La Tabla 8 contiene los supuestos implícitos que han sido extraídos de las relaciones entre las entidades de la Figura 19.

Tal como menciona la metodología, es necesario encontrar una idea que rompa uno de los supuestos, una inyección que logre que el supuesto ya no sea válido. En este caso se han encontrado las expuestas en la Figura 20, enunciadas a continuación:

- **Inyección 1:** Centralizar el abastecimiento de repuestos, eliminando las consideraciones locales.
- **Inyección 2:** Encomendar la Gestión del Abastecimiento de la Red Celular a la Gerencia de Logística.
- **Inyección 3:** Utilización del software logístico de la Empresa para la Gestión del Abastecimiento de la Red Celular.
- **Inyección 4:** Utilizar el presupuesto disponible para la adquisición de los materiales de más alta criticidad desde el primer momento.

Tabla 8. Supuestos de las conexiones entre las entidades de la nube de evaporación de conflicto

Supuestos B – D	Supuestos C – D'
1. Se necesitan inventarios adicionales para cubrir las deficiencias y la poca confiabilidad de la información.	1. La forma más directa de minimizar los costos es reduciendo los recursos económicos dedicados al abastecimiento.
2. La problemática del abastecimiento de la red hace necesario que el personal de red esté cada vez más dedicado a las labores logísticas.	

Las 4 inyecciones mencionadas líneas arriba se constituyen en puntos de partida para lograr una solución a la problemática de la Empresa al romper los supuestos que ocasionan el conflicto, tal como puede verse en la Figura 20.

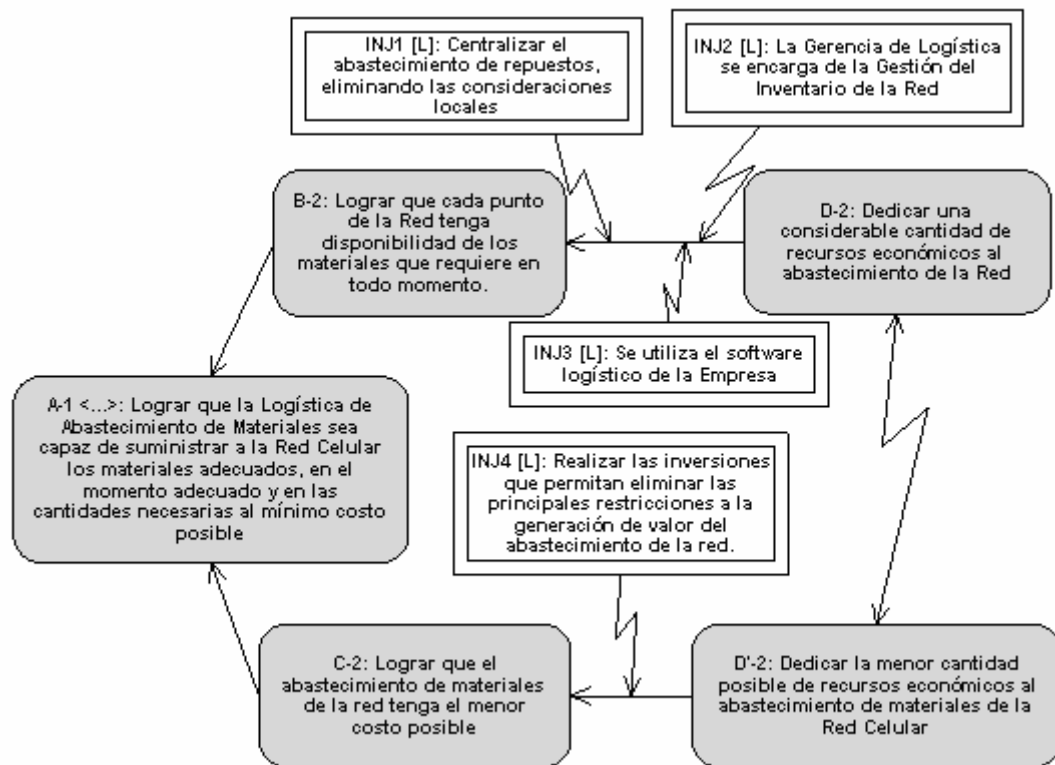


Figura 20. Remoción del conflicto existente en la Gestión del Logística del Abastecimiento de repuestos de la Red Celular de TEL PERUANA

2.4.2 Construcción de una Solución Factible

La elaboración de una solución factible de la problemática planteada, se inicia utilizando un esquema conocido como Árbol de Realidad Futura (ARF) que conduce a la obtención de efectos deseables (opuestos a los efectos indeseables encontrados en fases previas del análisis), los cuales se alcanzarán partiendo de las inyecciones encontradas utilizando la nube de evaporación de conflictos según una lógica de causa – efecto.

Primer Paso: Según la metodología planteada, es necesario encontrar los efectos deseables (EDES) que permitan la construcción del árbol. En este caso, la lista de efectos deseables encontrados es la siguiente:

EDE 1: Los controles de inventarios son útiles para la toma de decisiones y brindan información suficiente y oportuna.

EDE 2: Se reduce progresivamente el costo de adquisición de repuestos para la red.

EDE 3: Se reduce la cantidad de traslados cruzados entre almacenes, de forma progresiva.

EDE 4: Se generan recursos para la expansión de la red celular sin afectar el abastecimiento de repuestos.

EDE 5: Se reduce progresivamente el riesgo relacionado con la falta de materiales de criticidad A.

EDE 6: Los inventarios de repuestos en los almacenes técnicos están alineados con las necesidades de abastecimiento de las instalaciones.

EDE 7: Se puede definir rápidamente si un material averiado está cubierto por la garantía del proveedor.

EDE 8: Se minimiza el riesgo de problemas causados por la duplicidad de la información.

EDE 9: Las labores del personal técnico de la red no se ven afectadas por dedicarse a temas logísticos.

EDE 10: El inventario de repuestos se reduce sin afectar el funcionamiento de la red.

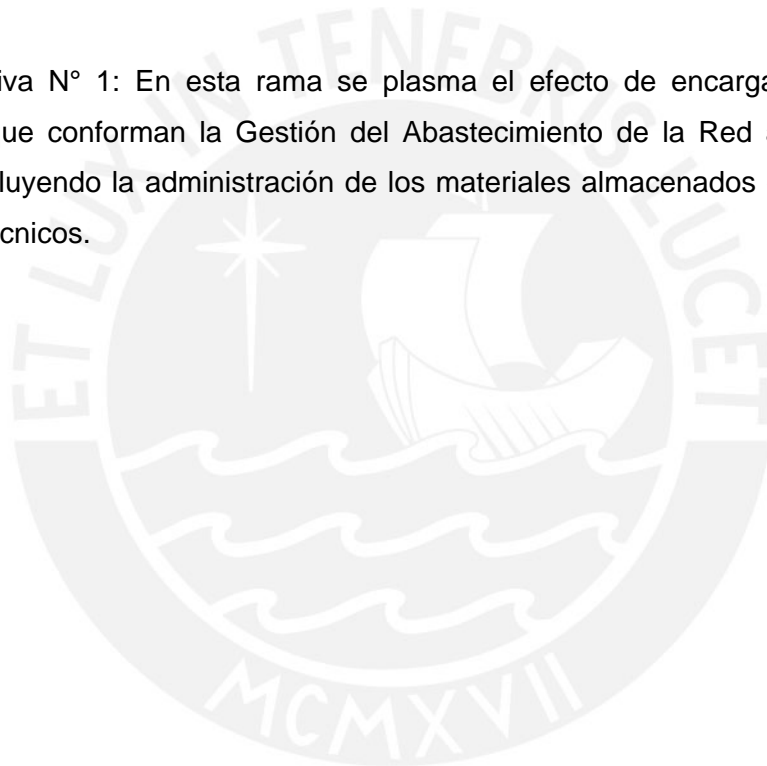
Segundo paso: Partiendo de las inyecciones iniciales, se obtiene el árbol de realidad futura preliminar. Corresponde a la solución inicial planteada, que considera las inyecciones encontradas en la etapa de evaporación del conflicto, a partir de las cuales, utilizando relaciones de causa – efecto se ha conectado con los efectos deseados que se determinó en el primer paso. La Figura 21 muestra el Árbol de Realidad Futura Inicial. Han sido agregadas algunas entidades que permiten clarificar las conexiones entre las

inyecciones y los efectos deseados que fueron anotados inicialmente. Para una mejor visualización, este Árbol de Realidad Futura Inicial es ampliado en el Anexo 2.

Tercer paso: Una vez determinado el árbol de realidad futura inicial, se revisa su conformación y se identifica las ramas que podrían hacer que la solución planteada conduzca al sistema a nuevos efectos indeseables. Estas entidades se conocen como ramas negativas. En la Figura 21 han sido identificadas las ramas negativas del árbol de realidad futura inicial, resaltándolas en círculos de línea punteada.

En las Figuras 22 a 26 se detalla el efecto de las ramas negativas identificadas:

Rama Negativa N° 1: En esta rama se plasma el efecto de encargar la totalidad de actividades que conforman la Gestión del Abastecimiento de la Red a la Gerencia de Logística, incluyendo la administración de los materiales almacenados en la totalidad de almacenes técnicos.



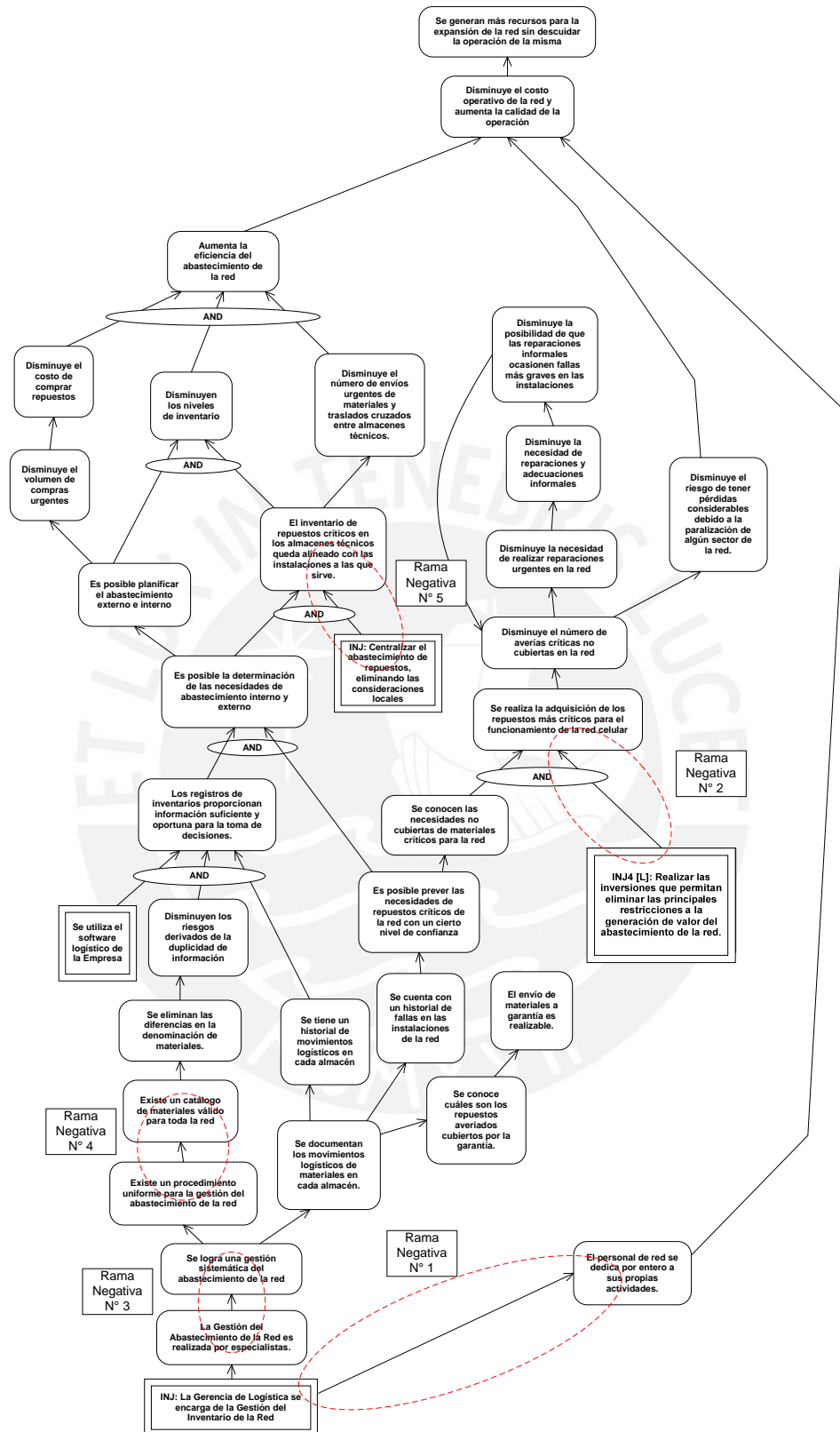


Figura 21. Árbol de realidad futura inicial para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA

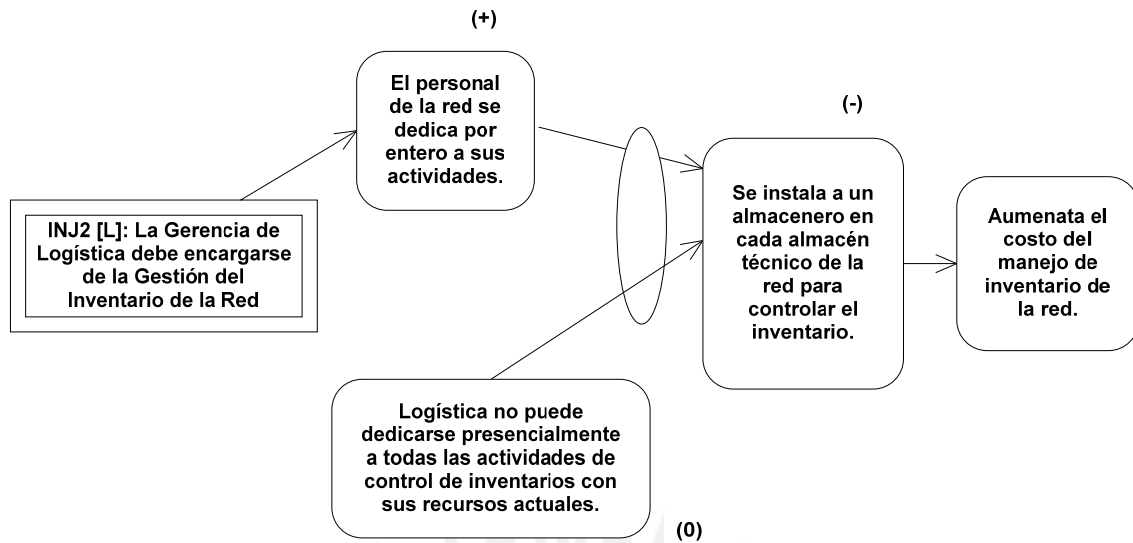


Figura 22. Rama negativa N° 1

Como puede observarse en la Figura 22, esta rama negativa podría encarecer la Gestión del Abastecimiento.

Rama Negativa N° 2: La segunda rama negativa tiene lugar cuando se plantea la adquisición de todos los materiales de más alta criticidad que se requieran en un primer momento, hasta cubrir el presupuesto disponible. Tal como se puede observar en la Figura 23, esta inyección podría llevar a la Empresa a descuidar la expansión de la red celular y por tanto a perder ventas futuras, teniendo en cuenta que la competencia ha alcanzado niveles sin precedentes y seguirá creciendo.

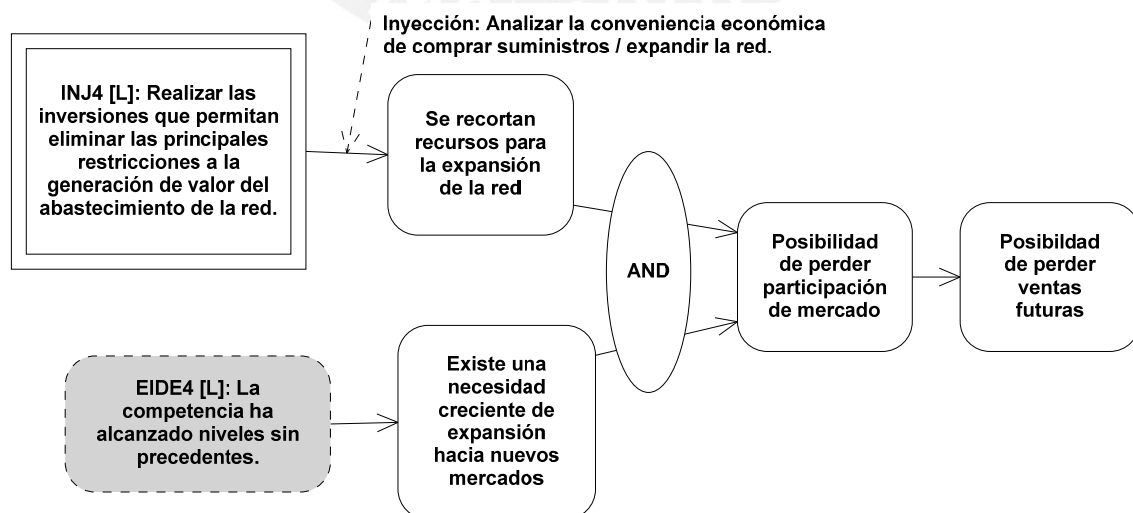


Figura 23. Rama negativa N° 2

Rama Negativa N° 3: Esta rama negativa muestra el posible resultado de encomendar la gestión del abastecimiento de los materiales de la red a la Gerencia de Logística y adoptar la utilización del software empleado para las actividades logísticas del abastecimiento sin tener en cuenta que es necesaria una revisión y adecuación de los procesos de abastecimiento y la calidad de la información con la que se cuenta para iniciar la gestión. De otra forma, los resultados obtenidos serán sólo parciales y no solucionarán totalmente la problemática del abastecimiento de la Red Celular.

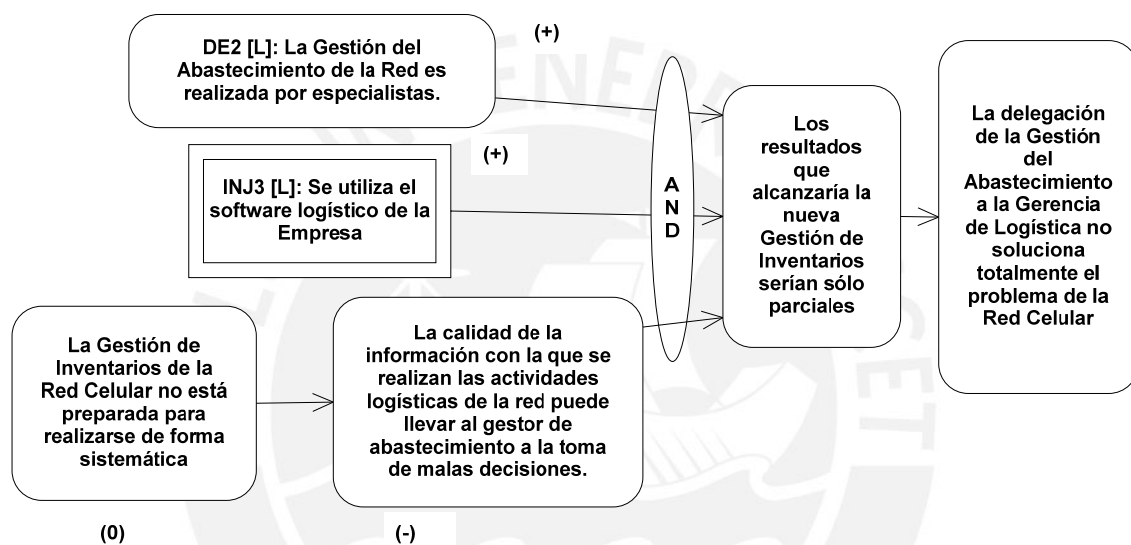


Figura 24. Rama negativa N° 3

Rama Negativa N° 4: Esta rama negativa muestra la problemática ocasionada por adoptar rígidamente procesos que pueden ser muy útiles para mantener el control del inventario, pero que podría afectar el desempeño de las labores del personal técnico de la red.

La rama negativa N° 3, se refiere a las consecuencias de la adopción de una gestión del abastecimiento sistemática partiendo de procesos que no están preparados para soportarla, mientras que la rama negativa N° 4, muestra básicamente las posibles consecuencias negativas de no tener en cuenta las necesidades particulares de la Gerencia de Red. Estos dos aspectos deben ser tenidos en cuenta cuando se elabore un plan de solución.

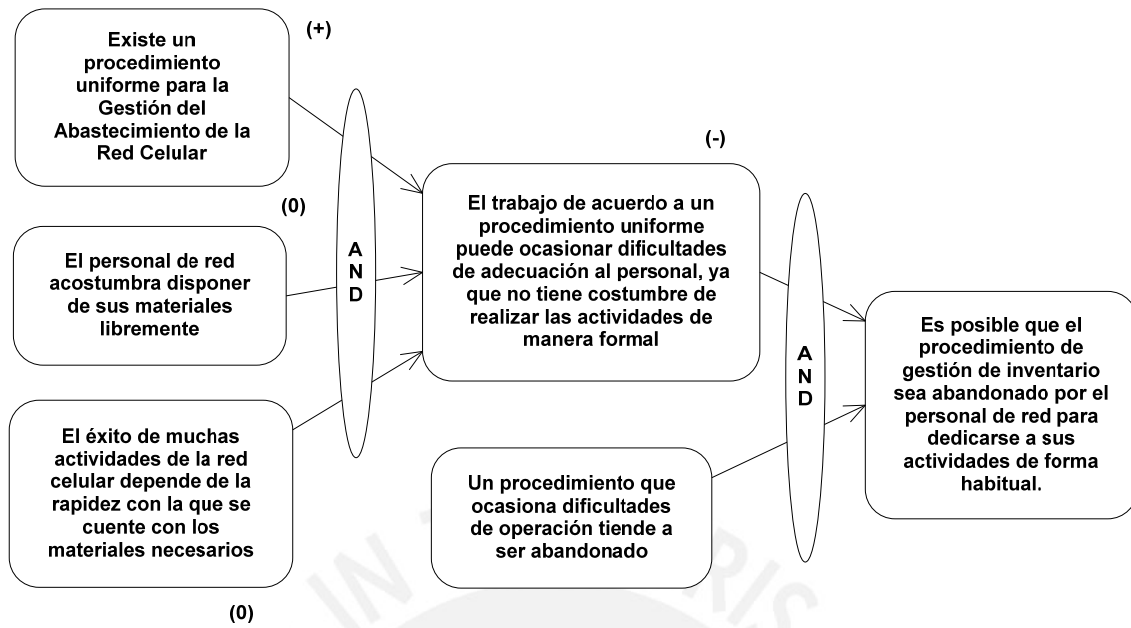


Figura 25. Rama negativa N° 4

Rama Negativa N° 5: Esta última rama negativa está referida a la posibilidad de conducir a la red hacia una gran cantidad de traslados cruzados buscando obtener una centralización del inventario. Como se puede observar en la Figura 26, esta inyección puede llevar al sistema a encarecer los costos de distribución debido a la cantidad de traslados necesarios.

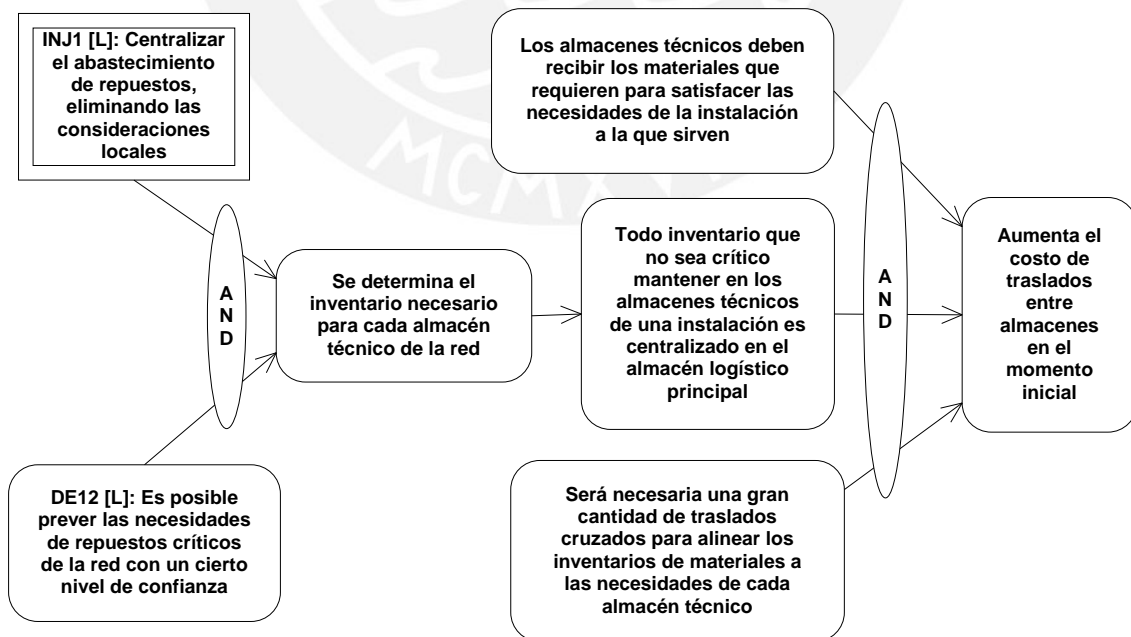


Figura 26. Rama negativa N° 5

Cuarto Paso: Una vez identificadas las ramas negativas, es necesario removerlas mediante la inclusión de inyecciones que puedan cambiar la orientación de las mismas, tal como se puede observar en las Figuras 27 a la 31:

Poda de la Rama Negativa N° 1: Tal como se puede apreciar en la Figura 27, la rama negativa N° 1 puede ser removida derivando algunas de las funciones de abastecimiento al personal técnico de red encargado de las instalaciones. Las funciones a ser delegadas son básicamente las relacionadas con el control del inventario de repuestos en cada almacén técnico:

- Actualización de registros y movimientos de inventarios
- Toma de inventarios cíclicos.

En una primera instancia, el personal técnico de la red debe ser capacitado en estas actividades, además de que debe lograrse el compromiso de las jefaturas de Red para que se realicen regularmente.

La ejecución de estas actividades de control de inventarios debe ser monitoreada regularmente por el personal de la Gerencia de Logística, validando los resultados de los controles de inventarios físicos.

Poda de la Rama Negativa N° 2: Esta rama puede ser removida considerando la conveniencia económica tanto de los planes de expansión como de las necesidades de reposición y estableciendo un orden de prioridades en la administración de los recursos, según lo mostrado en la Figura 28. Como se verá más adelante, esta programación de los requerimientos de reposición / expansión, debe estar precedida de la determinación de las necesidades reales de la red celular.

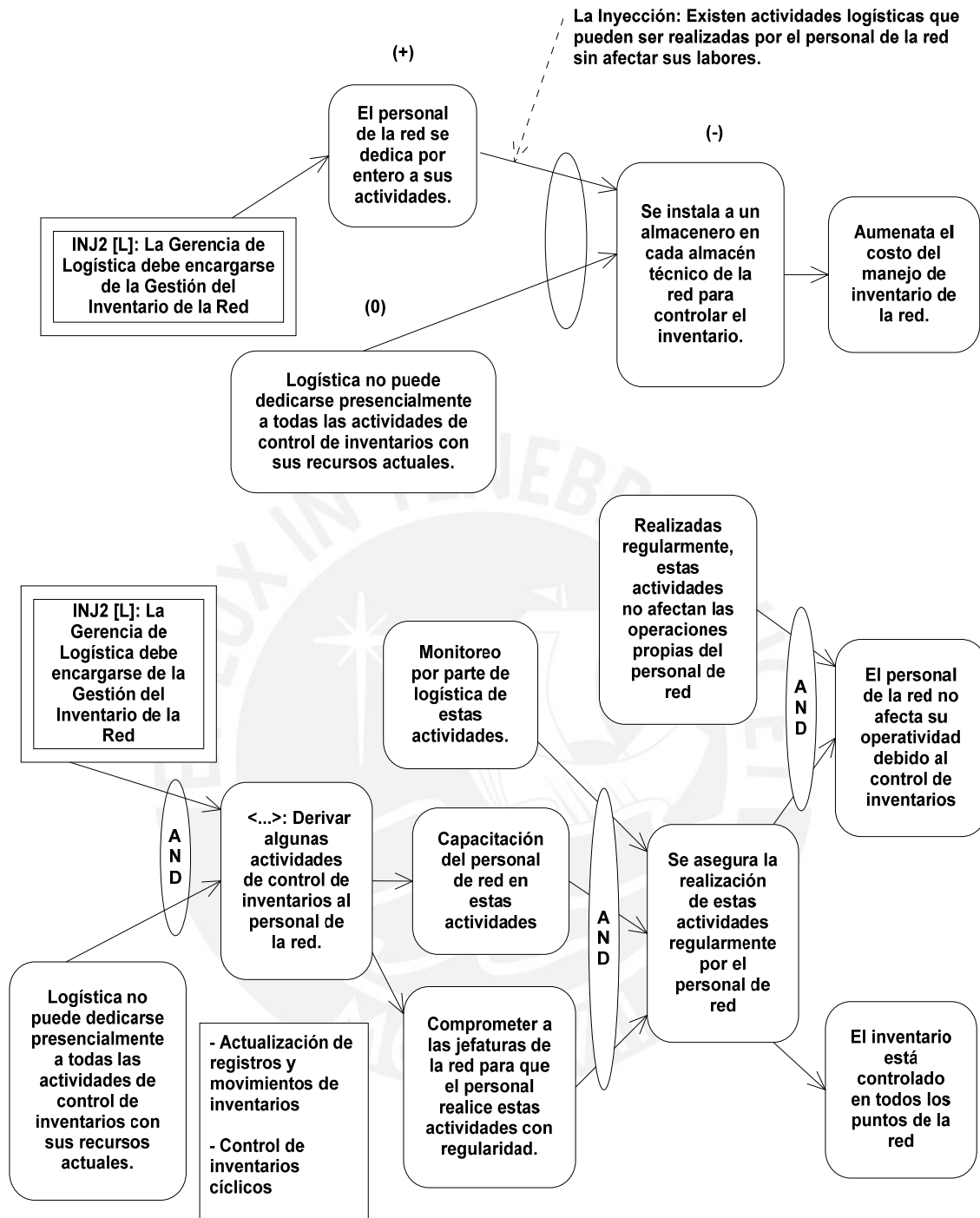


Figura 27. Poda de la rama negativa N° 1

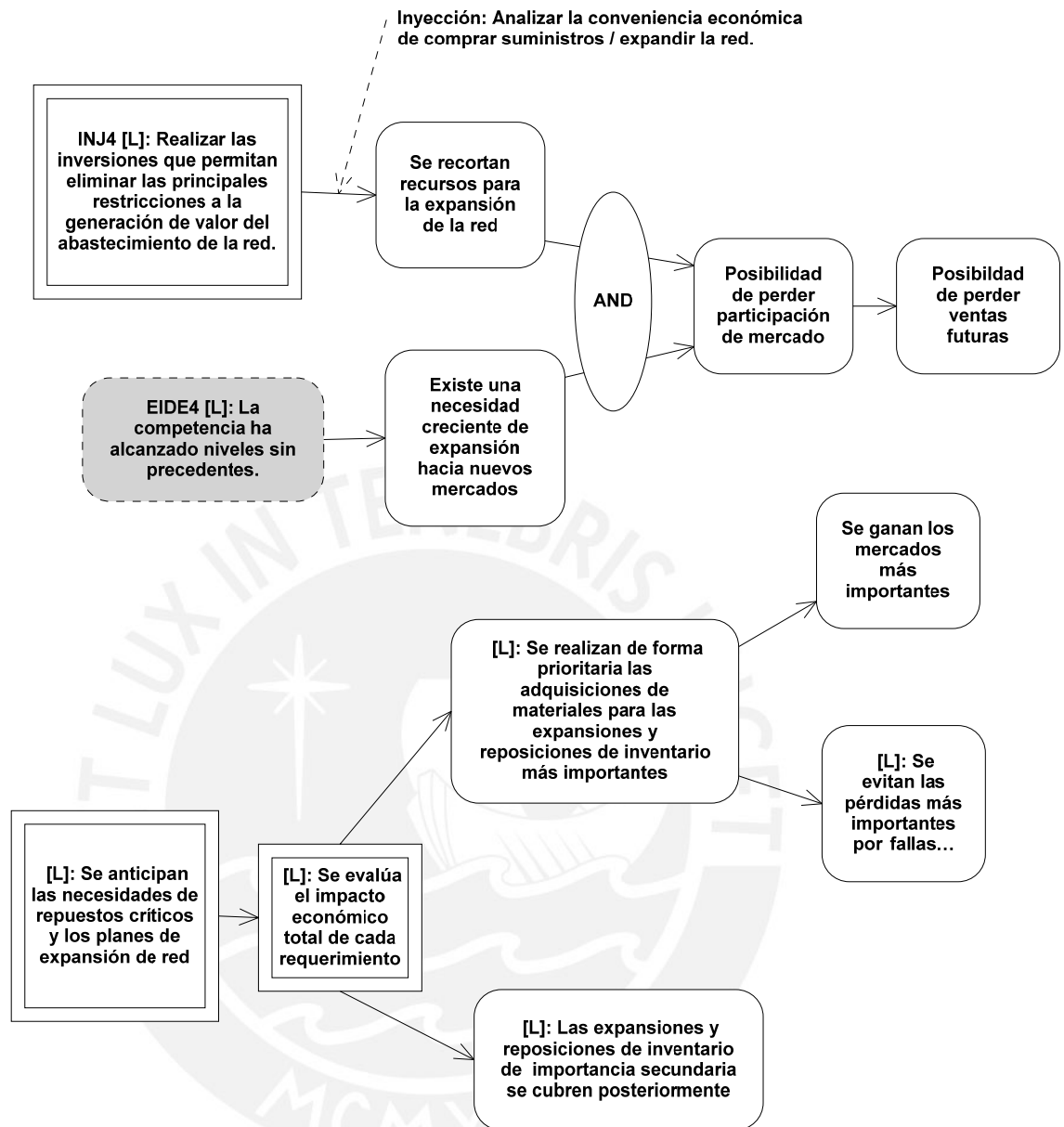


Figura 28. Poda de la rama negativa Nº 2

Poda de la Rama Negativa Nº 3: La rama negativa en mención permite visualizar las consecuencias negativas de la construcción de un modelo sistemático y mecanizado para la gestión del abastecimiento sobre la base de procesos empíricos, establecidos como un conjunto de reacciones ante los problemas urgentes que se presentan en el abastecimiento de los materiales necesarios para el funcionamiento de la red celular y, por consiguiente, también sobre la base de una calidad de información logística que no es suficientemente confiable, completa y oportuna para tomar decisiones relacionadas con el abastecimiento.

La remoción de esta rama negativa se logra utilizando la inyección adicional mostrada en la Figura 29: Realizar una adecuación inicial de los procesos logísticos de abastecimiento, con el fin de lograr su sistematización.

Esta adecuación será realizada tanto mediante la revisión y el rediseño de los procesos que conforman la gestión del abastecimiento, como por medio de la obtención de la información de partida necesaria para la realización adecuada de las funciones logísticas.

La remoción de esta rama, muestra por tanto, la necesidad de dividir en dos fases la solución a la problemática planteada:

- Primera parte: Adecuación inicial de la Gestión Logística de Abastecimiento a un modelo sistemático, obteniendo la información de partida que será utilizada en el desarrollo de las funciones logísticas.
- Segunda parte: Logro de la meta del Sistema Logístico de Abastecimiento, creado a partir del punto anterior.

Poda de la Rama Negativa N° 4: La remoción de la rama negativa N° 3, no estaría completa sin tener en cuenta la rama negativa N° 4 que está relacionada con las necesidades puntuales del abastecimiento de materiales en la red celular. En este caso, una de las necesidades puntuales del personal de la red es priorizar las actividades propias de la operación y mantenimiento de las instalaciones, por sobre el control del inventario. Es necesario, buscar un procedimiento de trabajo que permita al personal técnico de la red atender a las operaciones sin descuidar el control del inventario. Básicamente, la inyección correspondiente para podar esta rama negativa, mostrada en la Figura 30, está dirigida a este esquema de prioridades.

Tal como se ha visto en la Figura 29, las actividades de control y registro del inventario serán monitoreadas por el personal de la Gerencia de Logística, permitiendo de esta forma que se realicen regularmente, tan pronto como el personal técnico de la red haya culminado con las operaciones propias de su función.

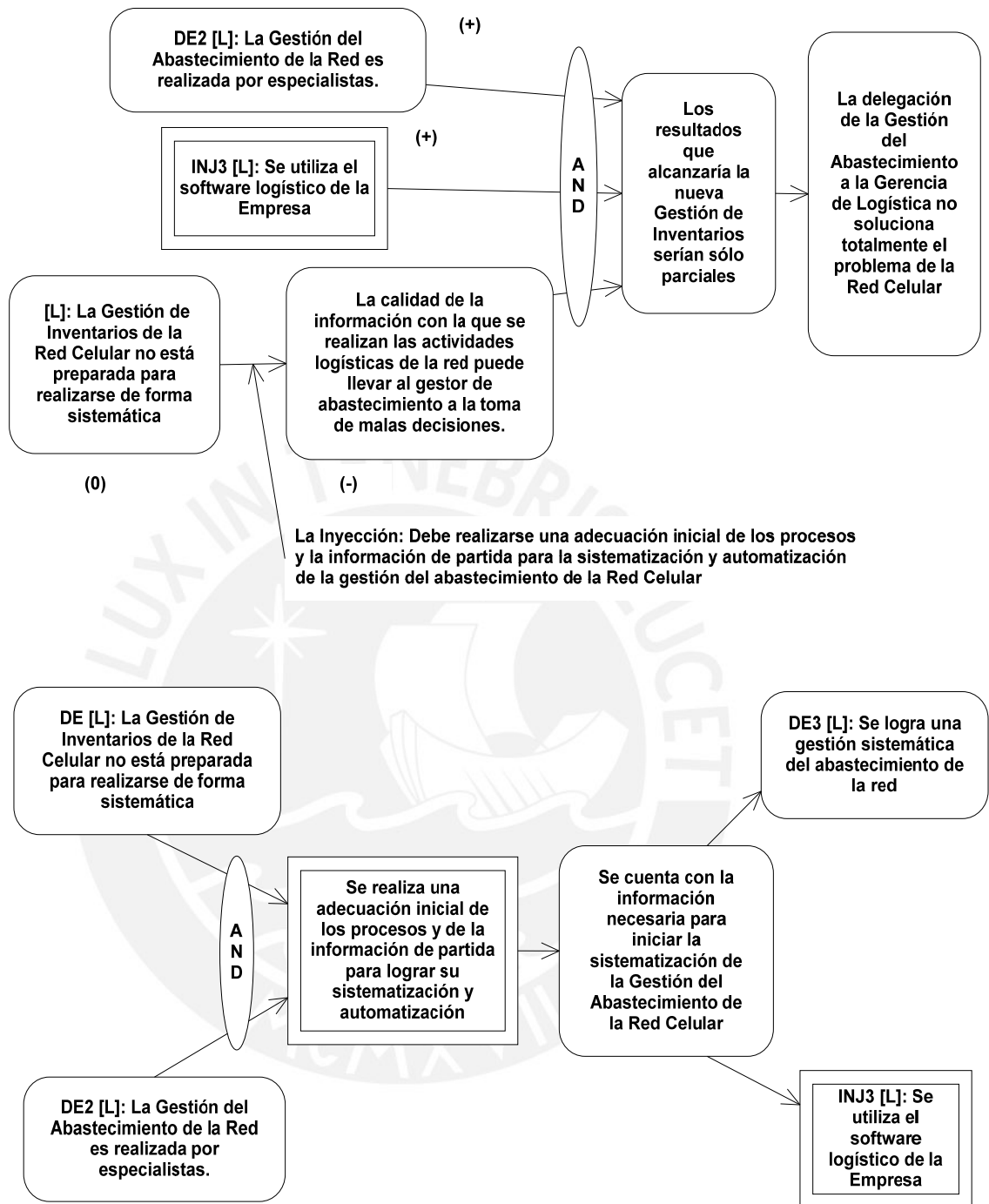


Figura 29. Poda de la rama negativa N° 3

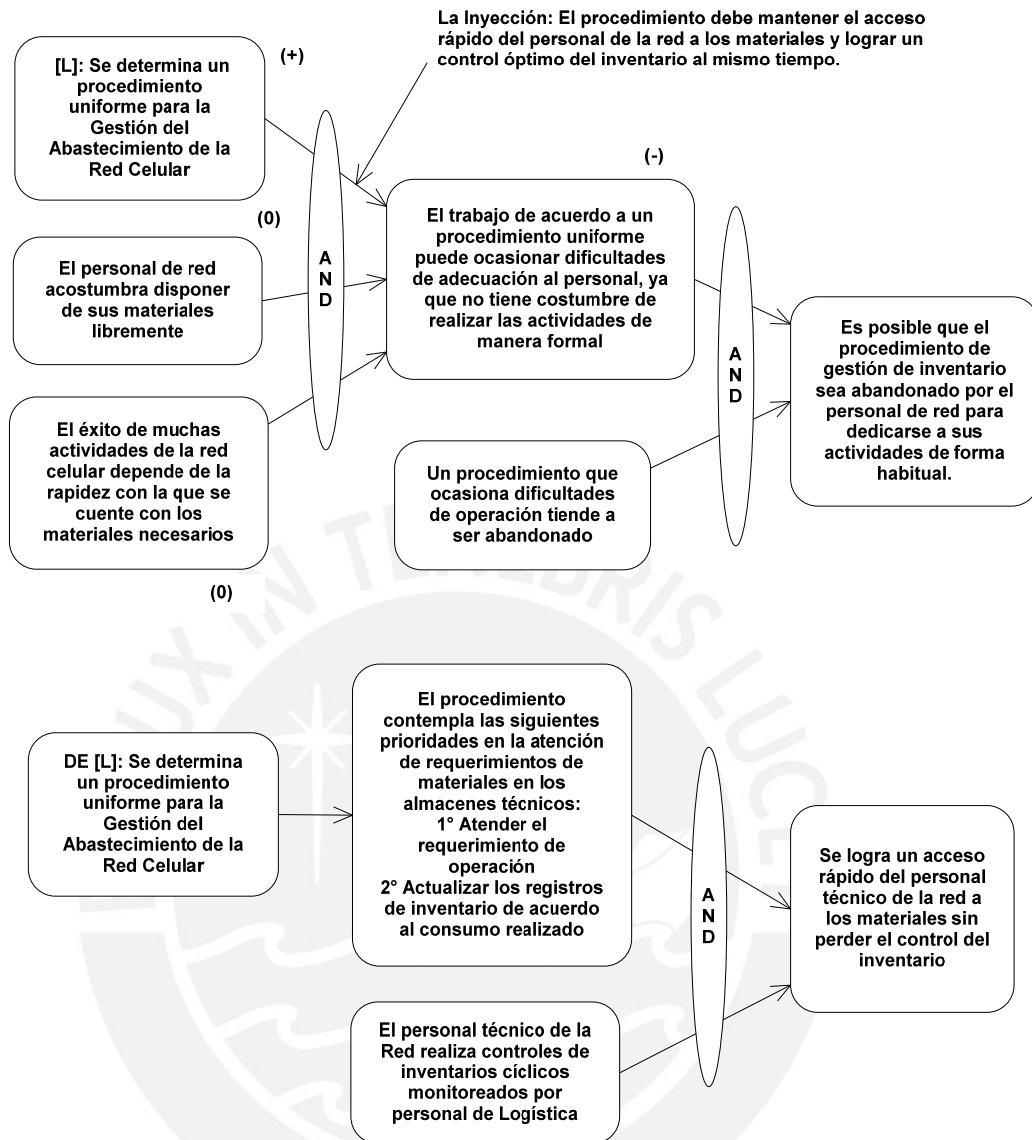


Figura 30. Poda de la rama negativa N° 4

Poda de la Rama Negativa N° 5: La quinta rama negativa está referida a la problemática relacionada con la centralización de los materiales que no es crítico mantener en los almacenes técnicos. Esta centralización debe formar parte de la adecuación inicial de los procesos logísticos de abastecimiento y ser realizada posteriormente a la determinación de los repuestos críticos que deben ser mantenidos para su acceso inmediato en las instalaciones de la red celular.

La rama negativa muestra la posibilidad de multiplicar el costo de distribución cuando se realicen estas operaciones y es posible removerla programando los traslados de materiales, de manera que éstos se realicen según un cronograma que afectará lo menos

posible a la distribución de los materiales y a la operación de las instalaciones de la red celular.

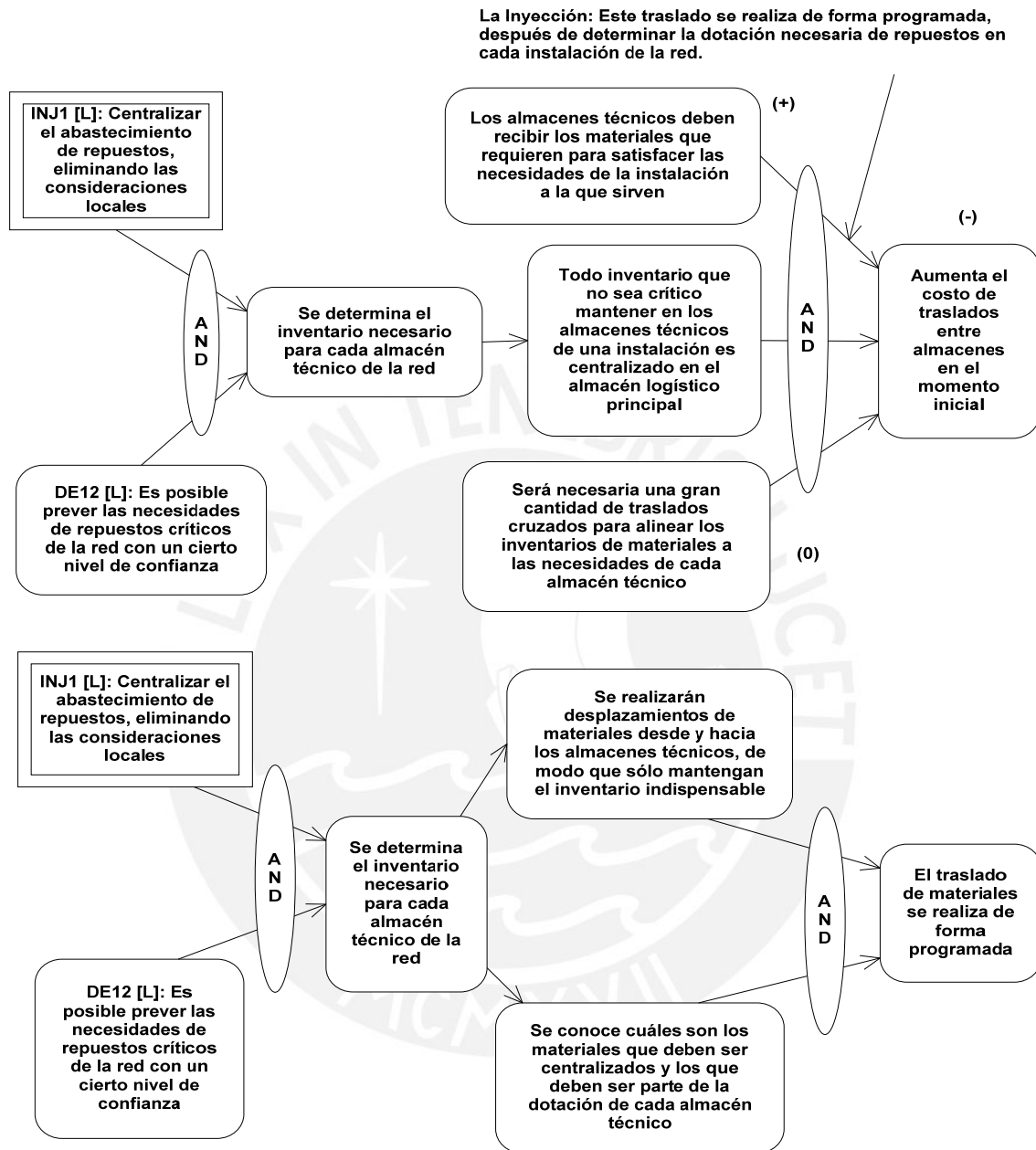


Figura 31. Poda de la rama negativa N° 5

Quinto Paso: Finalmente, el árbol de realidad futura contiene la estructura final de la solución, considerando todas las inyecciones necesarias para evitar la generación de nuevos efectos indeseables, tal como puede verse en la Figura 32. Para propósitos de una mejor visualización, este Árbol de Realidad Futura es ampliado en el Anexo 3.

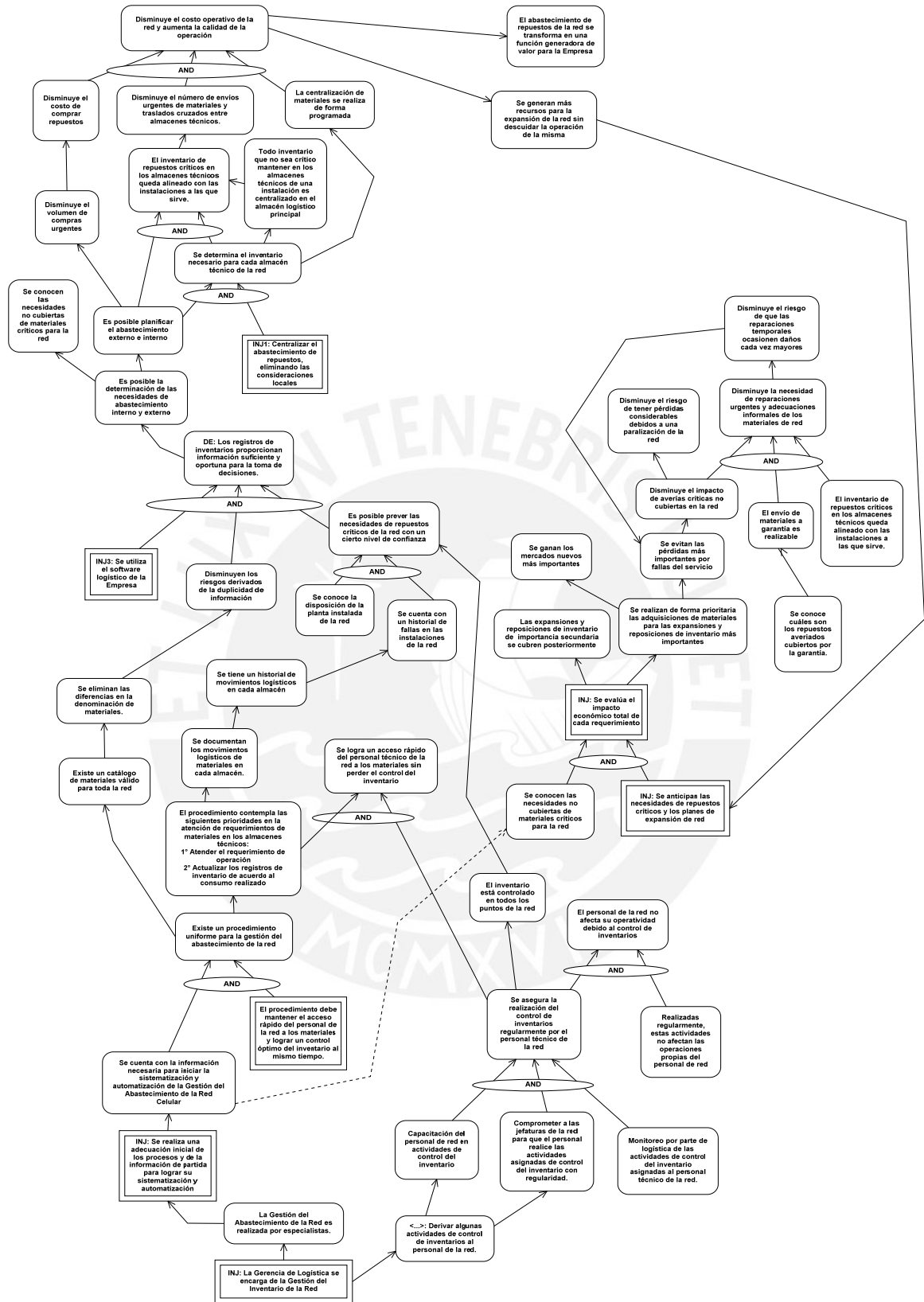


Figura 32. Árbol de realidad futura final para la Gestión Logística de Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA

El árbol de realidad futura representado en la Figura 32 brinda el panorama completo de solución a la problemática presentada por la Gestión del Abastecimiento de materiales de la Gerencia de Red, mostrando un camino que va desde la implementación de las inyecciones iniciales hasta el logro de los objetivos deseados, pasando por la aplicación de algunas inyecciones adicionales, necesarias para evitar nuevos efectos indeseables.

2.4.3 Establecimiento de objetivos intermedios

Conforme a la metodología, es necesario implementar las inyecciones que fueron encontradas mediante la elaboración del Árbol de Realidad Futura y el análisis realizado posteriormente para “podar” las ramas negativas. El proceso para la implementación de las inyecciones se realiza mediante la construcción de la herramienta lógica conocida como Árbol de Prerrequisitos. En el caso de estudio serán elaborados dos árboles de prerrequisitos, cada uno de los cuales tiene como objetivo final la obtención de cada una de las etapas en las que se divide el panorama de solución que puede ser visualizado en el Árbol de Realidad Futura:

- Lograr que la gestión del abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA se realice de forma sistemática.
- Disminución del costo operativo del abastecimiento de la red, aumentando al mismo tiempo la eficiencia de su funcionamiento.

El primer objetivo a alcanzar corresponde a las acciones iniciales necesarias para sentar las bases de un funcionamiento sistemático de la gestión logística del abastecimiento, a partir del cual la operación regular de ésta pueda dirigirse hacia la obtención del segundo objetivo, tal como ha sido mostrado en el árbol de realidad futura. El proceso será iniciado obteniendo el primer árbol de prerrequisitos:

Primer paso: El primer paso en la elaboración de un árbol de prerrequisitos consiste en la elaboración de una lista de obstáculos que dificultan la consecución del objetivo y las acciones o condiciones necesarias para superar estos obstáculos. Estas acciones y condiciones se convertirán en los objetivos intermedios que funcionarán como marcadores en el camino hacia el logro del objetivo.

Los obstáculos y los objetivos intermedios encontrados pueden apreciarse en la Tabla 9, ordenados de acuerdo a un criterio cronológico.

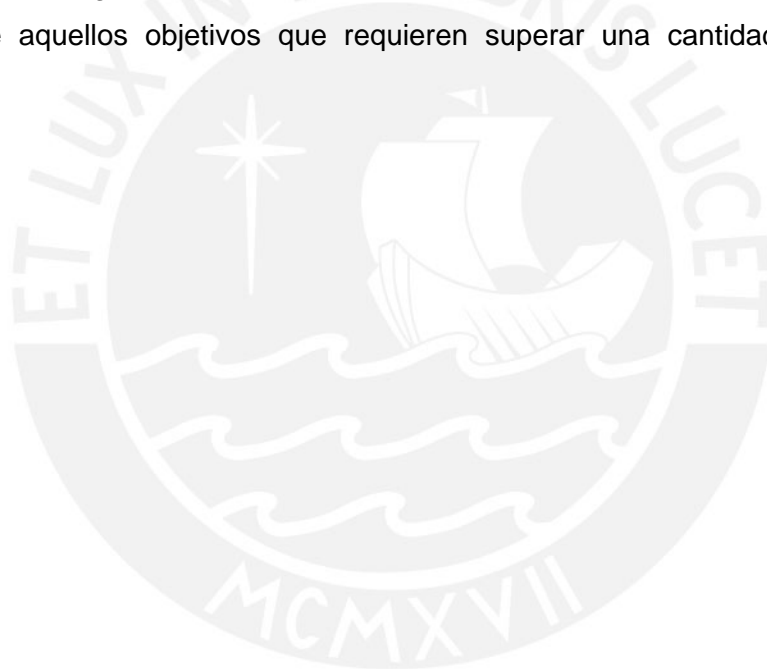
Tabla 9. Lista de obstáculos para la sistematización de los procesos de la Gestión Logística del Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA y objetivos intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos

Obstáculos	Objetivos Intermedios
La Gestión del Abastecimiento de materiales de la red no es realizada por especialistas que le pueden dar una forma sistemática.	Encomendar a la Gerencia de Logística la Gestión del Abastecimiento de la Red Celular.
El personal de la red percibe que pierde el control de parte de sus labores y que no va a disponer de sus materiales libremente.	Difundir la función de la Gestión de Inventarios al personal de la red, mostrando en qué consiste.
La Gerencia de Logística no conoce las características del servicio que necesita la Gerencia de Red	Levantar información inicial acerca de las necesidades de abastecimiento de la red: <ul style="list-style-type: none"> • Características generales de los materiales. • Características del servicio necesario • Verificación y reconocimiento de las instalaciones.
La Gerencia de Logística ha enfocado sus labores en el control de materiales comerciales, no de infraestructura de red.	La Gerencia de Logística debe identificar los aspectos que hacen diferente la gestión del abastecimiento de la red a la de materiales comerciales.
No se tienen procesos ni procedimientos definidos para la gestión del abastecimiento de la red en forma sistemática.	Se determinan los procesos que deben llevarse a cabo para una gestión sistemática óptima del abastecimiento de la red.
La Gerencia de Logística necesita recursos adicionales para realizar la gestión del abastecimiento de la red.	Determinar y adquirir los recursos necesarios para que la Gerencia de Logística pueda realizar la Gestión del Abastecimiento de la Red.
No se tiene información completa sobre los materiales de la red	Se realiza un levantamiento detallado de la información relevante de los materiales de la red. Catalogación e inventario de los materiales de la red de TEL PERUANA Debe tenerse en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad de los materiales • Diferencias entre versiones • Instalación donde funciona cada material • Información de fallas y criticidad
Es ineficiente y complicado llevar el control de los inventarios en hojas de cálculo y actualizar éstas manualmente	Se utiliza el software logístico de la Empresa para la Gestión del Inventario de la red
El personal de red no maneja el software logístico de la Empresa y no podría aplicarlo para la gestión del inventario	Se realiza una capacitación del personal de la red en los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Exposición de nuevos procedimientos • Uso del software logístico
La Gerencia de Logística no puede dedicarse presencialmente a todas las actividades de gestión del abastecimiento.	Derivación de algunas actividades de la gestión del abastecimiento al personal de la red
Existe exceso de algunos materiales y ausencia de otros en varios puntos de la red	Centralización del abastecimiento de los repuestos eliminando las consideraciones locales.
Existe la necesidad apremiante de contar con materiales para la reposición de elementos críticos y para la expansión de la red	Realización de un planteo inicial de adquisiciones de materiales urgentes (expansión y reabastecimiento).
Existen aspectos puntuales que pueden quedar sin contemplarse en la gestión del inventario de la red	Se realizan las adecuaciones necesarias para la corrección de temas puntuales en la gestión de los inventarios de la red.

Segundo Paso: Obtenidos los obstáculos y objetivos intermedios, se procede al armado del árbol de prerrequisitos, el cual puede ser observado en la Figura 33 y cuya ampliación para efectos de una mejor visualización se encuentra en el Anexo 4.

En este caso, el árbol de prerrequisitos corresponde a una secuencia de varias actividades secuenciales, por lo que el árbol presenta una forma aparentemente muy simple, sin actividades en paralelo.

Tercer Paso: El Árbol de Prerrequisitos mostrado en la Figura 33 permite visualizar la composición de los objetivos intermedios que culminarán en la obtención del objetivo final. Sin embargo, la consecución de cada uno de estos objetivos intermedios debe superar también algunos obstáculos intermedios. A continuación será detallada la obtención de aquellos objetivos que requieren superar una cantidad significativa de obstáculos:



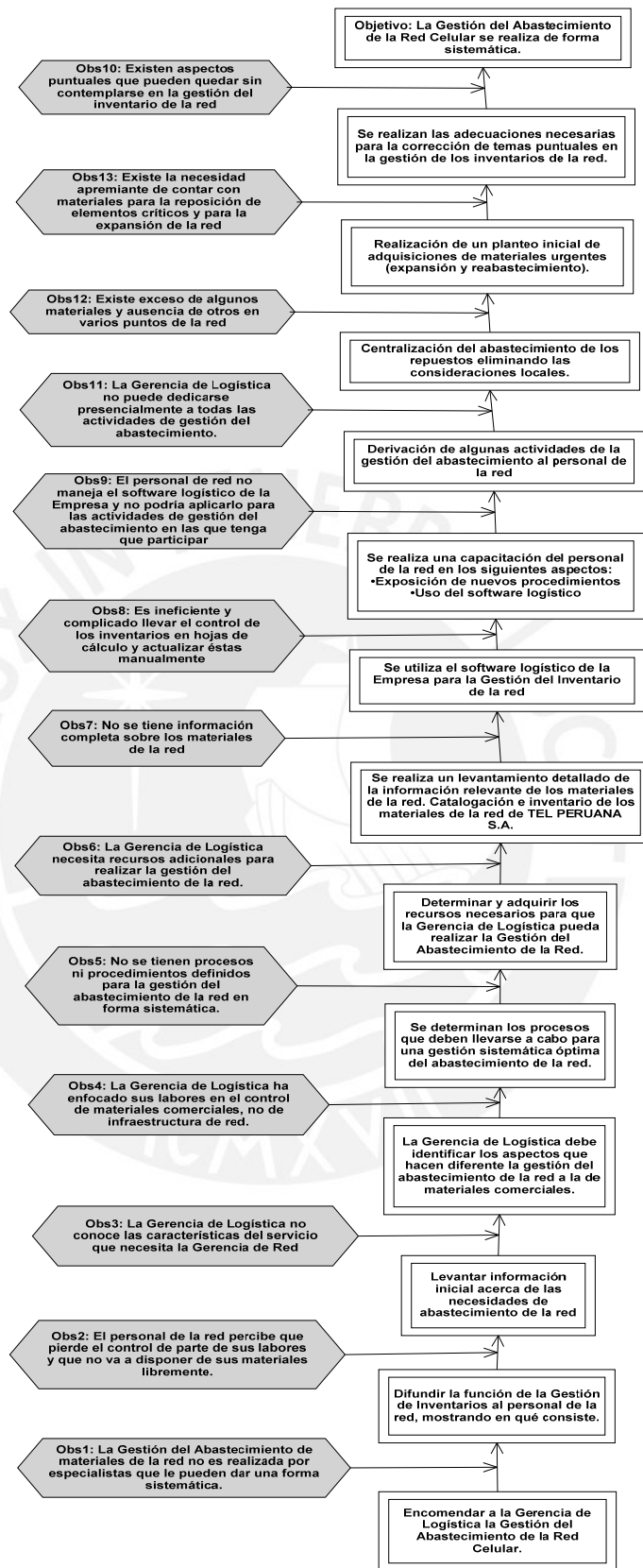


Figura 33. Árbol de prerequisites de la sistematización de los procesos de la Gestión Logística del Abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA

Objetivo: Levantamiento de la información relevante acerca de los materiales de la red

Tabla 10. Lista de obstáculos para el levantamiento de la información relevante acerca de los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA y objetivos intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos.

Obstáculos	Objetivos Intermedios
El equipo de Catalogación y Toma de Inventarios, no conoce la función y el detalle de las características de cada material	Se solicita el apoyo del personal técnico de la red para la identificación y conteo de equipos.
No se puede asegurar la disponibilidad del personal técnico de la red para la identificación de los materiales.	Las jefaturas de Red designarán al personal que apoyará a la Gerencia de Logística en la identificación de los materiales.
Los almacenes de la red están desordenados y no hay una división entre materiales averiados y operativos.	Se realiza un ordenamiento y rotulado previo en los almacenes de la red y se define el estado (operativo, averiado) de cada material.
Cada encargado de las instalaciones de la red tiene una denominación diferente para los materiales. No existe un catálogo uniforme de materiales.	Se realizan los 4 pasos de la catalogación de materiales según los criterios de funcionalidad de los mismos, características, estado de operación y módulo en el que serán utilizados.
El inventario de red no está clasificado físicamente por criticidad	Se realiza una clasificación de los materiales basada en la criticidad de los mismos.
No se sabe si los materiales almacenados en cada punto de la red corresponden efectivamente a lo consignado en los archivos de control de inventarios.	Se realiza la toma del inventario físico de las existencias en las instalaciones de la red.
Pueden generarse dificultades futuras originadas por el desconocimiento del personal técnico de la red de la nueva nomenclatura de materiales y el empleo de códigos para la gestión logística.	Debe difundirse la nueva nomenclatura de materiales entre el personal de la red.
El equipo de Catalogación y Toma de Inventarios, no puede identificar los materiales instalados en planta.	El personal de red, de acuerdo a los módulos instalados y las adiciones realizadas, obtiene la relación de materiales que se encuentran en funcionamiento dentro de las instalaciones.

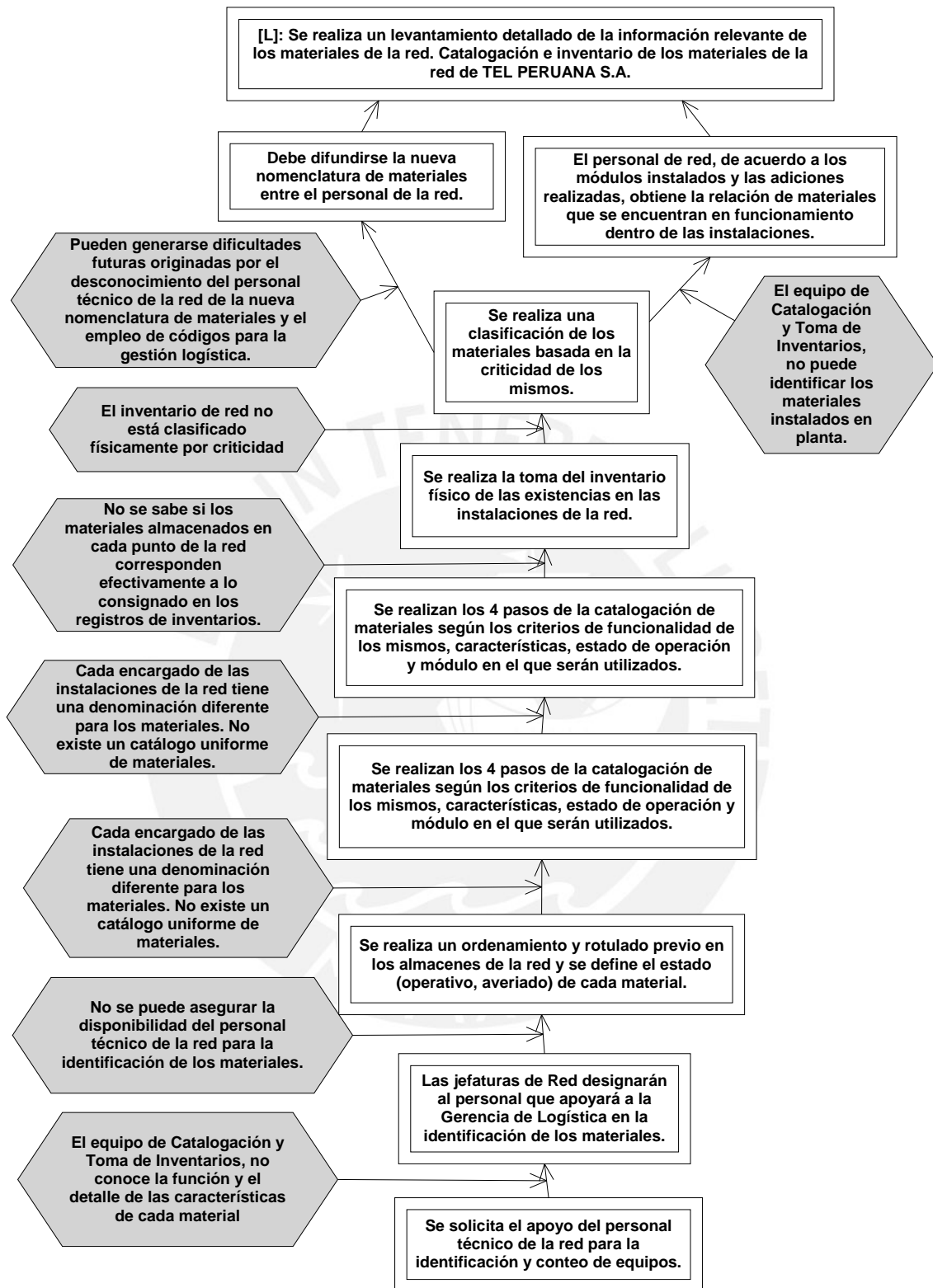


Figura 34. Árbol de prerequisites del levantamiento de la información relevante acerca de los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

Objetivo: Inicio de la utilización del software logístico de la Empresa

Tabla 11. Lista de obstáculos para el levantamiento de la información relevante acerca de los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA y objetivos intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos.

Obstáculos	Objetivos Intermedios
No se cuenta con los datos necesarios para iniciar el control del inventario de la red en el software logístico	Los datos provenientes del levantamiento de información deben ser cargados en el software logístico de la Empresa como información inicial.
Existen operaciones propias de la red que son diferentes a las controladas por el software logístico de la Empresa (orientado básicamente al control de materiales comerciales)	Se realizan las adecuaciones necesarias al software para que pueda soportar los procesos y procedimientos que se diseñan para la red.
El personal de la red no conoce el manejo del software logístico de la Empresa para las actividades de control de inventarios.	Se capacita al personal de red en el manejo de las funcionalidades del software logístico de la Empresa, necesarias para soportar los Procesos que realizará.

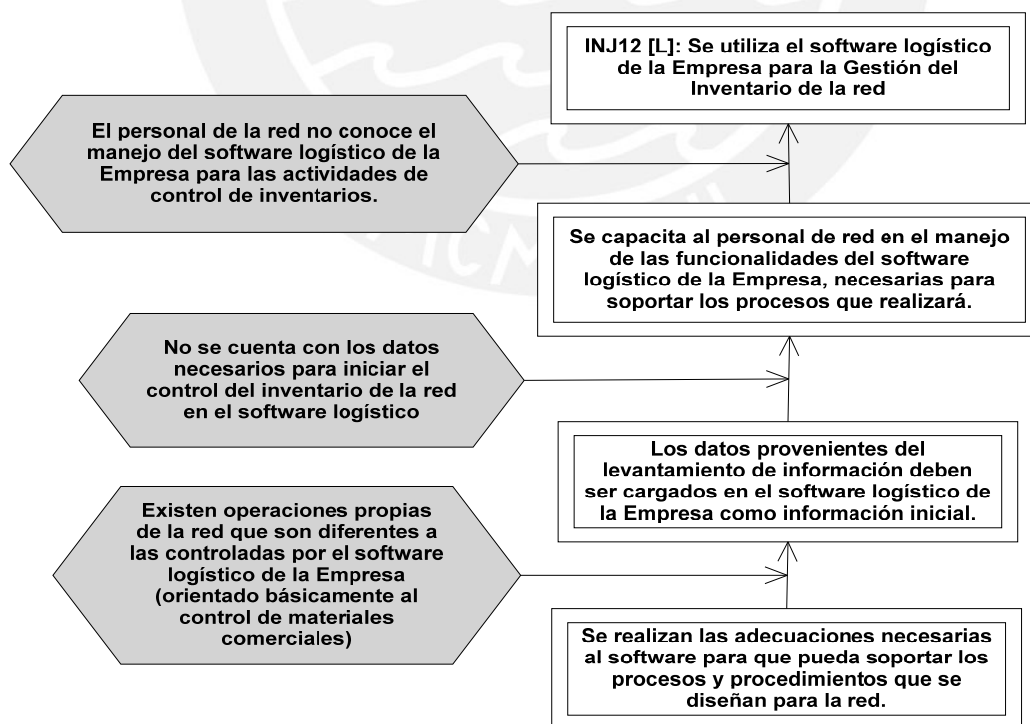


Figura 35. Árbol de prerrequisitos para el inicio de la operación utilizando el software logístico de TEL PERUANA

Objetivo: Delegación de algunas actividades de Control de Inventarios al Personal de la Red

Tabla 12. Lista de obstáculos para la delegación de algunas actividades de control de inventarios al personal de la red y objetivos intermedios que deben ser alcanzados para superar estos obstáculos.

Obstáculos	Objetivos Intermedios
El personal de la red no conoce los métodos necesarios para realizar las actividades de control de inventarios	Se capacita al personal de la red en las labores encomendadas.
No están definidas las actividades que serán delegadas al personal técnico de la red.	Las actividades a delegar serán las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Toma de inventarios cíclicos - Actualización de registros y movimientos de inventarios
Las actividades de control de inventarios que debe realizar el personal de la red, pueden consumir tiempo de la operación regular de la red	Las labores que se delegarán al personal de la red no deben restar tiempo significativo de operación, si se realizan regularmente.
El personal de la red prioriza otras actividades, de modo que puede postergar la realización de las labores encomendadas de control de inventarios	Se debe lograr el compromiso de las jefaturas de la red para que el personal cumpla con las actividades encomendadas.
El personal de la red puede cometer errores al realizar las actividades de control de inventarios y no corregirlos.	La Gerencia de Logística establecerá un monitoreo de las actividades de control de inventarios realizadas por la red, de acuerdo a una programación semanal.

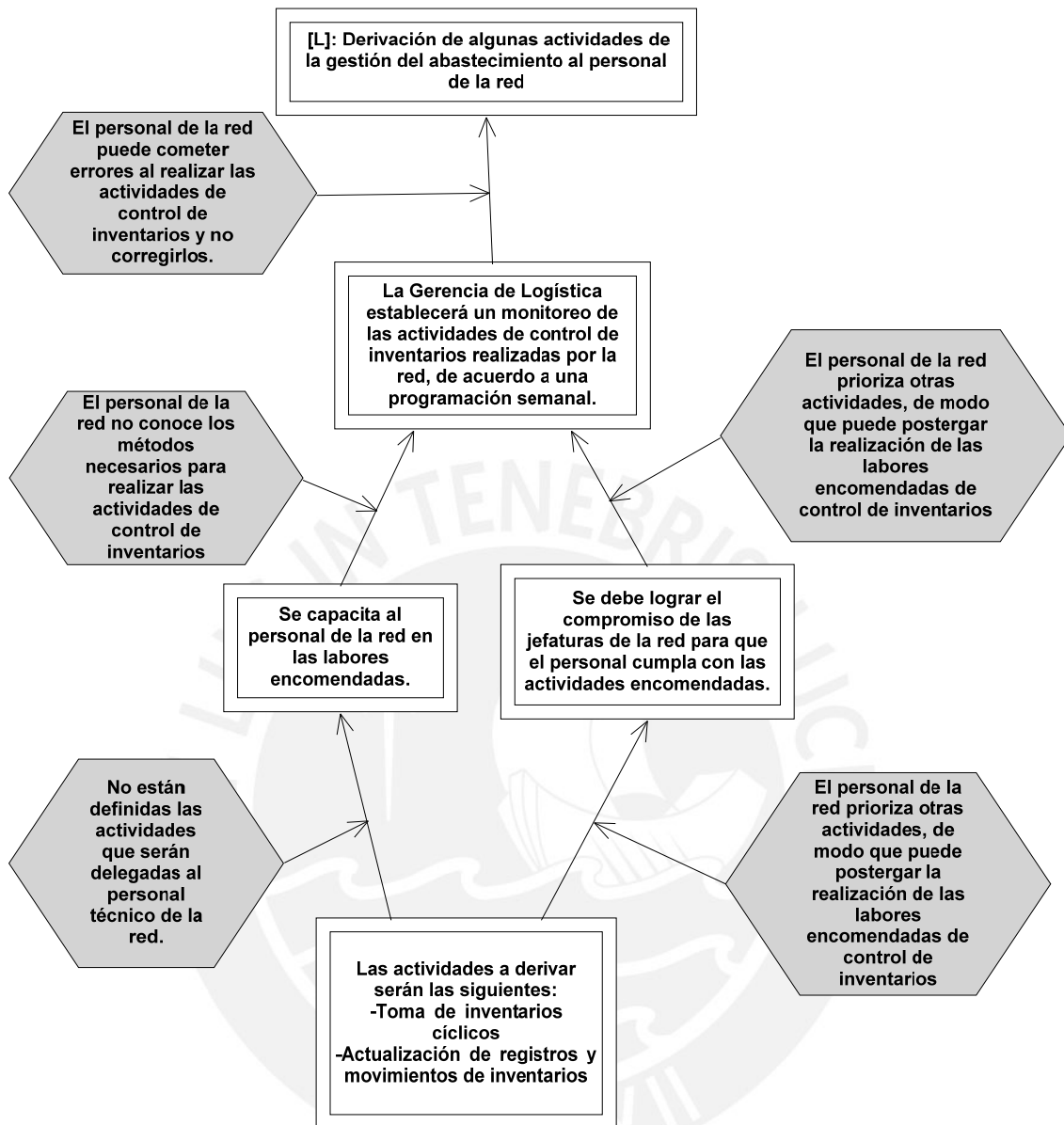


Figura 36. Árbol de prerequisites para la delegación de algunas actividades de control de inventarios al personal de la red

2.4.4 Plan detallado de Solución

Prosiguiendo con la metodología TOC, una vez planeada la solución y delimitados los objetivos intermedios, es necesario concretar estos objetivos en acciones que tal como menciona Goldratt (2001) permita la transición desde el estado inicial al futuro deseado. En el presente caso, mediante la utilización de un **árbol de prerequisites** ha sido obtenida la secuencia en la que estos objetivos deben ser alcanzados. De acuerdo a ésta, ha sido construido el **árbol de transición** mostrado en las Figuras 37 a la 41.

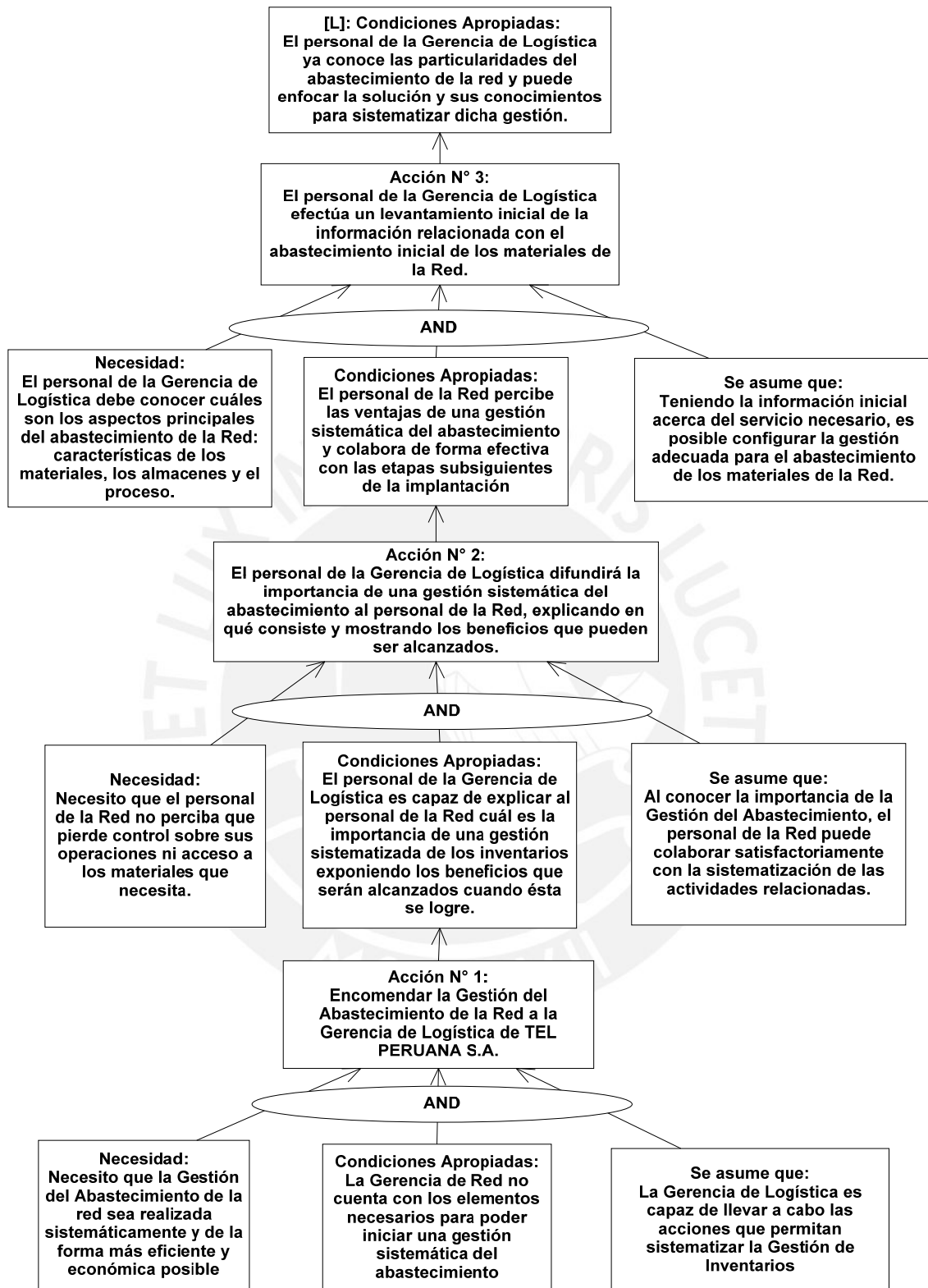


Figura 37. Árbol de transición para la implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

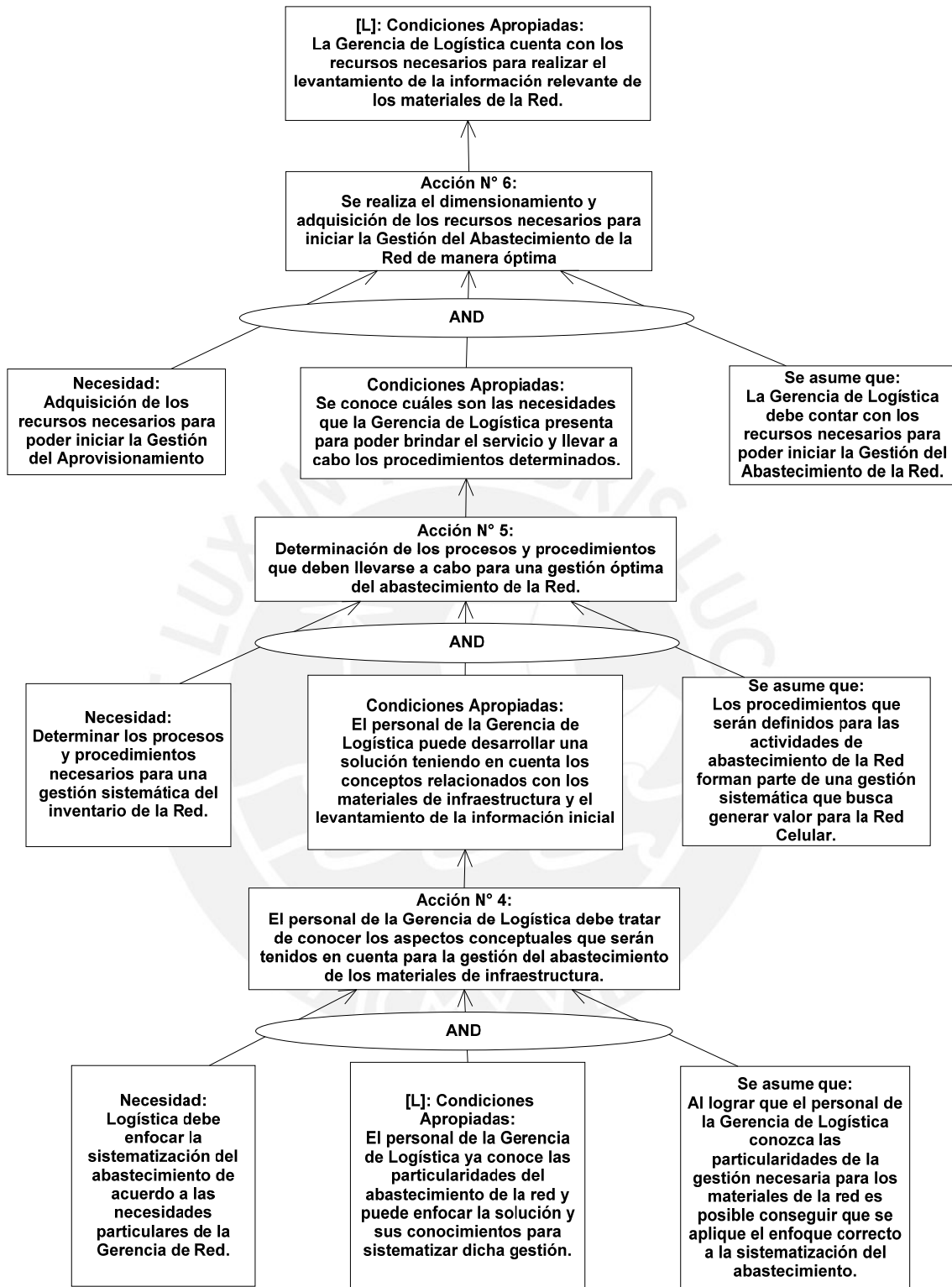


Figura 38. Árbol de transición para la implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación)

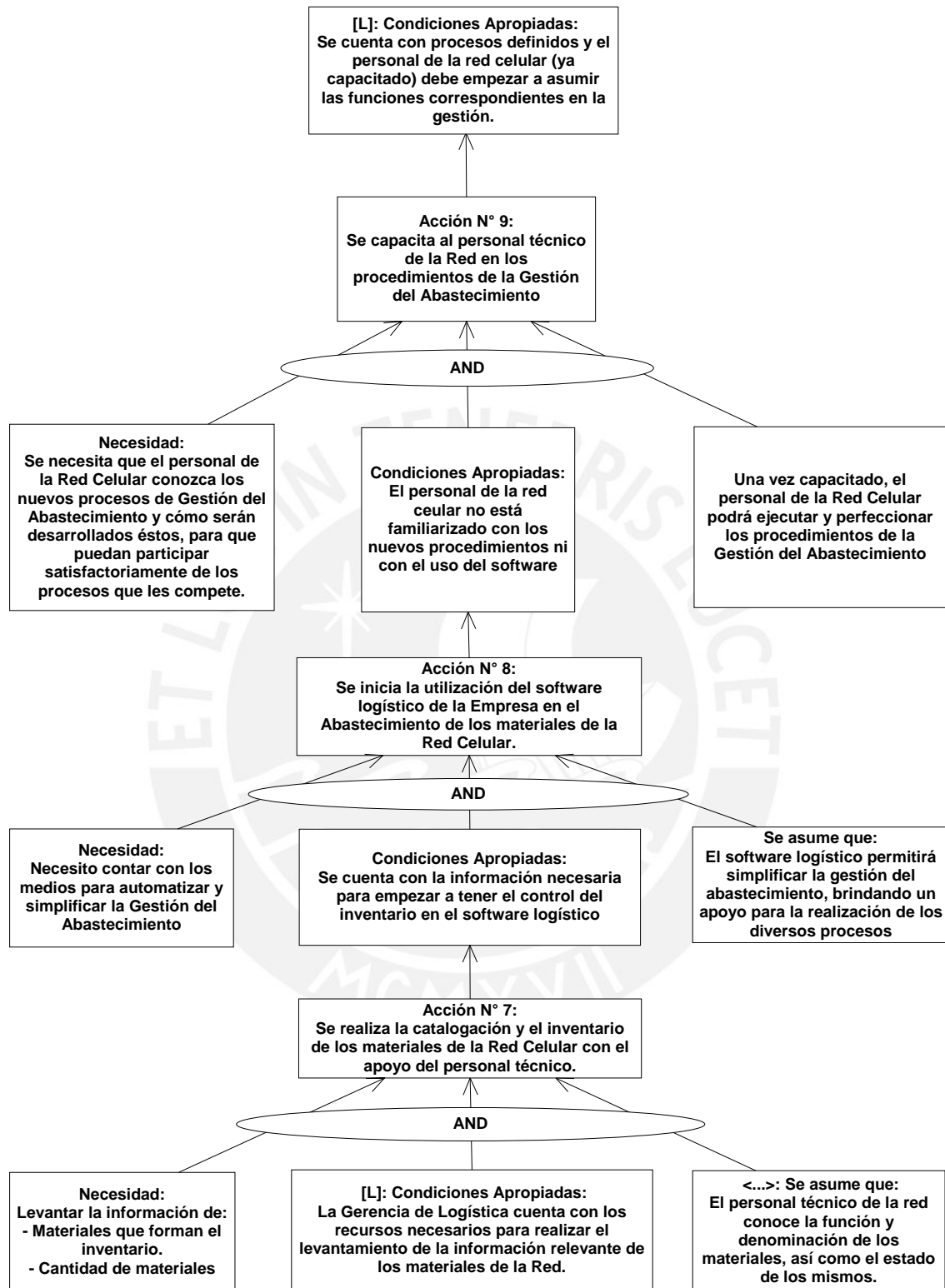


Figura 39. Árbol de transición para la implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación)

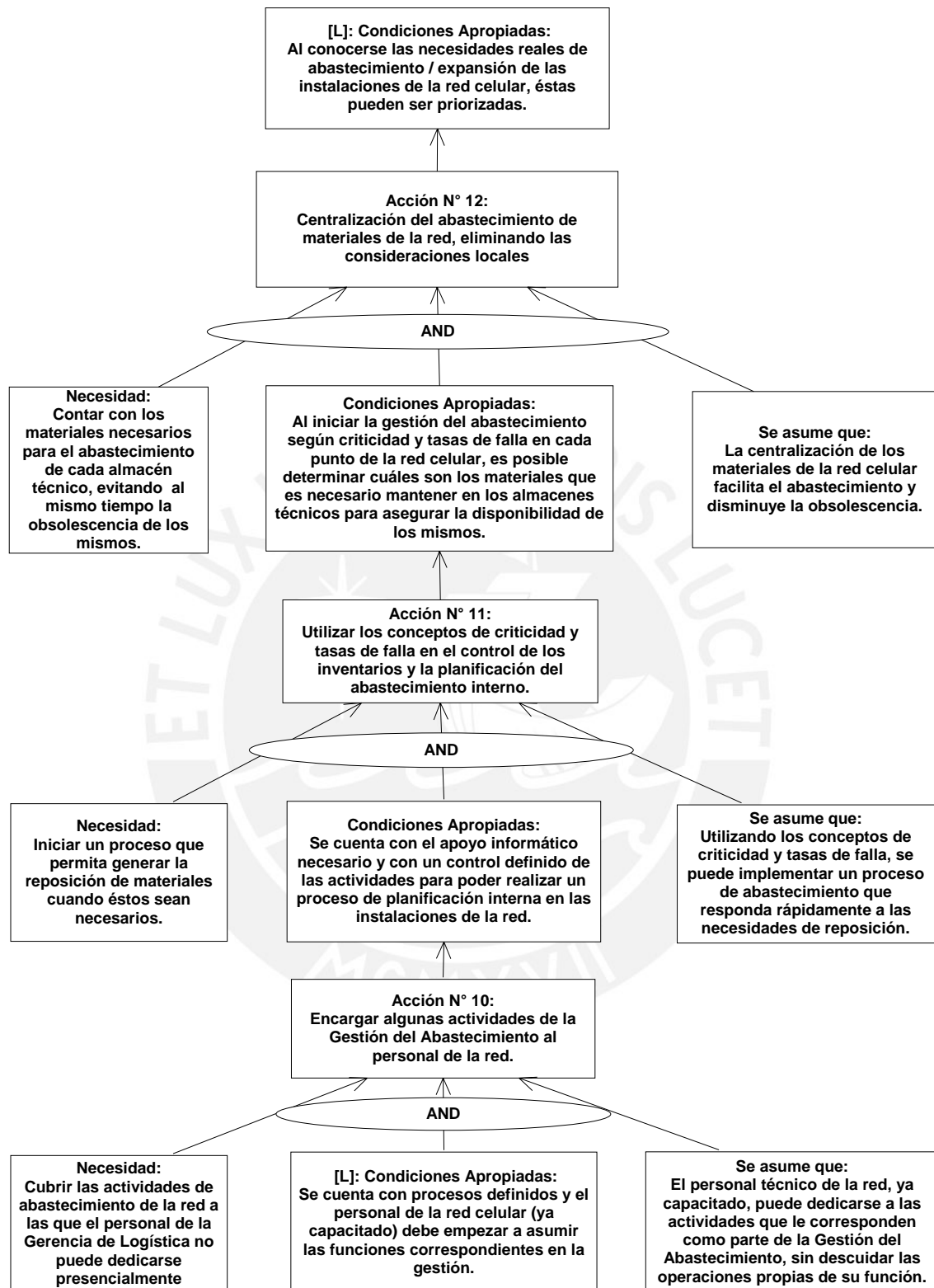


Figura 40. Árbol de transición para la implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación)

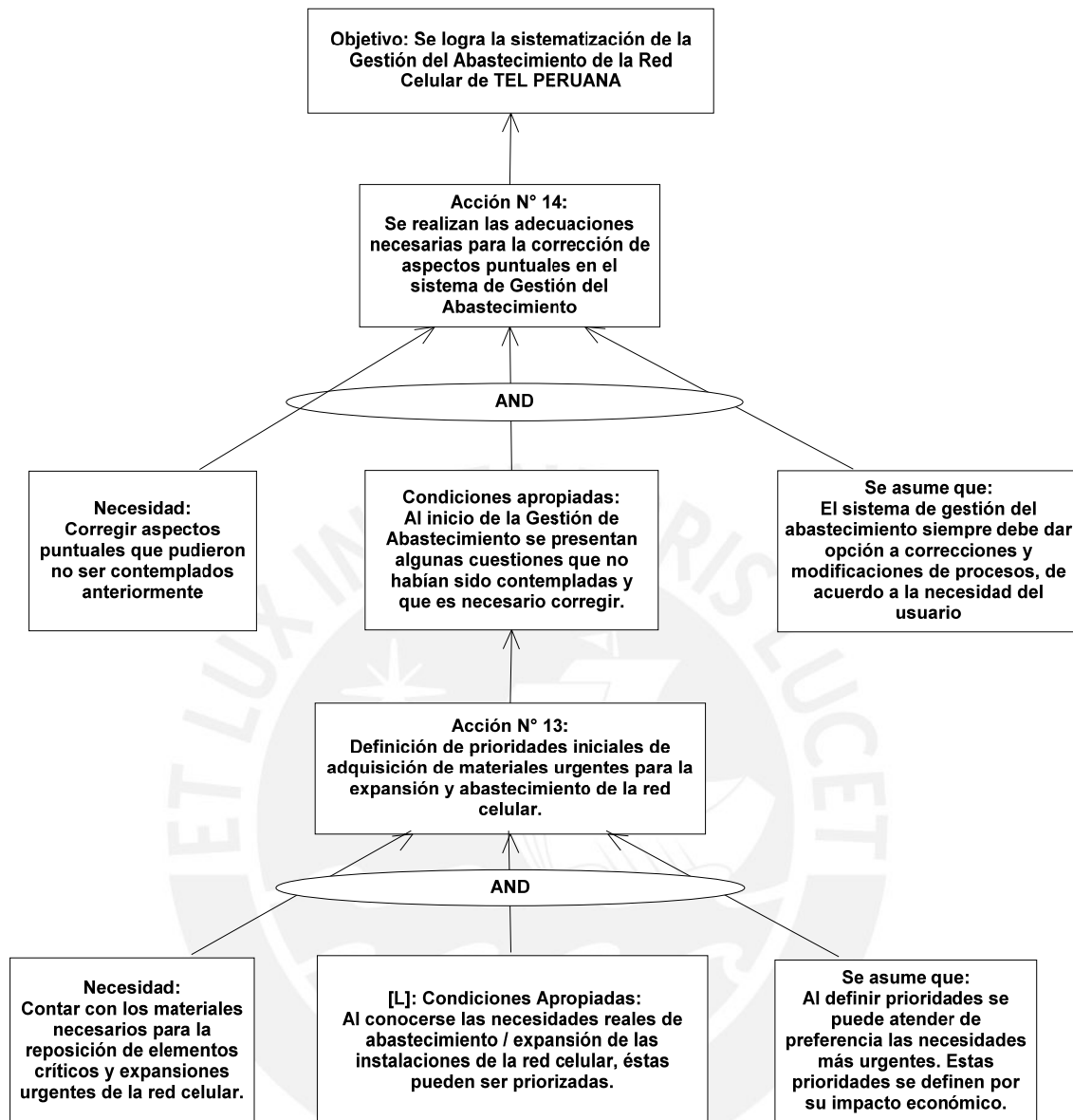


Figura 41. Árbol de transición para la implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA (Continuación)

El esquema de construcción del árbol de transición para la implementación de un sistema logístico de abastecimiento, muestra como es que se determina cada acción a tomar, analizando previamente la necesidad que debe satisfacerse mediante la toma de la mencionada acción, las condiciones que permiten que la acción sea efectivamente tomada y las cuestiones que es necesario asumir para determinar que la acción sea un paso más hacia el logro de los objetivos planteados.

En las Figuras 37 a 41, se muestra el proceso de transición hasta obtener un sistema de gestión del abastecimiento que permita a la Empresa obtener los resultados enunciados en el **árbol de realidad futura**.

Es de notar que el objetivo de las acciones enunciadas en el **árbol de transición** es la sistematización de la gestión del abastecimiento, ya que ésta constituye básicamente la transformación que impulsará a la gestión hacia el logro del objetivo del sistema: **Conseguir que la Logística de Abastecimiento de Materiales sea capaz de suministrar a la Red Celular los materiales adecuados, en el momento adecuado y en las cantidades necesarias al mínimo costo posible.**

2.4.5 Descripción Detallada de la Solución

En las secciones anteriores se ha construido un sistema de gestión del abastecimiento para la red celular de TEL PERUANA, mediante un proceso de pensamiento de la Teoría de Restricciones y se han determinado cuáles son los objetivos intermedios y las acciones que deben ser tomadas para lograr la transición desde el estado inicial hasta la implementación total del sistema de abastecimiento, que permitirá a TEL PERUANA lograr el objetivo de suministrar a la Red Celular los materiales adecuados, en el momento adecuado y en las cantidades necesarias, al mínimo costo posible. La solución obtenida, tal como se mencionó durante el proceso de pensamiento seguido, comprende por tanto, 2 etapas:

- Adecuación Inicial: Comprende todas las actividades necesarias para lograr la implementación del sistema de abastecimiento.
- Sistema de abastecimiento: Es el conjunto de procesos organizados que conforman la gestión del abastecimiento.

Las actividades comprendidas en la Adecuación Inicial son las siguientes:

Actividad N° 1: Encomendar la Gestión del Abastecimiento de la Red a la Gerencia de Logística de TEL PERUANA

De acuerdo al análisis y el diagnóstico del abastecimiento de la Red Celular de TEL PERUANA, los resultados obtenidos por esta gestión no son satisfactorios y más bien, conforme crecen las operaciones de la red, la problemática del suministro de materiales se agudiza. Tal como puede observarse en el árbol de transición, la Gerencia de Red no cuenta con los elementos necesarios para gestionar óptimamente el flujo del inventario requerido para sus operaciones, originándose de esta forma, toda la problemática detallada en el **Árbol de Realidad Actual**. Según el proceso de pensamiento

desarrollado, la acción inicial a tomar para sistematizar la gestión del abastecimiento es encomendar esta gestión y las actividades relacionadas a la Gerencia de Logística de la Empresa.

Actividad N° 2: Difusión de la importancia de una gestión sistemática del abastecimiento al personal de la Red, explicando en qué consiste y mostrando los beneficios que pueden ser alcanzados.

Al asumir la responsabilidad del abastecimiento de los materiales de la red celular, la Gerencia de Logística debe informar al personal de la Gerencia de Red acerca de la importancia de la sistematización de esta gestión, de manera que el personal técnico de la red, no perciba que pierde el control de sus operaciones ni el acceso al material que necesita, además de iniciar de esta forma una relación que conduzca al alineamiento de las acciones de ambas gerencias hacia la meta planteada.

Actividad N° 3: El personal de la Gerencia de Logística efectúa un levantamiento inicial de la información relacionada con el abastecimiento inicial de los materiales de la Red.

Esta actividad se refiere a la indicación de las características de los materiales y el servicio necesario al personal de la Gerencia de Logística. Estos datos son necesarios para determinar la estructura del catálogo de materiales, las condiciones de almacenamiento y los controles necesarios que deben ser implementados. La información suministrada al personal de la Gerencia de Logística consistirá en:

- Características y funcionalidad de los materiales
- Características del servicio necesario
- Verificación y reconocimiento de los materiales e instalaciones

Actividad N° 4: Documentación del personal de la Gerencia de Logística en los aspectos conceptuales que serán tenidos en cuenta para la gestión del abastecimiento de los materiales de infraestructura

El personal de la Gerencia de Logística debe conocer las características de los materiales que debe administrar para poder desarrollar satisfactoriamente el modelo de abastecimiento. En este caso, tal como se ha observado en la sección 2.2, el inventario está formado en su gran mayoría por componentes electrónicos, cuyo funcionamiento obedece a criterios relacionados con la teoría de la confiabilidad. En el Anexo 5 se muestra un ejemplo de la determinación de la tasa de falla de un componente de la red y

el buffer de inventario que se necesita para garantizar la disponibilidad del componente en un lapso dado.

Actividad N° 5: Determinación de los procesos y procedimientos que deben llevarse a cabo para una gestión óptima del abastecimiento de la Red.

De acuerdo a los aspectos conceptuales determinados en el punto anterior y a las necesidades de las operaciones de la red celular, se determinan los procesos y procedimientos que conformarán el Sistema Logístico de Abastecimiento. Estos procesos deben ser validados exhaustivamente entre el personal de la red y la Gerencia de Logística, para garantizar que estén alineados con los objetivos planteados.

Actividad N° 6: Adquisición de los recursos necesarios para iniciar la Gestión del Abastecimiento de la Red de manera óptima

Una vez conocidos cuáles son los procesos y las necesidades del abastecimiento de la red, es necesario adquirir los recursos necesarios para el inicio de la gestión del abastecimiento. Básicamente, este punto se refiere a la adquisición del instrumental necesario para las siguientes actividades:

- Instrumentos de medición de las características de componentes eléctricos y electrónicos (medición de potencia, intensidad de corriente eléctrica, etc.).
- Implementos para la seguridad personal (cascos, botas y guantes de seguridad) y para la seguridad de las instalaciones (pulseras contra la electricidad estática).
- Herramientas e implementos para el almacenamiento y despacho de los materiales (materiales de embalaje y rotulado). En el Almacén Logístico de la Empresa, las instalaciones están protegidas contra el polvo y la humedad, por lo que no es necesario adquirir implementos adicionales contra estos fenómenos.

Actividad N° 7: Catalogación e inventario de los materiales de la Red Celular

Este proceso está dividido en 2 actividades:

- **Catalogación de los materiales de la red:** La cual se realiza, conforme se ha visto en el marco teórico en 4 etapas: Normalización, identificación, clasificación y codificación de los materiales, las cuales se realizarán de acuerdo a las características y el funcionamiento de cada artículo del inventario, según la información proporcionada por el personal técnico de la red celular. Previamente a este levantamiento de información, debe realizarse un ordenamiento y rotulado de los materiales en las instalaciones de la red y una clasificación física de materiales según

su criticidad y estado actual (% de equipos según condiciones: nuevos, usados, averiados, etc.).

- **Inventario de los materiales:** El inventario será llevado a cabo en las instalaciones de la red celular que cuenten con materiales en existencia, de acuerdo a la catalogación realizada previamente. El resultado del inventario físico será la cantidad de materiales por cada código en un almacén determinado, que también es codificado y cuya información relevante también es registrada (dirección, teléfono, nombre del responsable de almacén, etc.). Esta será la información inicial que será suministrada al software logístico de la Empresa para el inicio de las operaciones. En el caso de los repuestos y suministros para la red celular, debido a la alta criticidad operativa y el costo de estos materiales, que implican la necesidad de un registro detallado de los mismos, los registros de inventario deben llegar al nivel del número de serie para cada uno de los elementos en existencia.

Actividad N° 8: Carga de Información al software logístico de la Empresa en el Abastecimiento de los materiales de la Red Celular.

Esta actividad consta de dos etapas:

- a) **Ingreso masivo de Datos:** El cual se realizará a partir de la información levantada en las etapas de catalogación e inventario.
- b) **Adecuación del software logístico y pruebas:** Corresponde al desarrollo de módulos especializados de acuerdo a los procesos y procedimientos logísticos determinados en las etapas anteriores y a los reportes necesarios para las operaciones de la red.

Actividad N° 9: Capacitación del personal técnico de la Red en los procedimientos de la Gestión del Abastecimiento.

Los nuevos procedimientos a seguir en la gestión del abastecimiento involucran acciones que serán realizadas directamente por el personal técnico de la red, tales como la toma de inventarios físicos y el registro de los movimientos logísticos de los repuestos y suministros. Es necesaria una capacitación del personal de la red en estas actividades y el uso del software logístico como apoyo de las mismas.

Actividad N° 10: Encargar algunas actividades de la Gestión del Abastecimiento al personal de la red.

Los encargados de las instalaciones de la red, serán responsables de la exactitud de los registros de inventario de los almacenes técnicos a su cargo tras haber sido capacitados

en la utilización del software logístico para registrar los movimientos logísticos y en la toma de inventarios cíclicos.

Actividad N° 11: Utilizar los conceptos de criticidad y tasas de falla en el control de los inventarios y la planificación del abastecimiento interno.

Inicialmente, no se tiene datos para poder obtener las tasas de falla reales de los elementos más críticos en las instalaciones de la red celular, de manera que el primer paso hacia la obtención de esta información, será la utilización de los datos del fabricante (tasa de falla teórica) para las estimaciones iniciales, los cuales se irán corrigiendo de acuerdo con las necesidades reales de las instalaciones. Para no afectar el abastecimiento, debe disponerse una estimación ligeramente por exceso de la dotación de materiales.

Actividad N° 12: Centralización del abastecimiento de materiales de la red, eliminando las consideraciones locales.

Para lograr la centralización del inventario, tal como ha sido analizado en secciones anteriores, deben programarse los traslados necesarios para la distribución de cada material, manteniendo en los almacenes técnicos una dotación de emergencia de los materiales más críticos para su funcionamiento y centralizando el resto de materiales en el Almacén Logístico de la Empresa, desde donde se realizará la reposición de materiales de acuerdo a las necesidades de cada instalación de la red. Esta centralización del inventario es necesaria para poder establecer la estrategia de abastecimiento de materiales, evitando el exceso de inventario en los almacenes técnicos, que puede convertirse en causa de la obsolescencia de materiales.

Actividad N° 13: Definición de prioridades iniciales de adquisición de materiales urgentes para la expansión y abastecimiento de la red celular.

Esta actividad corresponde a la determinación de las adquisiciones más importantes de repuestos y suministros para la red celular, después de centralizar el inventario de estos materiales y obtener las necesidades no cubiertas de cada punto de la red. Las prioridades de adquisición de materiales serán establecidas de acuerdo a su impacto económico.

Actividad N° 14: Adecuaciones necesarias para la corrección de aspectos puntuales en el sistema de Gestión del Abastecimiento.

Esta actividad final corresponde a la etapa inicial de la operación de la Gerencia de Logística como gestora de los materiales de la Red Celular. Consiste en las adecuaciones y correcciones en uso que se realicen a los procedimientos expuestos.

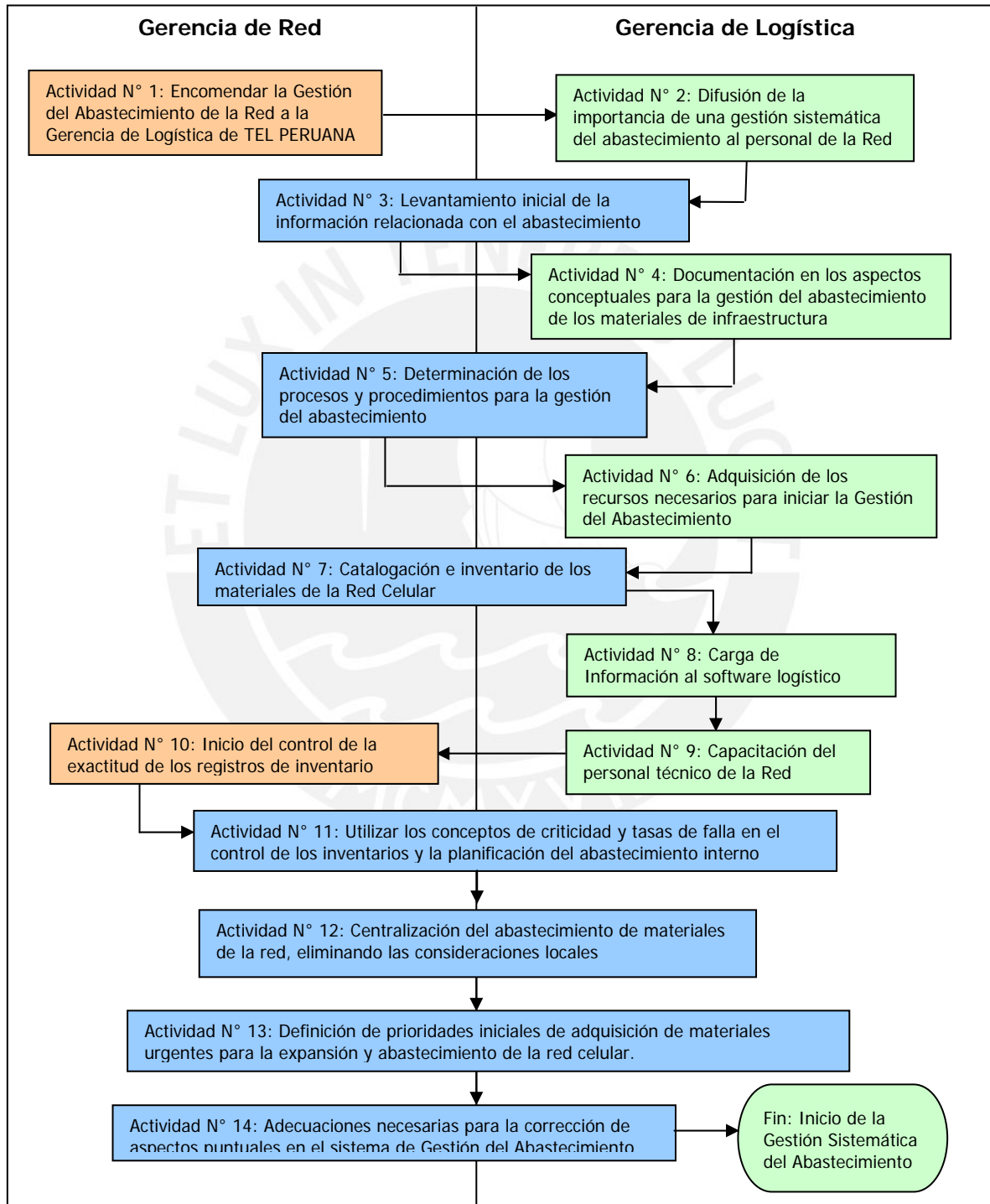


Figura 42. Proceso de implementación de un Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

El esquema general del sistema logístico de abastecimiento de TEL PERUANA se muestra en la Figura 43:

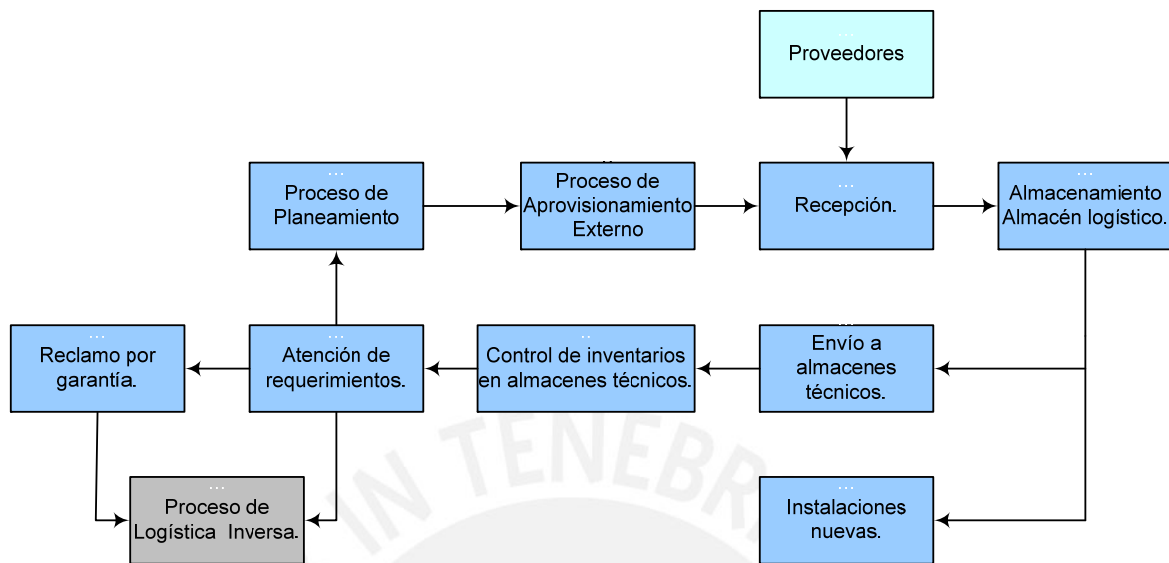


Figura 43. Esquema general del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

A continuación serán detallados los principales procesos que forman parte del sistema logístico de abastecimiento obtenido:

Proceso de Planeamiento del Abastecimiento

De acuerdo a las estadísticas de falla y la evaluación de las dotaciones de almacenes técnicos, la Gerencia de Logística determina y consolida las necesidades de reposición en los almacenes técnicos. Paralelamente, la Gerencia de Red determina los materiales que deben ser adquiridos de acuerdo a los planes de expansión. Las necesidades de adquisición de materiales son establecidas de acuerdo a un esquema de prioridades obtenido a raíz de un análisis del impacto económico de los requerimientos. Este es el punto de partida del proceso de aprovisionamiento externo, tal como puede apreciarse en la Figura 44.

Proceso de Abastecimiento Externo

Una vez establecidas las necesidades de adquisición, se inicia el proceso de abastecimiento externo con la negociación de compras en las que se determina al proveedor que ofrezca las mejores condiciones de calidad del producto, precio y plazos de entrega. Una vez determinado el proveedor, se genera la orden de compra, a través de la cual, el proveedor entrega los materiales. En este punto se inicia el proceso de recepción y almacenamiento. El proceso de abastecimiento externo está graficado en la Figura 45.

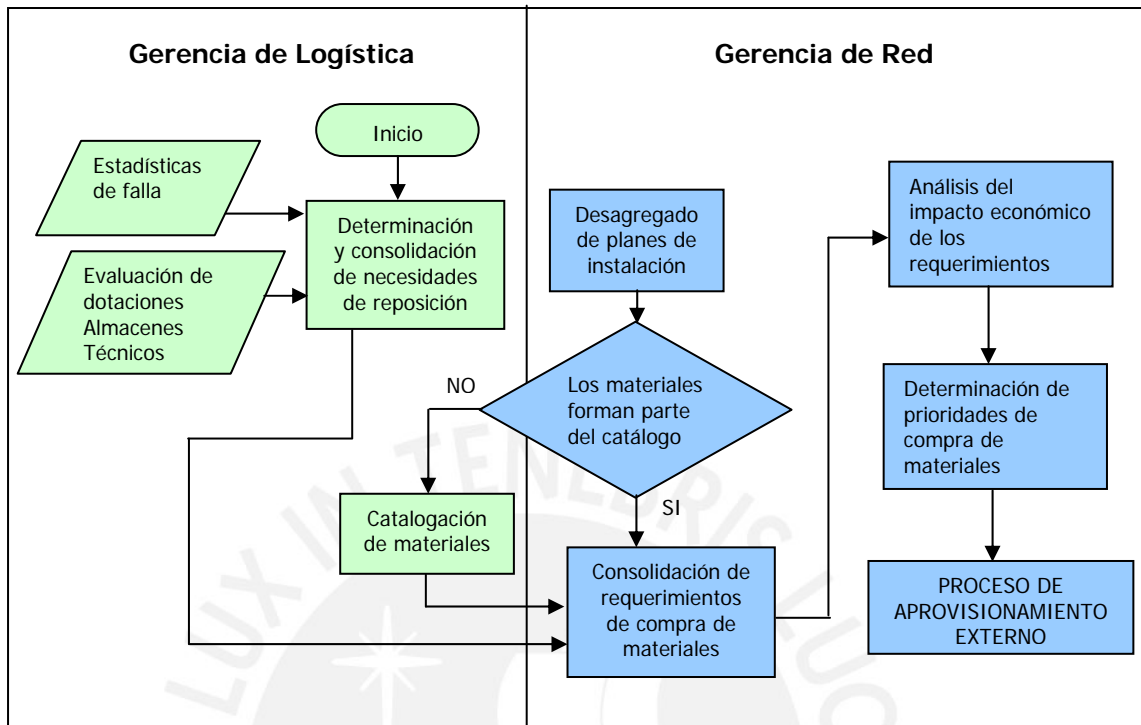


Figura 44. Proceso de planeamiento del abastecimiento de materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

Proceso de Abastecimiento Interno

Tal como puede apreciarse en la Figura 46, el proceso de abastecimiento interno consiste en la reposición de las dotaciones críticas que deben ser mantenidas en los almacenes técnicos, las cuales son calculadas de acuerdo a las estadísticas de falla y las necesidades de reposición de inventarios. Si llega a determinarse que existe una necesidad de reposición, los materiales requeridos son enviados desde el almacén logístico. Los responsables de los almacenes técnicos procederán a la recepción, actualización de la información correspondiente en el software logístico y almacenamiento de los materiales.

Proceso de Atención de Requerimientos de Materiales

Cuando el personal de la red detecta una necesidad de abastecimiento o reemplazo de algún material en funcionamiento, debe proceder a cambiar éste por un material que se encuentra en el inventario. Una vez realizado el reemplazo, debe solicitar la reposición del material consumido en el inventario.

Esta información es recogida por el personal de la Gerencia de Logística, que realizará la transferencia del material desde el Almacén Logístico, hacia el Almacén Técnico de donde se extrajo el repuesto, de manera que el inventario no se vea afectado. La avería producida en las instalaciones producirá un recálculo en las estadísticas de falla y en las dotaciones a ser mantenidas en cada almacén técnico. Paralelamente, el repuesto averiado es llevado al Almacén Logístico, desde donde deben empezar los procesos de Logística Inversa o Reclamo por la Garantía del proveedor (Ver Figura 47).

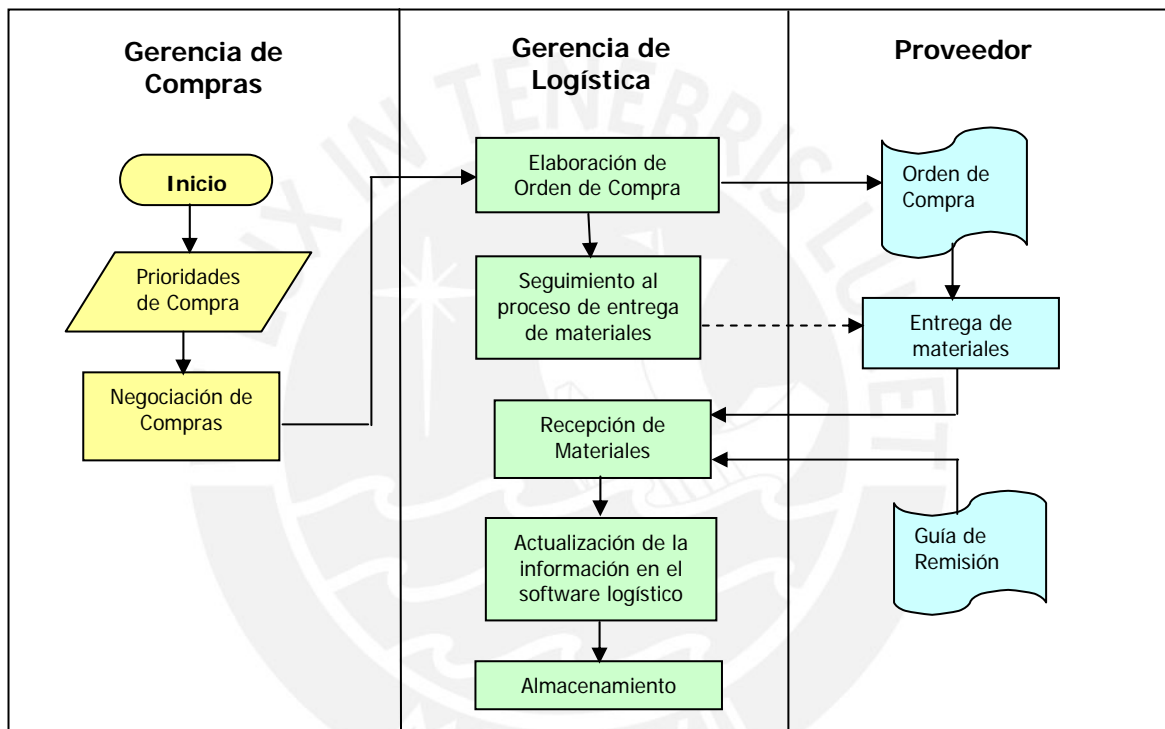


Figura 45. Proceso de abastecimiento externo de materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

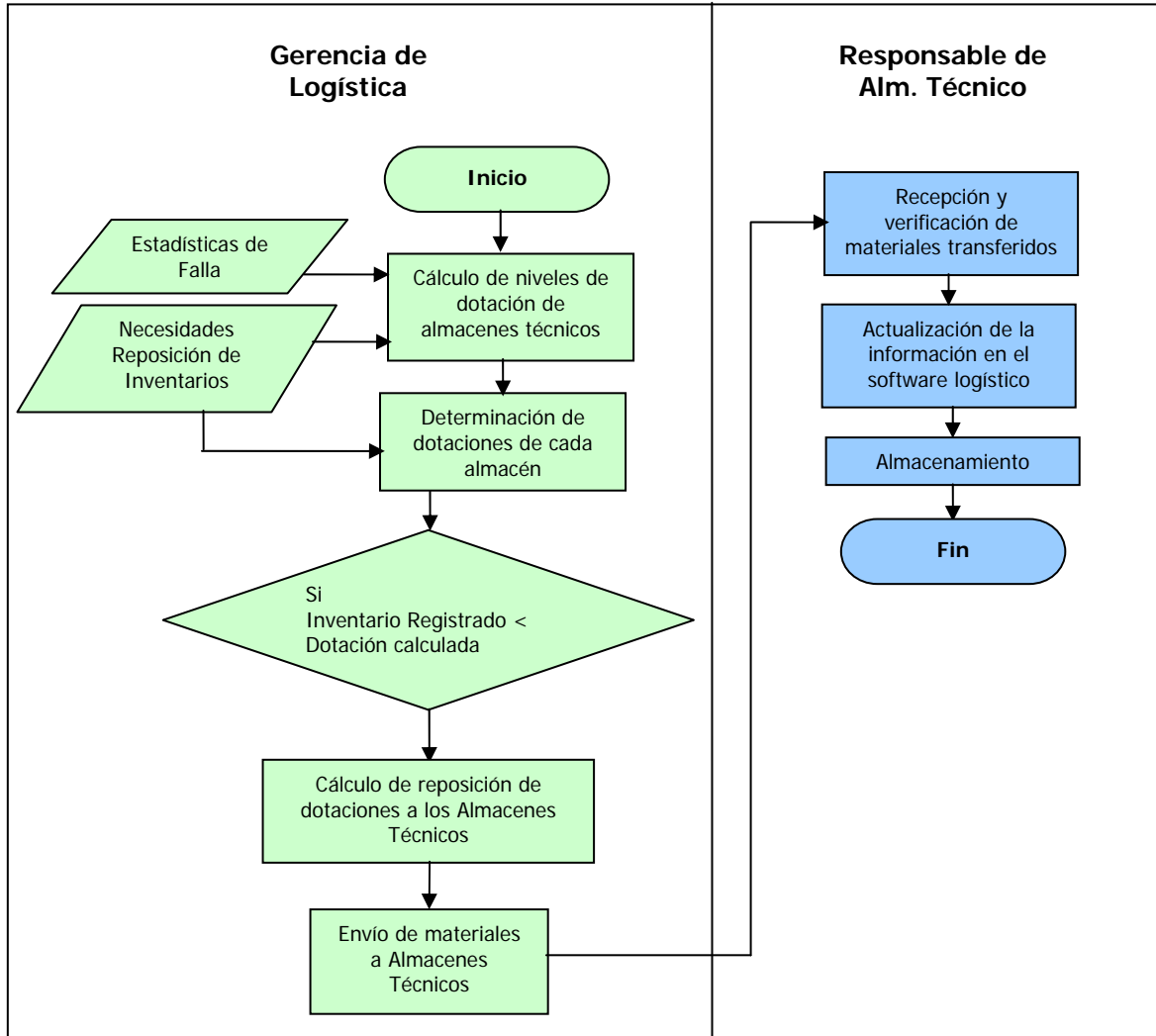


Figura 46. Proceso de abastecimiento interno de materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

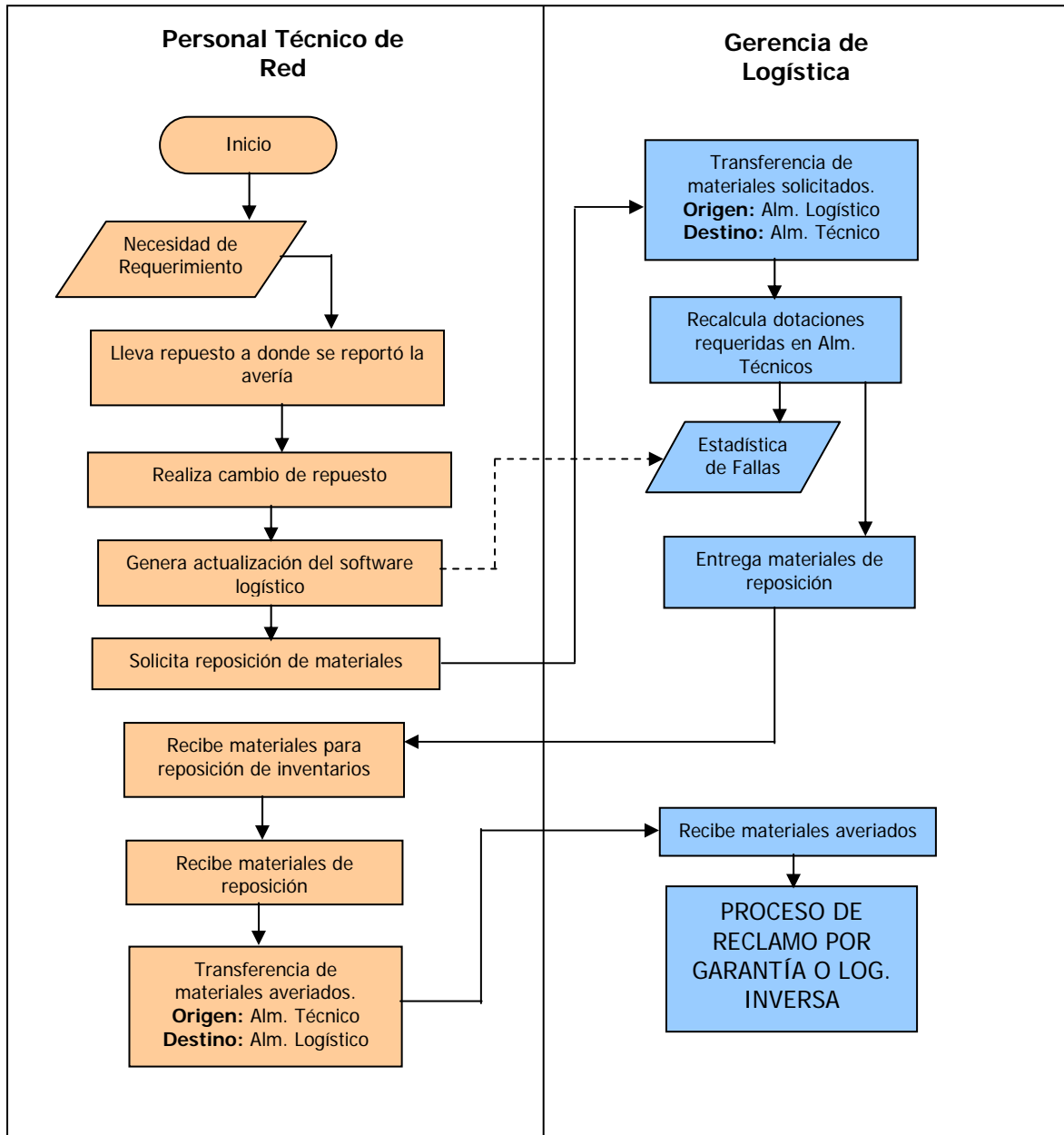


Figura 47. Proceso de atención de requerimientos de materiales del Sistema Logístico de Abastecimiento para los materiales de la Red Celular de TEL PERUANA

3 Conclusiones, Recomendaciones y Consideraciones Finales

El análisis y el diagnóstico efectuados han permitido describir la situación de la logística del abastecimiento de la red celular de TEL PERUANA. En la etapa de análisis, se observaron los aspectos puntuales de la problemática de cada componente del proceso logístico (compras, almacenamiento y planeamiento) que en la etapa de diagnóstico han sido integrados para determinar el efecto conjunto de éstos e identificar la causa raíz de la problemática de la logística de la red celular.

El diagnóstico fue realizado mediante la utilización de un árbol de realidad actual, cuyos EIDES fueron obtenidos en la etapa de análisis. Esta herramienta permitió determinar que existen dos procesos cíclicos en la problemática de la logística de la red celular; de los cuales, uno consiste en el crecimiento del número de fallas en la red e implica una mayor necesidad de repuestos y tiempo de dedicación del personal técnico a las labores relacionadas con el abastecimiento, además del incremento de la realización de reparaciones informales; el otro muestra como la problemática de la red celular va creciendo progresivamente debido a que se incrementa la ineficiencia y el costo de la logística en general, generándose de esta forma ramificaciones relacionadas con las limitaciones de los recursos humanos, con la política de preferencia de las necesidades de expansión de la red por encima de las reposiciones de materiales y con la mayor presión ejercida por la competencia entre otros aspectos.

El proceso de sistematización de la logística de abastecimiento de TEL PERUANA se inició con la remoción del conflicto existente en dicha gestión, el cual consiste en que por un lado, se debe brindar los recursos necesarios para el abastecimiento de la red, mientras por el otro se necesita dedicar la menor cantidad de recursos al abastecimiento. Este conflicto se rompe mediante la obtención de cuatro inyecciones iniciales:

- Encargar la gestión del abastecimiento de la red celular a la Gerencia de Logística de la Empresa.
- Centralizar el abastecimiento de repuestos.
- Utilizar el software logístico de la Empresa para automatizar el abastecimiento de la red.
- Determinar sistemáticamente las prioridades en el abastecimiento de repuestos.

Estas inyecciones se constituyen en el punto de partida para la generación de un árbol de realidad futura, el cual en un principio presenta algunos aspectos que podrían complicar la situación del abastecimiento de materiales en la red celular; las “ramas negativas”

fueron removidas con la aplicación de nuevas inyecciones. El resultado final de este proceso es un sistema logístico de abastecimiento, que presenta dos etapas bien demarcadas:

- La adecuación inicial, que consiste en todas las acciones necesarias para lograr la implementación del sistema de abastecimiento. Para esta etapa se determinan los objetivos intermedios y el plan detallado de acción que debe ejecutarse desde las acciones iniciales, hasta lograr la implementación del sistema, utilizando respectivamente un árbol de prerrequisitos y un árbol de transición.
- El sistema de abastecimiento propiamente dicho, que es el conjunto de procesos organizados que conforman la gestión del abastecimiento. El flujo logístico a través del sistema se realiza básicamente de acuerdo a lo obtenido en el árbol de realidad futura, siendo complementado con algunas operaciones de apoyo para su presentación final.

El sistema de abastecimiento diseñado en este trabajo de tesis permitirá:

- La optimización del abastecimiento de repuestos, tanto en el Almacén Logístico, como en los diversos almacenes técnicos de la red celular, ya que se cuenta con un amortiguador de inventario alineado con las necesidades de las instalaciones cubiertas por cada almacén técnico y con existencias centrales en el Almacén Logístico. Todos estos inventarios han sido determinados de acuerdo al consumo esperado de los materiales y el tiempo de reposición. Esta optimización del inventario, evita además los traslados cruzados entre almacenes, debido a la alineación mencionada entre los consumos de materiales y los amortiguadores de inventario. En pocas palabras, el sistema logístico diseñado permitirá a la logística de red, lograr que se cuente con los materiales adecuados, en el momento y lugar adecuados con un costo mínimo, es decir, llevar a la logística de red hacia su meta.
- Reducir la obsolescencia debido a que se elimina la dispersión del inventario y por tanto es más sencillo disponer de los materiales en riesgo de quedar obsoletos para iniciar procesos de logística inversa, gracias a la centralización del inventario en el Almacén Logístico. Esta centralización del inventario permitirá también la desactivación del Almacén Principal de San Isidro, ya que el modelo de reposición de

los inventarios en los almacenes técnicos hace que la cercanía a las instalaciones de la red no siga siendo un factor relevante.

- Generar valor para la Empresa mejorando el tiempo de respuesta ante alguna necesidad de abastecimiento de la red, al evitar que las averías puedan afectar el servicio brindado por la Empresa, contribuyendo de esta forma a una mejora continua de la calidad de operación de la Red.

En la realización de trabajos similares a la presente tesis se recomienda considerar las siguientes pautas:

- Lograr la optimización de un sistema no significa optimizar por separado cada uno de los procesos que lo conforman; por el contrario, significa encontrar una forma de lograr que el sistema como un todo logre una mejora continua, acercándose progresivamente a su meta. En el presente trabajo, se integraron las diversas funciones para obtener de esta forma un resultado que permita la optimización global.
- En la mayoría de los casos se presentan tanto restricciones físicas, como restricciones políticas. Es recomendable iniciar el proceso a partir de estas últimas, ya que muchas veces las restricciones políticas no permiten la explotación de las restricciones físicas para lograr que el sistema avance hacia su meta.
- Uno de los puntos más importantes en el diseño de un sistema de abastecimiento consiste en determinar el tamaño del amortiguador de inventario necesario para que un cuello de botella pueda funcionar adecuadamente. En el caso de este trabajo, se tuvo en cuenta que los materiales son de alta tecnología, cuyos componentes tienen un tiempo de vida y su comportamiento puede explicarse de acuerdo a la teoría de la confiabilidad, de modo que se utilizó esta consideración para determinar el tamaño del amortiguador.

4 Referencias Bibliográficas

ACERO, E. Administración de Operaciones Utilizando la Teoría de las Restricciones. Perú, http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/acero_ne/Cap2.pdf, 41 pp.

ACOSTA, V. (1988). Logística Empresarial Moderna: Concepto y Aplicaciones. Perú, 246 pp.

BUKER, D. (s.f.). Administración y Control de Inventarios.

GOLDRATT, E. Y COX, J. (1992). La Meta. México, Ediciones Castillo, S.A de C.V.

GOLDRATT, E. Y FOX, R. (1993). La Carrera. México, Ediciones Castillo, S.A de C.V.

GOLDRATT, E. (2001). No fue la Suerte. México, Ediciones Castillo, S.A de C.V, 549 pp.

HEIZER, J. (1998). Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas. Prentice Hall; 1998, 576 pp.

LÓPEZ DE AVILA, M. (2007). Una Introducción a los Procesos de Razonamiento empleados por la Teoría de las Limitaciones. <http://nodos.typepad.com> (Acceso en Junio 2007).

MONTERROSO, E. (2000). La Gestión del Abastecimiento. Argentina <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/abastecimiento.pdf>, 47 pp.

OSIPTEL (2006). Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones <http://www.osiptel.gob.pe> (Acceso en Octubre 2006).

SOTO, M. (2003). Modelo de Gestión de Compras. FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Perú, 49 pp.

SULLIVAN, T. (1998). Implementing the Theory of Constraints (TOC) In Production. <http://www.ciras.iastate.edu/publications/CIRASNews/winter98/toc.htm>, 3 pp.