



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULO

Diseño de un Sistema de Control de Inventarios en el Programa Institucional de la Madera (PIMA).

AUTORES

Br. Jorge Manuel Sandino Valerio.
Br. José Luis Silva Ramírez.
Br. Richard Andrés Urbina Guido.

TUTOR

Ing. Denis Chavarría González.

Managua, 12 de Julio de 2016

Dedicatoria

A nuestros Padres quienes fueron, han sido y serán un apoyo moral para continuar adelante con nuestros estudios y nos han brindado su tiempo para ver plasmado el producto de nuestro esfuerzo y sacrificio el día de mañana.

A nuestro tutor quién en todo momento nos brindó su ayuda incondicional y nos aconsejó con el propósito que bajo su dirección el trabajo concluyera con la más alta calidad posible.

Al Programa Institucional de la Madera quien nos abrió sus puertas con toda confianza para realizar nuestro trabajo monográfico solo con saber que pertenecíamos a la Universidad Nacional de Ingeniería.

Con Mucho Cariño, Aprecio y Respeto que se merecen.

Agradecimiento

Por este medio reconocemos y valoramos todos los aportes obtenidos para concluir exitosamente nuestra investigación.

Agradeciendo primeramente a Dios sobre todas las cosas por permitirnos terminar nuestro trabajo monográfico en tiempo y forma.

A nuestros padres que en todo momento nos brindaron sus consejos para lograr terminar nuestros estudios alentándonos a llegar hasta esta instancia.

A nuestro tutor que nos brindó su apoyo, quien con mucho esfuerzo y sacrificio nos coordinó para que el desarrollo de nuestro trabajo provoque la satisfacción que requiere ante al jurado.

Agradecemos al Programa Institucional de la Madera por abrir sus puertas y permitirnos realizar este trabajo para adquirir el título de Ingeniero Industrial

A todas aquellas personas que se han involucrado indirectamente para reunir la información y presentarla en este trabajo.

Resumen

El siguiente trabajo monográfico explica la situación actual del inventario de materia prima en el Programa Institucional de la Madera (PIMA) y trata de proponer un nuevo sistema de control de inventario mediante la recopilación de datos históricos de demanda y análisis estadístico de esta.

Se elaboró la clasificación ABC de especies de madera que se encuentran en existencia, con la finalidad de reflejar las especies más importantes con respecto a la utilización de estas, luego se realiza el cálculo de los costos referentes al inventario en el año 2015.

Para observar el comportamiento de los datos de materia prima en el futuro, se realizan pronósticos que se ajustan al comportamiento de la demanda y cálculos para optar por la aplicación de un nuevo sistema de control de inventario. Se comparan los costos incurridos del método actual con los métodos estadísticos de inventario para determinar si es necesario un cambio de sistema de control de inventario.

Se decidió utilizar el plan de requerimiento de materiales (MRP) en algunos de los productos característicos por especie para darle punto final al trabajo monográfico, con el fin optimizar los tiempos de entrega de los productos que al programa le son solicitados.

Contenido

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Resumen	iii
Introducción.....	1
Objetivos	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Justificación.....	3
Antecedentes	4
Capítulo I: Marco Teórico	6
1.1 Sistema de Inventarios	7
1.1.1 Inventarios.....	7
1.1.2 Clasificación de los inventarios	8
1.2 Pronósticos	8
1.2.1 Modelos causales y series de tiempo.....	9
1.2.2 Errores de Pronóstico.....	9
1.3 Costos pertinentes a la política de inventarios.....	9
1.3.1 Costo de ordenar pedidos	9
1.3.2 Costo de Mantener Inventario	10
1.3.3 Costo por falta de existencias	10
1.4 Modelos de Inventario.....	10
1.4.1 Modelo de Ciclo fijo	10
1.4.2 Modelo de Punto fijo.....	10
1.4.3 Modelo para demanda dependiente.....	11
1.5 Metodología Aplicada	12
Capítulo II: Diagnóstico Preliminar	14
2.1 Diagnóstico	15
2.2 Descripción de los Inventarios actuales.....	16
2.2.1 Localización física	16
2.2.2 Normas aplicadas.....	16
Capítulo III: Clasificación ABC del Inventario	20

3.1 Clasificación de las especies según el modelo ABC	21
3.2 Distribución de la materia prima según su grado de utilización.	24
3.2.1 Distribución actual de la materia prima	24
3.2.2 Distribución propuesta de materia prima	26
Capítulo IV: Costos Pertinentes al Inventario	28
4.1 Costo de preparación del pedido	29
4.1.1 Costo asociado a la preparación del pedido	29
4.1.2 Costos de pedido asociado a proveedores extranjeros.....	31
4.1.3 Depreciación de equipo de cómputo	31
4.1.4 Otros costos indirectos: papelería, energía (luz) y teléfono	31
4.1.5 Calculo del costo del pedido	33
4.2 Costo de almacenamiento del inventario	34
4.2.1 Inventario promedio anual.....	34
4.2.2 Costo de capital.....	34
4.2.3 Depreciación del almacén	35
4.2.4 Costo de seguro.....	35
4.2.5 Nómina del almacén.....	35
4.2.6 Revisión de inventarios físicos	35
4.2.7 Costos por obsolescencia	37
4.2.8 Vigilancia.....	37
4.2.9 Control de temperatura	37
4.2.10 Equipos de cómputo.....	37
4.2.11 Iluminación	37
4.2.12 Papelería.....	38
4.2.13 Cálculo del costo de mantener inventario	39
4.3 Costo por faltante	40
4.4 Calculo de los costos incurridos con el modelo actual de inventario	40
Capítulo V: Pronósticos	43
5.1 Proyección del Consumo de Materia Prima	44
5.1.1 Promedios Móviles	44
5.1.2 Proyección de Tendencias	45
Capítulo VI: Aplicación del Modelo de Inventario	59

6.1 Modelo de inventario aplicado: Punto Fijo	60
6.2 Calculo de costos incurridos en el modelo propuesto Punto Fijo.....	62
6.3 Modelo de inventario aplicado: Ciclo Fijo.....	63
6.4 Calculo de costos incurridos en el modelo propuesto Ciclo Fijo	64
6.5 Resultados.....	65
6.5.1 Análisis comparativo entre el modelo actual y los modelos propuestos de control de inventario.....	65
Capítulo VII: Plan de Requerimiento de Materiales.....	67
7.1 Aplicación de la Herramienta	68
7.1.1 Banco de Teka	69
7.1.2 Mesa de Pino Radiata	72
7.1.3 Puerta de Cedro Macho	76
7.1.4 Silla de Nanciton	79
Conclusiones.....	85
Recomendaciones.....	87
Anexos	88
Anexo N°1: Documento Creador PIMA.....	89
Anexo N° 2: Consumo de madera por especie 2012-2015.....	96
Anexo N° 3: Comportamiento de la demanda por especie	98
Bibliografía	102

Introducción

La administración de inventarios es uno de los retos más importantes que enfrentan los directivos en cuestión de planificación y control, sobre todo en empresas de manufactura.

Técnicamente los inventarios constituyen un activo en el balance general de la compañía, casi todos los ejecutivos contables o financieros consideran que mantenerlos implica un gasto significativo, y que su misión es minimizarlo lo más posible. Incluso las organizaciones de servicios cuentan con cierto inventario; por otro lado, en las operaciones al detalle se observa que la administración del inventario juega un papel clave para dirigir el negocio con efectividad.

El objetivo de mantener una baja inversión en inventarios suele contradecir la forma de pensar de buena parte del personal de ventas y marketing, a quienes casi siempre les importa que la empresa cuente con un inventario considerable para poder atender rápidamente las solicitudes de los clientes.

Los conceptos, nivel de servicio y costos logísticos tienen un papel fundamental dentro del control de inventarios. Si el objetivo principal de una institución es el servicio al cliente, se debe mantener un nivel de existencias adecuado, lo cual puede repercutir en la liquidez financiera de la misma. Mientras que si la empresa respalda más los costos, esto puede generar reducción en las mismas ganancias y pérdida en el mercado, al no asegurar la confiabilidad de los clientes.

La planificación conduce a la utilización eficiente de recursos, lo que conlleva al logro de los objetivos empresariales, es por esta razón que se decidió formular el presente estudio en el Programa Institucional de la Madera (PIMA) de modo que permita desarrollar esta propuesta de modelo de control de inventario.

El Programa Institucional de la Madera actualmente no tiene una política de control de inventario que le permita optimizar el sistema de reabastecimiento, lo que por consecuencia no nos permite conocer cada cuanto realizar los pedidos a los proveedores en pequeñas cantidades.

Objetivos

Objetivo General:

- Diseñar un sistema de control de inventarios para el programa institucional de la madera (PIMA).

Objetivos Específicos:

- Diagnosticar la situación actual del manejo de inventarios de madera en PIMA.
- Establecer el lote Económico y proponer el periodo de abastecimiento.
- Proponer un modelo de inventario que se ajuste a las proyecciones de demanda en PIMA.

Justificación

En PIMA no cuenta con una estrategia de inventarios en concreto, se rige un control mediante un sistema de bases de datos y registros en Excel de entradas y salidas de materia prima. Siempre es necesario llevar un control de los inventarios y no hay mejor manera que estableciendo la estrategia adecuada.

La constante evolución tecnológica y la tendencia mundial hacia la competitividad crea la necesidad de que las empresas busquen la optimización de sus recursos mediante la minimización de costos y mejoramiento de operaciones, de tal manera que les permita ofrecer bienes y altos niveles de servicios con la mayor calidad posible para alcanzar las metas y objetivos que se proponga la institución.

En este contexto el mal manejo de los inventarios, al igual que la adquisición de productos en el momento y cantidad incorrecta, conllevan siempre al aumento de los costos innecesariamente, ocasionando que se necesite un mayor esfuerzo de parte del personal para obtener la rentabilidad deseada, por tal razón este estudio en cuanto al aspecto interno se enfoca en el análisis de gestión de pedidos y los diferentes tipos de inventarios como herramientas fundamentales en el logro de los objetivos empresariales, y en el aspecto externo se pretende llegar a un nivel de servicio óptimo en el proceso de distribución hasta llegar al consumidor final.

Antecedentes

El INFIL-UNI¹ surge como una iniciativa de La Universidad Nacional de Ingeniería por cumplir con su papel social de contribuir al desarrollo socio económico de Nicaragua, priorizando los sectores más desprotegidos. Siendo conocedor del potencial forestal de la RAAN, y las secuelas de los Huracanes en esta región, y los ingentes esfuerzos del Gobierno Central y Regional por aprovechar al máximo la madera disponible caída por los efectos del huracán Félix.

El Programa Institucional de la Madera se estableció a través del Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería, en uso de las facultades que le confiere la ley N° 89 “Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior” y el Estatuto de la Universidad, reformado el 23 de Octubre del año 2007. Este pertenece a la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual está adscrito a la Rectoría de ésta Universidad y las funciones de este Programa están definidas en el Manual de Funcionamiento de la misma. En donde se establece que funcionalmente está conformado por tres departamentos:

- **Departamento de Producción y Servicios:** Tendrá la responsabilidad de la planificación, ejecución, supervisión y control de los procesos productivos de industrialización de madera, en base a los requerimientos de servicio de los clientes, así como la elaboración de propuestas de precios y costos para las ofertas; operación, entrenamiento y mantenimiento en el uso de equipos y maquinarias industriales; y efectuar los reportes necesarios de sus actividades realizadas.

¹ Instituto Forestal e Industrial Latinoamericano

- ***Departamento de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico:*** Realizará todos los estudios, investigaciones y experimentaciones necesarias, para la determinación del desarrollo de nuevas y actuales de tecnologías en el uso y procesamiento de los productos forestales y de madera; publicará periódicamente una revista especializada sobre Tecnología de la Madera, estudio de casos y sistematización de proyectos monográficos o estudios básicos; y ejecutará las prácticas industriales necesarias para poner a prueba las innovaciones y transformaciones en el uso y procesamiento industrial de la madera.
- ***Departamento de Capacitación, Formación y Entrenamiento:*** Tendrá a su cargo las actividades académicas y prácticas en coordinación con los Departamentos de Producción e Investigación, para la formación de los estudiantes de las carreras de Técnico Medio y Superior, así como de los cursos de formación continua o especializaciones demandadas, en el procesamiento industrial de la madera.

La institución no tiene un sistema de inventario como tal en funcionamiento desde que arranco operaciones, simplemente se lleva un control tanto de materia prima como de producto terminado; razón por la cual surge la idea de realizar un diseño de un sistema de inventarios que se acople a las necesidades de dicha institución.

Capítulo I

Marco Teórico

1.1 Sistema de Inventarios

Un sistema de control de inventario es el mecanismo (proceso) a través del cual una empresa lleva la administración eficiente del movimiento y almacenamiento de las mercancías y del flujo de información y recursos que surge a partir de esto. En los modelos de inventarios lo que se debe calcular es: la cantidad a comprar, el número de veces en el periodo, la frecuencia de compra y los costos asociados a dicha política.

1.1.1 Inventarios

Según Krajewski (2008): La administración de inventarios es un proceso que requiere información sobre las demandas, las cantidades de inventarios disponibles y en proceso de pedido de todos los artículos que almacena la empresa en todas sus instalaciones y el momento y tamaño indicados de las cantidades de reorden.

Funciones del Inventario²:

1. Desarticular o separar varias partes del proceso de producción.
2. Separar a la empresa fluctuaciones en la demanda y proporcionar un inventario de bienes que ofrezca variedad a los clientes.
3. Aprovechar los descuentos por cantidad, debido a que compras en grandes cantidades disminuyen los costos.
4. Protegerse contra la inflación y el aumento de precios.

Tipos de inventario

- Inventario de materia prima.
- Inventario de productos terminados.
- Inventario de seguridad.
- Inventario en tránsito.

²Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004, Funciones del Inventario pág. 452.

1.1.2 Clasificación de los inventarios

El **análisis ABC**³ divide el inventario que se tiene en tres grupos según su volumen anual en dólares. El análisis ABC es una aplicación de lo que conocemos como principio de Pareto. Este principio establece que hay pocos artículos importantes y muchos triviales.

Las políticas que se basan en el análisis ABC incluyen:

1. Los recursos de compras que se dedican al desarrollo de proveedores deber ser mucho mayores para los artículos A que para los artículos C.
2. Los artículos A, a diferencia de los B y C, deben tener un control físico mucho más riguroso; quizá deban colocarse en áreas más seguras y tal vez la exactitud de los registros de los artículos A debe verificarse con más frecuencia.
3. El pronóstico de los artículos A merece más cuidado que el de otros.

1.2 Pronósticos⁴

Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el uso de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Puede ser una predicción subjetiva o intuitiva, o puede ser una combinación de ambos, es decir, un modelo matemático ajustado por el buen juicio del administrador.

Un pronóstico usualmente se clasifica por el *horizonte de tiempo futuro* que abarca y se califica tres categorías: Pronósticos a corto plazo, mediano plazo y largo plazo.

³Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004, Administración de Inventarios, página 453-454.

⁴Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004, Pronósticos, página 104.

1.2.1 Modelos causales y series de tiempo

Los modelos de series de tiempo predicen bajo la suposición de que el futuro es una función del pasado. En otras palabras, observan lo que ha ocurrido durante un periodo determinado de tiempo y usan una serie de datos históricos para hacer un pronóstico. Se encuentra comprendido por: *Promedios móviles, suavizamiento exponencial y ajuste de líneas*.

1.2.2 Errores de Pronóstico⁵

El término *error* se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad. En estadísticas, estos errores se conocen como *residuales*. Siempre y cuando el valor del pronóstico se encuentre dentro de los límites de confianza, como se verá más adelante en “Medición del error”, éste no es realmente un error. Pero el uso común se refiere a la diferencia como un error.

1.3 Costos pertinentes a la política de inventarios

Para determinar la política de inventarios son importantes tres clases generales de costos: Costos de adquisición o preparar pedido, costos de manejo de materiales, y costo por falta de existencias (por ventas pérdidas y/o por pedidos pendientes).

1.3.1 Costo de ordenar pedidos⁶

El costo de ordenar incluye costos de existencias, formas, procesamiento de órdenes y personal de apoyo, entre otros. También existen costos de ordenar al fabricante el producto; sin embargo, éstos son parte de lo que se conoce como costos de preparar. El costo de preparar es el que se refiere a establecer una máquina o un proceso para la máquina o un proceso para la manufactura de un producto. Este incluye el tiempo y la mano de obra para limpiar y cambiar herramientas y los contenedores.

⁵Richard B.Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano, Administración de operaciones 12 ed., McGraw-Hill, México 2009, Errores de pronósticos, página 480.

⁶Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004, Modelos de Inventario, página 456.

1.3.2 Costo de Mantener Inventario

Los Costos de mantener o llevar inventario son los que se asocian con guardar o “manejar” el inventario en el tiempo. Por lo tanto, los costos de mantener también incluyen obsolescencia y otros costos relacionados con el almacenaje, como seguros, personal adicional y pago de intereses.

1.3.3 Costo por falta de existencias⁷

Son costos por falta de existencias cuando se coloca un pedido pero este no puede surtirse desde el inventario al cual se encuentra asignado. Hay dos tipos de costos por falta de existencias: costo por pérdidas de ventas y costos por pedidos pendientes. Cada uno presupone ciertas acciones por parte del cliente y debido a su naturaleza intangible son difíciles de medir con precisión.

1.4 Modelos de Inventario

1.4.1 Modelo de Ciclo fijo

En un modelo de ciclo fijo no existe una actualización perpetua de los registros de inventario, en su lugar se hacen revisiones periódicas a intervalos fijos de tiempo. Cuando se hace una revisión (la cantidad que se tiene más la cantidad ordenada menos las faltantes), se compara con el máximo deseado y se hace un pedido por la diferencia.

1.4.2 Modelo de Punto fijo

La demanda se satisface a partir del inventario que se tiene. Si este no es adecuado, entonces la orden se satisface después o la venta se pierde. Cada vez que se hace un retiro, el balance del inventario se ajusta para mostrar continuamente el estado actual (sistema perpetuo) Cuando el inventario baja a un punto de reorden establecido, se coloca una orden de reabastecimiento. Como las órdenes de reabastecimiento son siempre por la misma cantidad, es por eso que a éste modelo se le conoce como Modelo de Punto Fijo de Reorden.

⁷Ballou, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministros. 5ta Ed. México: Pearson Education, 2004, Decisiones sobre políticas de inventarios, página 339.

1.4.3 Modelo para demanda dependiente

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)⁸

Es una técnica de demanda dependiente que usa las especificaciones o lista de materiales, inventario disponible, facturación esperada, tiempos de entrega y plan maestro de producción con la finalidad de determinar los requerimientos de materiales.

- **Plan maestro de producción:** Especifica el que debe hacerse y cuando. El programa debe estar acorde con el plan de producción. El plan de producción establece el nivel global de productos en términos generales.
- **Lista de materiales:** Es una lista de las cantidades, ingredientes, componentes y materiales necesarios para la elaboración de un producto.
- **Tiempo de entrega:** Consiste en la suma de los tiempos necesarios para mover, preparar y ensamblar o hacer una corrida para cada componente.
- **Inventario disponible:** Inventario actual sobre ingredientes, componentes y materiales del producto
- **Facturación esperada:** Ejecución de órdenes de compras.

⁸Heizer, Jay y Render, Barry. Principios de administración de operaciones, quinta edición. Pearson Education, 2004, Planeación de requerimientos de materiales (MRP) y ERP. Página 522

1.5 Metodología Aplicada

Para la elaboración de este trabajo de investigación se siguió un conjunto de pasos de manera estructurada con base a las técnicas aplicadas para llevarlo a cabo.

1) ***Analizar el proceso y desarrollo del inventario del Programa Institucional de la Madera***

Para analizar el proceso del inventario se consideró la familiarización con el estado físico del almacén y el clima organizacional; esto se llevó mediante observaciones directas y entrevistas realizadas a cada uno de los involucrados.

2) ***Realizar un estudio de costos ABC de las ventas promedio mensuales para el periodo de operación 2014-2015.***

Para adquirir la información del inventario de productos se hizo únicamente el uso del registro de órdenes de producción contenidas en requisas en físico. El objetivo final de este proceso es identificar las especies más representativas en cuanto a costo de adquisición. Los datos procesados para este fin, fueron los que reflejan la utilización mensual de madera por especie.

3) ***Elaboración del mapa de distribución de materia prima actual y propuesto***

Al identificar las especies más representativas en cuanto al costo de adquisición, se prosiguió a elaborar el mapa de distribución según la naturaleza de la utilización del inventario, con esto se pretende disminuir el factor *distancia recorrida-lugar de trabajo* de esta manera se reduce la carga de trabajo y la fatiga en los trabajadores al disminuir la distancia en la que se tendrá que mover la materia prima al área de trabajo.

4) *Determinar los costos incurridos en el control de inventario*

Se consultaron los datos en colaboración con el personal del programa y se decidió hacer el análisis de los costos del año 2015, por ser este el año donde se encuentra una cantidad representativa de datos necesarios para la determinación de los costos debido al comportamiento irregular de la utilización de materia prima. Además se obtuvo información pertinente mediante entrevistas aplicadas al personal que intervienen directamente en el proceso de control de inventario.

5) *Elaboración de pronósticos*

Tomando como base los históricos de consumo mensual de madera por especie se procedió a realizar los pronósticos, haciendo uso de las hojas de cálculo de *Microsoft Excel* y el software *Minitab 17* como herramientas de análisis.

6) *Aplicar el modelo de inventario más apropiado para el control de inventario de la empresa*

Teniendo como referencia las fuentes bibliográficas, se determinó el modelo que se adecua a las particularidades de utilización de las especies de madera en el programa; considerando las proyecciones de la demanda, los costos, el tiempo entre pedidos y los demás factores que tome en consideración el modelo. Así se procedió a realizar los cálculos correspondientes para cada artículo con el Modelo de inventarios con el que tenga una mayor compatibilidad (Ciclo Fijo o Punto Fijo).

7) *Elaboración de propuestas y recomendaciones para optimizar el inventario*

Para la elaboración de propuesta y recomendaciones éstas se fundamentan en los resultados obtenidos a partir de todos los análisis realizados anteriormente, información del programa, internet y documentación previamente mostrada.

Capítulo II

Diagnóstico Preliminar

2.1 Diagnóstico

El Programa Institucional de la Madera no cuenta con una estrategia de inventarios en concreto, se rige un control mediante un sistema de bases de datos y registros en Excel de entradas y salidas (requerimientos de producción) de materia prima en periodos de tiempo no determinados, en cuanto a los pronósticos se elaboran proyecciones estimadas en base a las necesidades institucionales que conforma un 75% de la demanda y un 25% para mobiliario individual⁹.

Los principales proveedores de madera para el programa son ALBA Forestal, Henry Cruz, Marvin Sánchez, Carlos López Pavón y el método de cálculo a seguir para determinar la cantidad a ordenar, está basado en el informe de cierre del ciclo anual de inventario y se realiza el proceso solamente una vez en el año (esto no significa que exista un número de pedidos limite en el año).

En lo que respecta a materia prima se manejan 8 especies de madera, de las cuales se maneja un inventario promedio de 30,101.87 pies tablares traducido en Córdoba bajo un monto de C\$ 245,293.77.¹⁰ Se conoce de primera mano que la actual infraestructura en donde se encuentra operando es provisional, en algún momento dado se realizara un traslado a la planta provista con mejores condiciones de trabajo.

Este es un programa de beneficio social que tiene como misión desarrollar capacidades técnicas en las Micro, Pequeña y Mediana Empresa, siendo una base tecnológica para prácticas productivas, pasantías y estudios monográficos para estudiantes de ingeniería. No produce para desarrollar un negocio y posicionamiento en el mercado, solamente responde ante una demanda institucional interna de la UNI o de los trabajadores de esta.¹¹

⁹ Fuente: Ing. Raúl González Director de PIMA

¹⁰ Informe Inventario de Cierre, emitido el 09 de Diciembre de 2015

¹¹ Documento creador de PIMA (Anexo N° 1)

2.2 Descripción de los Inventarios actuales

2.2.1 Localización física

La madera¹²¹³ es un material ortótropo compuesto por celulosa y polímeros como la lignina. Que pasa a través de un conjunto de procesos de refinación para ser utilizada como materia prima para la fabricación de diversas estructuras, debido a sus propiedades naturales que lo hacen un producto resistente y duradero.

No existe actualmente un área en específico dentro de las instalaciones destinadas a almacenaje de la madera, es decir, esta se acomoda en el lugar donde hay espacio disponible y no represente obstáculo para las funciones laborales; por lo tanto, existe materia prima que se queda a la intemperie.

A como se mencionó, el estado actual de la localización física es provisional, se tiene previsto realizar una reubicación de la madera en una instalación más adecuada.

2.2.2 Normas aplicadas

Ingreso y egreso de productos

Para evitar equivocaciones, robos o extravíos en el lugar donde se encuentra almacenada la materia prima existen hojas de control de entradas y salidas en Excel; el técnico productivo es quien llena la ficha, éste a su vez tiene responsabilidad sobre la concordancia que debe de existir entre el inventario físico y electrónico en los distintos periodos.

El regreso de materia prima se hace mediante requerimientos de utilización, luego se verifica que la materia prima este en buen estado y que sea la cantidad adecuada que se utilizara con respecto al pedido por el Técnico Productivo.

Se procura utilizar el criterio PEPS (Primera entrada, primera salida) porque así se asegura la debida rotación del inventario, ya que se trata de productos que son susceptibles a plagas y enfermedades.

¹²Zoila Herrera, Propiedades y Usos Potenciales de 100 Maderas Nicaragüenses 1ed, Editorial Hispamer, 1993.

¹³ Wikipedia, Madera, Consulta 14 de abril del 2016

Deterioro de materia prima¹⁴

No se lleva un control de pérdidas por plagas o enfermedades que puedan afectar a las distintas especies de madera. Debido a que la materia prima se almacena en los pasillos y a la intemperie, se tiene el cuidado de separar la madera nueva de la antigua.

La madera puede deteriorarse debido a los siguientes factores: Hongos, Curvatura, Fisuras, y Afectaciones por plagas.

En el caso de la afectación por hongos la manera de recuperar la madera es dándole tratamiento y procesándolo añadiéndole aditivos (masilla), para la curvatura se corrige mediante el cepillado, cuando hay fisura se corrige (se merma) y se aprovecha las partes sin defectos, cuando la madera es atacada por plagas esta se cura y se corrige con masilla y sellador.

Periodicidad de revisión de inventario físico

El conteo del inventario físico de la madera se realiza una vez en el año, actividad realizada por 2 personas (el Técnico productivo y un ayudante de carpintería), cuando se acerca el cierre de año.

Pedidos de los clientes

En el Programa existen tratos interinstitucionales que permiten la realización de un servicio acordando una forma de pago en donde no necesariamente exista movimiento de efectivo, es decir, los beneficios se perciben a través de madera o algo que se crea conveniente.

¹⁴ Entrevista al Téc. Germán Nájera, Encargado de Materia Prima (PIMA)

Inventario promedio por especie de madera

Según lo observado en Programa Institucional de la Madera para el año 2015 se encuentra trabajando con 8 especies de madera. Cada una de las especies se encuentra situada en las instalaciones y a la intemperie para el fácil manejo de estas cuando se requiera su utilización según los pedidos recepcionados.

Para hacer una adecuada descripción del inventario actual fue necesario calcular los inventarios promedios mensuales por especie durante el año 2015¹⁵ tomando en cuenta las existencias iniciales y finales en cada periodo.

$$\text{inventario promedio anual} = \frac{\text{inventario inicial} + \text{inventario final}}{2}$$

El total de inventario promedio por periodo fue de C\$ 245,293.77. A continuación se muestra la tabla con los datos correspondientes al inventario promedio por periodo en el año 2015.

Especie	Inv. Prom. PT	Precio C\$	Valor en C\$
Almendro	1740.17	20.52	35708.29
Cedro Macho	6455.09	6.95	44862.84
Guanacaste	3048.48	5.18	15791.13
Pino Caribbean	6206.50	4.75	29480.85
Pino Radiata	3092.25	4.75	14688.19
Níspero	3602.76	5.18	18,662.30
Teka	1982.08	36.02	71394.92
Nanciton	3974.55	3.70	14705.84
Total	30101.87		245,293.77

Fuente: Propia

¹⁵ Tomado como año de análisis para realizar este estudio.

Para determinar los precios de las especies de madera se hizo uso de la *Resolución administrativa No. DE 55-2015*¹⁶, “que establece los precios de referencia para la aplicación del pago único del derecho de aprovechamiento del recurso forestal”.

Cabe mencionar que estos precios se encuentran divididos por categoría para cada una de estas especies, siendo estas:

Especie	Categoría	Precio por C\$/m ³
Cedro macho	Categoría C	C\$ 2,947.87
Guanacaste	Categoría D	C\$ 2,197.12
Níspero	Categoría D	C\$ 2,197.12
Pino Caribbean	Categoría E	C\$ 2,013.82
Pino Radiata	Categoría E	C\$ 2,013.82
Nanciton	Categoría F	C\$ 1,569.58
Almendro	Categoría Especial 1	C\$ 8,703.03
Teka ¹⁷	Otras especies	C\$ 15,271.11

Consumo promedio mensual por especie

No se puede determinar un consumo promedio mensual porque la demanda de cada especie de madera tiene un comportamiento irregular a lo largo del año al ser una demanda totalmente dependiente, es decir, hay meses en el año en las que son utilizada y hay otros en donde su consumo es nulo, por lo tanto tratar de promediar un consumo mensual sería sesgar la información con la cual se está trabajando.

El consumo mensual durante el año 2015 corresponde a los requerimientos de madera expresados en las órdenes de producción las cuales hemos resumido en tablas¹⁸.

¹⁶ Precios de Referencia INAFOR 2015

¹⁷ En la industria nacional el Teka es una especie relativamente nueva por lo tanto no hay registro de precios de referencia nacional (información proporcionada por Dirección administrativa PIMA)

¹⁸ Ver Anexo N° 2

Clasificación ABC del Inventario

3.1 Clasificación de las especies según el modelo ABC

La clasificación ABC de las especies de madera se realizó usando como de base de cálculo el consumo de estas durante el período 2014-2015.¹⁹

La clasificación se aplicó en una sola fase en donde se utilizó el principio de Pareto 80-20 utilizando como referencia el precio por pie tablar²⁰ de cada especie para determinar la que genera los costos más representativos para el Programa Institucional de la madera y de esta manera proponer un ordenamiento óptimo en las instalaciones.

Clasificación ABC de inventarios en el periodo 2014-2015

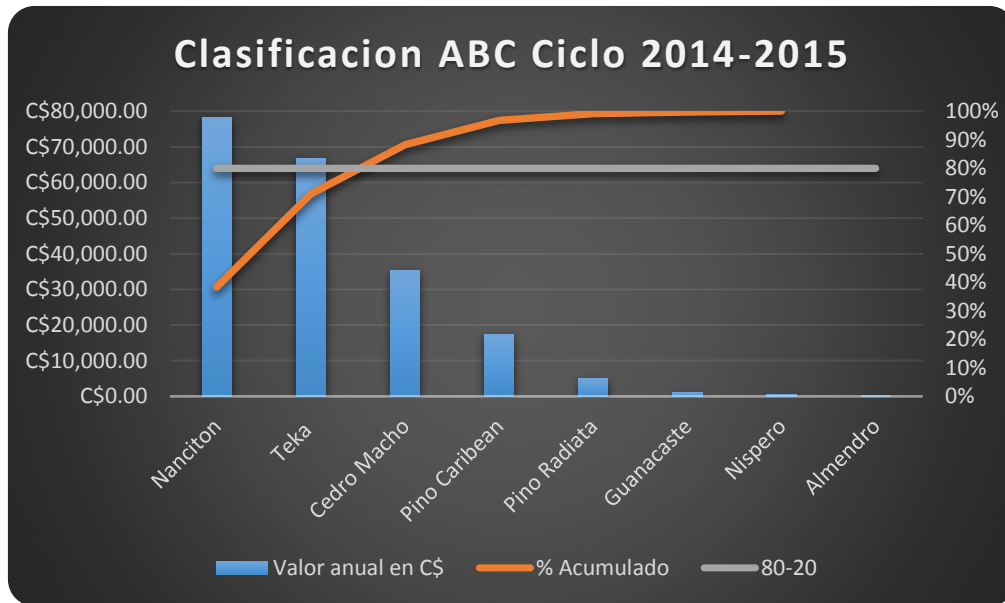
Artículo	Precio en C\$/PT	Cantidad en PT	Valor anual en C\$	% Total	% Acumulado	Clasificación ABC
Nanciton	3.70	21202.55	C\$78,449.44	38.32%	38%	A
Teka	36.02	1855.43	C\$66,826.58	32.64%	71%	
Cedro Macho	6.95	5089.6542	C\$35,373.10	17.28%	88%	B
Pino Caribbean	4.75	3669.51	C\$17,430.17	8.51%	97%	
Pino Radiata	4.75	1032.5	C\$4,904.38	2.40%	99%	
Guanacaste	5.18	200.103	C\$1,036.53	0.51%	100%	C
Nispero	5.18	106.5828	C\$552.10	0.27%	100%	
Almendro	20.52	6.66	C\$136.66	0.07%	100%	
Total			C\$204,708.95	100%		

Fuente: Propia

¹⁹ Anexo No.2: Consumo de madera por especie 2012-2015

²⁰ Unidad de medida para la madera aserrada

Representado gráficamente



Fuente: Propia

El Nanciton, el Cedro Macho y el Teka son especies contenidas en la clasificación A. Se encuentran dentro de la clasificación debido a su volumen en la rotación, esto es porque la misión del programa contempla generar alternativas de consumo trabajando maderas poco conocidas que al ser trabajadas generan la misma impresión en cuanto a acabado de especies como el Cedro Real y Caoba.

El Teka es una especie de importación cultivada en el país relativamente nueva lo que hace que su precio sea elevado significativamente con respecto a los demás, aunque su utilización es menor que el Nanciton y el Cedro Macho queda dentro de la clasificación A debido a su valor económico ya que representa un costo importante de utilización.

Las dos especies de pino trabajadas en el programa tienen un consumo estable que lo coloca en la clasificación B porque su consumo es moderado en la fabricación de muebles, esto debido a que el pino ha perdido su atractivo dentro de la fabricación de muebles y últimamente es más usado en el área de construcción.

El níspero y el almendro son maderas duras y generalmente no son demandadas en la construcción de muebles, el níspero es utilizado que para pisos de madera en terrazas, en nuestro país hay escases de níspero porque fue utilizado para exportación a Europa en años anteriores; el almendro se usa en molduras para escaleras y columnas estructurales, por lo tanto no se trabaja este tipo de estructuras y son estas las razones por la cual en la clasificación de los inventarios en el periodo tomado, el almendro y el níspero tienen poca participación.

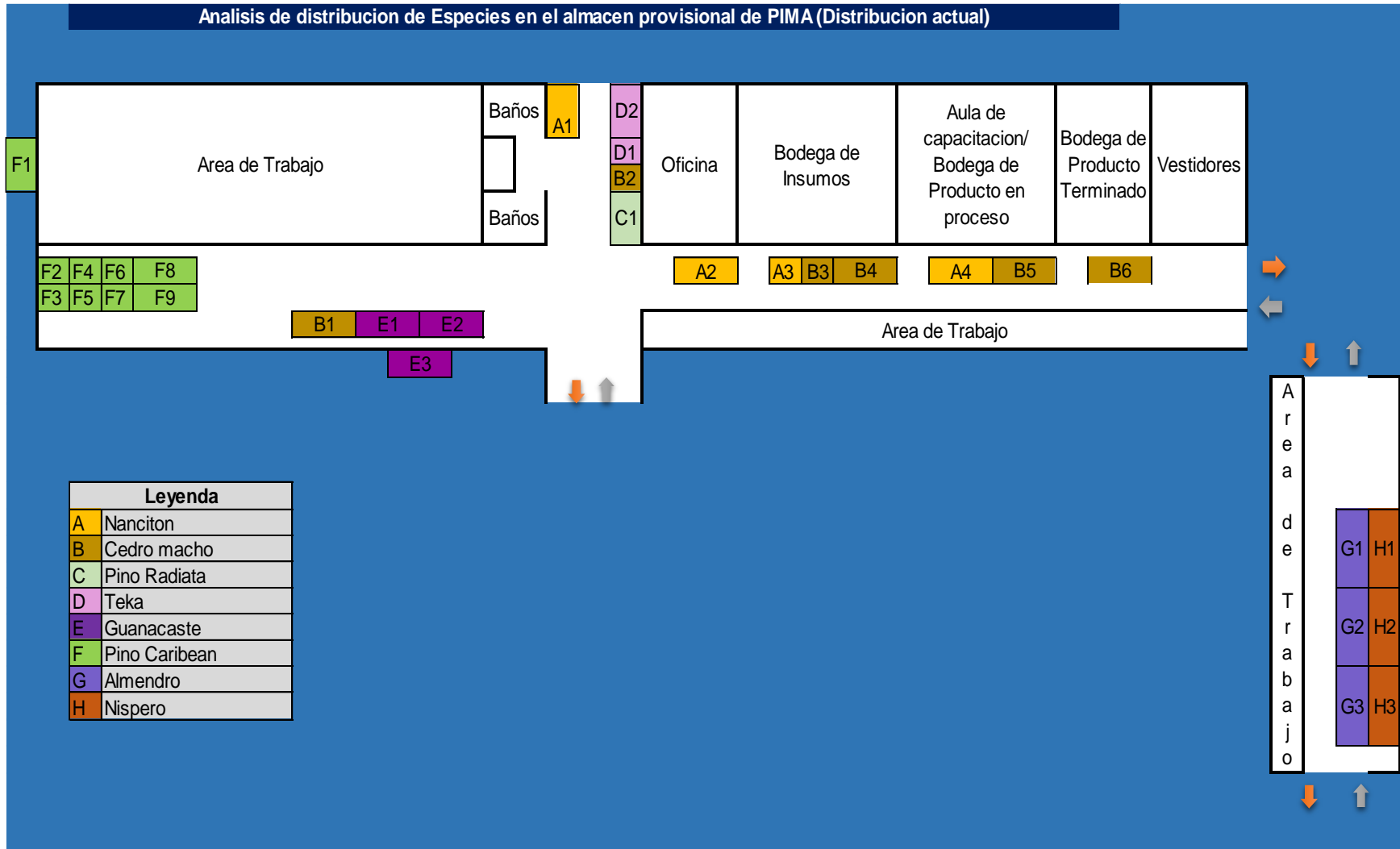
En el caso del Guanacaste es una madera que poco trabajada debido a que es una madera muy delicada de trabajar y por lo tanto no tiene un acabado atractivo.

Según lo mencionado anteriormente, las tres últimas especies mencionadas no generan ningún movimiento importante en cuanto a la rotación del inventario, por lo tanto se justifica su posición dentro de la clasificación C de los inventarios.

El principio de Pareto no se justifica ya que no se analiza con el nivel de ventas, sino con el nivel de consumo anual en córdobas de las diferentes especies a través de los requerimientos de producción, es por eso que tanto en la clase A como en la clase C existe la misma cantidad de especies y no se puede denotar las diferencias en donde no se puede representar en la clase A los pocos artículos cruciales y en la clase C los muchos y triviales.

3.2 Distribución de la materia prima según su grado de utilización.

3.2.1 Distribución actual de la materia prima

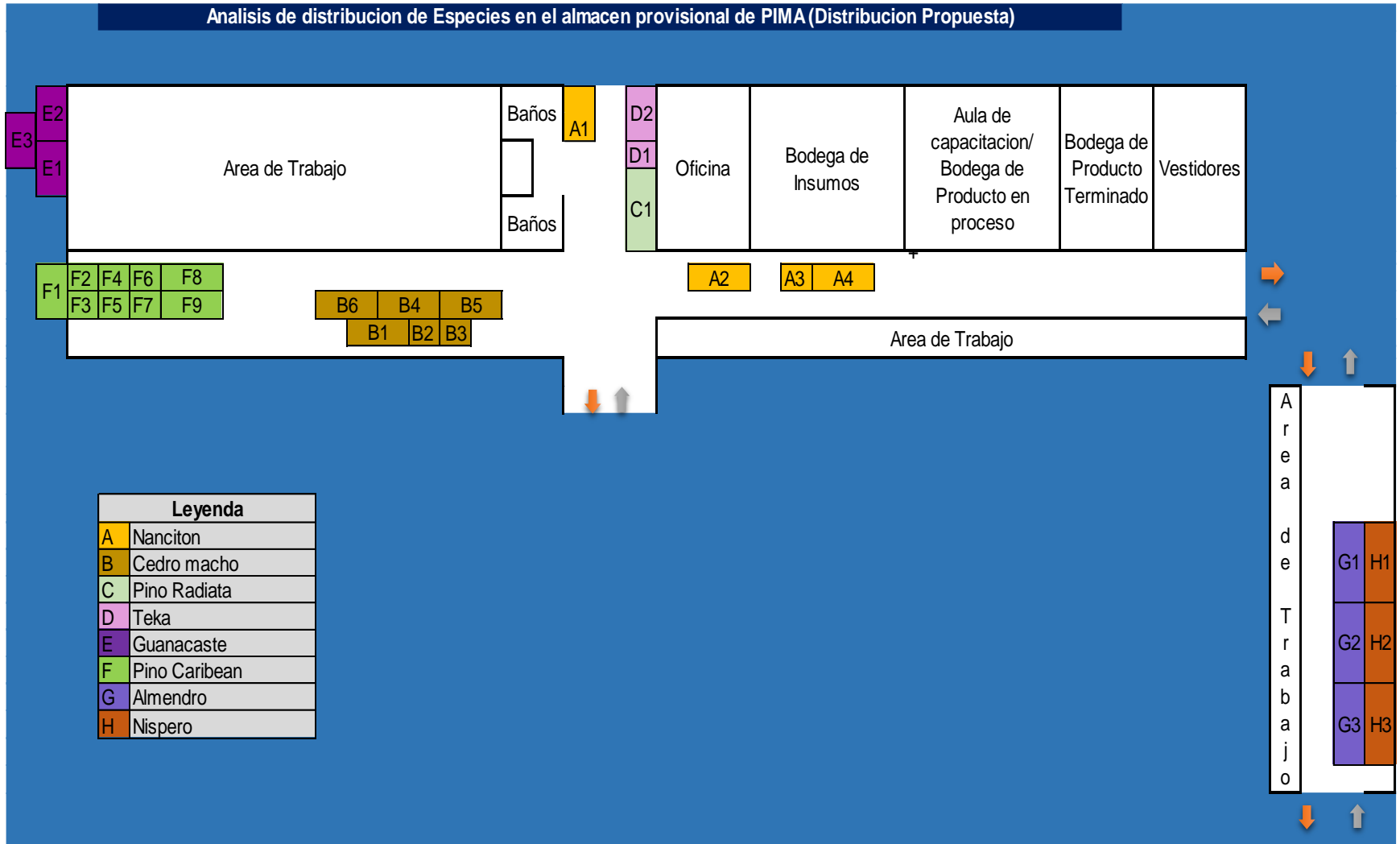


Actualmente la distribución de materia prima no se encuentra bien fundamentada puesto que no existe un punto fijo en donde se almacene la madera para su posterior trabajo. Se encuentra distribuida de tal manera que se maximice el aprovechamiento del espacio disponible en las instalaciones, donde los bultos de madera no representen un obstáculo para la movilización del personal y para no entorpecer sus funciones laborales. Por eso es fácil apreciar que hay ocasiones en las que hay materia prima que se encuentran a la intemperie o que bien no se encuentra agrupada según su especie.

El siguiente cuadro muestra la distancia que hay que recorrer desde el punto donde se encuentra la materia prima hasta donde se realiza la primera etapa del procesamiento de la madera, así como también, el tiempo en segundos que un operario se tarda en trasladarse hacia ese punto.

Especie	Distancia recorrida (metros)	Tiempo de recorrido (seg)
Nanciton	31.64	30.819
Cedro macho	40.485	36.624
Pino Radiata	17	18.833
Teka	20.23	20.541
Guanacaste	12.67	13.63
Pino Caribbean	6.83	11.961
Almendra	58.19	50.862
Níspero	58.19	50.862

3.2.2 Distribución propuesta de materia prima



Fuente: Propia

Los beneficios del reordenamiento de materia prima están enfocados al aprovechamiento de todos los recursos que estén disponibles para el programa, para esto se pretende ordenar la materia prima de tal manera que aquellas especies de madera más utilizada se encuentren más cerca del área de trabajo y aquellas que son poco utilizadas dejarlas más alejadas de tal manera que el aprovechamiento del espacio sea óptimo, esto contribuye a la disminución de la carga de trabajo al reducir la distancia a recorrer entre el lugar donde se encuentra la materia prima y el área de trabajo.

Lo mencionado anteriormente se evidencia en el mapa de distribución propuesto, el cual presenta una alternativa de cómo debería de estar ordenada la materia prima según sus especie y utilización, esto a través del análisis ABC que se realizó.

El siguiente cuadro muestra los posibles resultados que se lograrían si se aplicase esta propuesta de ordenamiento para las especies, que fue realizado contrastando los tiempos y distancias tomadas variando la posición de estas.

Especie	Distancia recorrida (metros)	Tiempo de recorrido (mts)	Distancia ahorrada	Tiempo ahorrado
Nanciton	29.82	27.753	6%	10%
Cedro macho	12.67	13.63	69%	76%
Pino Radiata	17	18.833	0%	0%
Teka	20.23	20.541	0%	0%
Pino Caribbean	6.83	11.961	0%	0%
Guanacaste	No significativo		-	-
Almendro	No significativo		-	-
Níspero	No significativo		-	-

Fuente: Propia

Las tres últimas especies no presentan variación debido a que su utilización es prácticamente nula. Los pinos y el teka conservaron la misma ubicación en la que se encontraban distribuidos porque ya se encuentran ubicados estratégicamente.

Capítulo IV

Costos Pertinentes al Inventario

4.1 Costo de preparación del pedido

A continuación se muestran los datos y los cálculos del costo de preparación de los pedidos de materia prima en el Programa Institucional de la Madera:

- Año de realización de los cálculos: 2015
- Proveedores: Alba Forestal, Henry Cruz, Marvin Sánchez entre otros.
- Se conoce de antemano que el proceso de elaborar un pedido se realiza una vez en el año.

Debido a la política del trabajo del programa que se rige a través del reglamento institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería, no permite especificar un número exacto de proveedores de materia prima (madera) por lo que se desconoce cuántos pedidos se realizan al año y a que proveedor.

4.1.1 Costo asociado a la preparación del pedido

El proceso de realización de los pedidos involucra al siguiente personal: el director del instituto, el sub-director y el técnico productivo.

Cargo	Salario Bruto (2015)
Director	C\$ 53400
Sub-director	C\$ 42720
2 Técnicos productivos	C\$ 13000

Según el código del trabajo nicaragüense, los beneficios sociales²¹ adicionales al salario bruto que el empleador está comprometido a pagar a sus empleados son los siguientes:

Costos para el empleador	% del ingreso Ordinario Bruto
Vacaciones	8.33 %
Aguinaldo-13er mes	8.33%
Indemnización por despido	8.33%
Seguro social año 2015	18%
INATEC (Instituto Tecnológico)	2.00 %
Total	44.99%

$$\text{Salario anual director} = ((1.4499 * 53400) + 250) * 12 = \text{C\$ } 932,095.92$$

$$\text{Salario anual sub – director} = ((1.4499 * 42700) + 250) * 12 = \text{C\$ } 745,928.76$$

$$\text{Salario Tecnicos productivos} = ((1.4499 * 13000) + 250) * 12 = \text{C\$ } 229,184.40$$

Considerando que los 4 invierten 240 minutos en promedio de su tiempo en la realización de cada pedido, el costo de preparar un pedido es:

$$\begin{aligned} \text{Costo por hora de trabajo director} &= \frac{(\text{C\$ } 932,095.92) * 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}}}{\left(12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}\right) * 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}} \\ &= 485.47 \text{ C\$/hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo por hora de trabajo sub – director} &= \frac{(\text{C\$ } 745,928.76) * 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}}}{\left(12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}\right) * 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}} \\ &= 388.50 \text{ C\$/hora} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo por hora de trabajo tecnicos productivos} &= \frac{(\text{C\$ } 229,184.40) * 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}}}{\left(12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}\right) * 20 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}} \\ &= 119.37 \text{ C\$/hora} \end{aligned}$$

²¹ Fuente: Código Laboral de Nicaragua

$$\text{Costo por pedido} = \frac{240 \frac{\text{minutos}}{\text{pedido}} * \text{C\$ } 993.34}{60 \text{ min/hora}} = 3973.36 \text{ C\$/pedido}$$

4.1.2 Costos de pedido asociado a proveedores extranjeros

No se realizan pedidos al extranjero, por lo tanto el valor correspondiente este costo es de C\$0.00

4.1.3 Depreciación de equipo de cómputo

Los equipos involucrados en la realización del pedido son: Computadoras de escritorio, estabilizadores, aire acondicionado y abanicos. Todos estos bienes ya dieron su correspondiente vida útil, por lo cual el costo en concepto de depreciación de equipos de cómputo es de C\$ 0.00.

4.1.4 Otros costos indirectos: papelería, energía (luz) y teléfono

Energía eléctrica

El consumo de energía eléctrica en concepto de uso de computadora es de 0.9 KWH, se utilizan 3 lámparas de 2 tubos cada una con un consumo total de 0.24 KWH, también se utiliza un aire acondicionado de 18000 BTU en la oficina que consume 1.31 KWH y dos abanicos que consumen un total de 0.56 KWH. El precio del KWH en el 2015 para el tipo de tarifa general mayor T-2Des de 5.06C\$/KWH²².

$$\begin{aligned} \text{Consumo energia por pedido} &= (3.01 \text{ KWH}) * 4 \frac{\text{hr}}{\text{pedido}} * 5.06 \frac{\text{C\$}}{\text{KWH}} \\ &= 60.92 \text{ C\$/pedido} \end{aligned}$$

²² Fuente: Resolución INE pliego tarifario abril 2015

Teléfono

El consumo de teléfono se determinó a partir de la tarifa 0.67 C\$/minuto²³, las llamadas realizadas son a nivel nacional y tienen una duración aproximada de 7 minutos/pedido.

$$\text{Costo de llamada por pedido: } \frac{7 \text{ min}}{\text{pedido}} * \frac{0.672 \text{ C\$}}{\text{minuto}} = 4.704 \text{ C\$/pedido}$$

Papelería

El costo de papelería incluye copias de las órdenes de pedido, impresión de las mismas, etc.

El costo de papelería fue estimado en 2.88 C\$/pedido.

Concepto	Costo unitario	Rendimiento	Costo por pagina	Uso	Subtotal
Tinta color negro para impresora	4000	4000	1	2	C\$ 2
Resma de papel	222	500	0.44	2	C\$ 0.88
Total de costo de papelería por pedido					C\$ 2.88

Recepción de los pedidos

La recepción de los pedidos es realizada por el Director del instituto, cuyo costo fue incluido en el costo de mantener.

²³ Fuente: Tarifa de Llamadas Local: TELCOR Ente Regulador

4.1.5 Calculo del costo del pedido

En resumen el costo de preparar un pedido es:

$$CP = 3973.35 \frac{C\$}{pedido} + \frac{60.92C\$}{pedido} + \frac{4.704C\$}{pedido} + \frac{2.88C\$}{pedido} = C\$ 4,041.85 C\$/pedido$$

Descripción	Costo general
Personal que realiza los pedidos	C\$ 3,973.35
Depreciación	C\$ 0.00
Costos indirectos (electricidad)	C\$60.92
Teléfono	C\$4.704
Papelería	C\$2.88
Total	C\$ 4,041.85

El total de C\$ 4,041.85 es un aproximado de un costo representativo para realizar un pedido debido a que por diversas circunstancias a lo largo de 3 años no se ha realizado ningún pedido de materia prima, por lo tanto para el periodo 2013-2015 el costo de este es C\$0.00.

4.2 Costo de almacenamiento del inventario

4.2.1 Inventario promedio anual

El valor total promedio del inventario de materia prima reportado por el *Técnico Productivo* fue de: C\$ 245,293.77 y calculado de la siguiente manera:

Especie	PT 2014	PT 2015	Inv. Prom.(PT)	Precio (C\$)	Valor (C\$)
Almendra	1740.17	1740.17	1740.17	20.52	35,708.29
Cedro Macho	7830.67	5079.5	6455.09	6.95	44,862.84
Guanacaste	3095.24	3001.72	3048.48	5.18	15,791.13
Pino Caribbean	7452.99	4960	6206.50	4.75	29,480.85
Pino Radiata	3608.5	2576	3092.25	4.75	14,688.19
Níspero	3602.76	3602.76	3602.76	5.18	18,662.30
Teka	2188.57	1775.58	1982.08	36.02	71,394.34
Nanciton	7949.1	0	3974.55	3.70	14,705.84
Total	37468	22735.73	30101.87		C\$245,293.77

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\text{Cierre de inventario 2014} + \text{cierre de inventario 2015}}{2}$$

4.2.2 Costo de capital

El costo de capital fue estimado en 4.32%, la tasa pasiva promedio del sistema bancario de nuestro país según el Banco Central.²⁴

²⁴ Informe monetario y financiero, Diciembre 2015. BCN

4.2.3 Depreciación del almacén

La materia prima se encuentra almacenada a la intemperie y en los pasillos de la institución por lo cual no se incurre en costos por depreciación de almacén. El valor de la depreciación sobre el inventario es del 0%.

4.2.4 Costo de seguro

La materia prima no se encuentra asegurada por lo que el valor del costo de seguro sobre el inventario es del 0%.

4.2.5 Nómina del almacén

La nómina del almacén de materia prima C\$ 116,092.2/año (incluyendo prestaciones). Por lo tanto el costo porcentual es de:

$$\text{Nomina del almacen: } \left(\frac{116,092.2}{245,293.77} \right) * 100 = 47.33 \text{ \%/año}$$

Cant.	Cargo	Salario Bruto (C\$)	Prestaciones (44.99%)	Viáticos (C\$)	Total mensual (C\$)	Total Anual (C\$)
1	Técnico productivo	6,500	2,924.35	250	9674.35	116,092.2

4.2.6 Revisión de inventarios físicos

Se elabora 1 solo inventario físico al año. El costo correspondiente era de 3875 C\$/inventario. El costo porcentual anual era de

$$\text{Revision de inventarios} = \left(\frac{C\$ 3,875}{245,293.77} \right) * 100 = 1.58\%$$

Las horas empleadas en el control físico de inventarios se realiza en 5 días de la semana acercándose los últimos días laborales. Los salarios involucrados en la revisión de inventarios físicos son los siguientes:

Cant.	Cargo	Salario bruto (C\$)
1	Técnico Productivo	6,500
2	Ayudante de carpintería	9,000
Total		15,500

Se emplea cinco días laborales en la realización del inventario físico. El costo por hora se calcula de la siguiente manera.

- Se divide el sueldo mensual por 20, para obtener el monto de sueldo diario.
- El resultado obtenido se multiplica por 5, determinándose así el valor del sueldo para la jornada ordinaria semanal.
- El resultado obtenido se divide por la cantidad de horas pactadas para la jornada ordinaria semanal.

$$\text{Costo por hora} = \frac{\text{salario mensual} \frac{\text{C\$}}{\text{mes}}}{20 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}} * \frac{5 \text{ dias}}{\text{sem}}$$

$$\text{Costo por hora} = \frac{15,500 \frac{\text{C\$}}{\text{mes}}}{20 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}}} * \frac{5 \text{ dias}}{\text{sem}} = 96.875 \text{ C\$/hora}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de realizar inventario: } & \frac{\text{C\$15500}}{\text{mes}} = \frac{96.875 \text{ C\$}}{\text{hora}} * 40 \text{ horas} \\ & = 3875 \text{ C\$/inventario} \end{aligned}$$

4.2.7 Costos por obsolescencia

Los costos por obsolescencia se consideraron depreciables puesto que la madera ya viene curada para combatir a los hongos y las plagas. En cuanto a fisuras y curvaturas encontradas en la madera no se lleva un control de gastos al ser estas correcciones menores, por lo tanto los costos por obsolescencia son C\$ 0.00.

4.2.8 Vigilancia

Actualmente no existen gastos en concepto de Vigilancia por lo que el costo anual de mantener vigilancia es de: C\$ 0.00

4.2.9 Control de temperatura

El control de la temperatura en el área de almacenaje de materia prima es depreciable ya que todo se encuentra almacenado a la intemperie, por lo tanto el costo anual de controlar la temperatura es de C\$0.00

4.2.10 Equipos de cómputo

Para efectos de mantenimiento y actualización de inventario es utilizada una computadora, la cual ya se encuentra depreciada. El consumo de energía de la computadora es de 0.3 KWH, para un costo de C\$2999.57, el porcentaje respecto al nivel de inventario es de:

$$\begin{aligned} \text{Consumo de energía anual} &= 0.3 \text{ KWH} * 8 \frac{\text{hrs}}{\text{dia}} * 247 \frac{\text{dias}}{\text{año}} * 5.06 \frac{\text{C\$}}{\text{KWH}} \\ &= 2999.57 \text{ C\$/año} \end{aligned}$$

$$\text{Así} = \left(\frac{2999.57}{245,293.77} \right) * 100 = 1.22 \%$$

4.2.11 Iluminación

En el Programa Institucional de la Madera solamente se trabaja de día y la materia prima se encuentra al aire libre, por lo que el área de almacenaje de materia prima no incurre en costos de iluminación. Esto indica que el costo anual de iluminación en el almacén de materia prima es de C\$ 0.00.

4.2.12 Papelería

La papelería utilizada para el control de la materia prima se estima en 0.20 % en el año 2015. A continuación se presentan los materiales utilizados en el área de almacén de materia prima.

No.	Descripción	Precio (C\$)	Cantidad anual (unid)	Total Costo anual (C\$)
1	Resma de papel	C\$ 222	50/500	C\$22.2
2	Engrapadora	C\$140.05	1	C\$140.05
3	Perforadora	C\$ 45	1	C\$45
4	Caja de Fastener	C\$ 32.33	1	C\$32.33
5	Cartucho de tinta	C\$1,000	50/4000	C\$12.5
6	Caja de folder	C\$ 220	1	C\$220
7	Lapiceros	C\$ 4.5	7	C\$ 31.5
Total				C\$503.58

$$\text{Porcentaje de papelería año 2015} = \left(\frac{503.58}{245,293.77} \right) * 100 = 0.20 \%$$

4.2.13 Cálculo del costo de mantener inventario

El costo total de mantener el inventario para el año 2015 fue de C\$ 134,067.04 que representa un 54,65% del valor del inventario promedio en córdobas.

Costo	Costo Anual	% del inventario actual
Costo de capital	C\$ 10,596.69	4.32%
Depreciación de almacén	C\$0.00	0%
Seguro	C\$0.00	0%
Nómina del almacén	C\$ 116,092.2	47.33%
Revisión de inventario físico	C\$ 3,875	1.58%
Obsolescencia	C\$ 0.00	0%
Vigilancia	C\$0.00	0%
Control de temperatura(depreciación y consumo energético)	C\$0.00	0%
Equipos de cómputo (depreciación y consumo energético)	C\$ 2,999.57	1.22%
Iluminación	C\$0.00	0%
Papelería	C\$ 503.58	0.20%
Total	C\$ 134,067.04	54.65%

4.3 Costo por faltante²⁵

En el programa no se incurre en costos por faltantes ya que siempre se hacen las entregas de los pedidos a tiempo, esto debido a que se cuenta con suficiente materia prima y los pedidos realizados con anterioridad nunca han superado las existencias en inventario

4.4 Calculo de los costos incurridos con el modelo actual de inventario

La información con la que se cuenta para efectos de costo es del año 2015, por tal razón ese será el año de estudio para la determinación del costo de la política actual de inventario. El costo total de inventario está dado por:

$$CTA = CM + CP + CF$$

CTA= Costo total anual

CM= Costo de mantener el inventario

CP= Costo de realizar un pedido

CF= Costo por faltante

A continuación se presenta el procedimiento utilizado para calcular el costo total anual para todas las especies en el inventario.

$$CTA \text{ por especie} = cm * inv \text{ prom anual} + (Num \text{ de pedidos} * Cto \text{ de pedir}) * \\ (Dem \text{ insatisfecha} * Costo \text{ por faltante})$$

Como se mencionaba, no hay costos por faltantes ya que siempre se hacen entregas de los pedidos a tiempo o se llegan a acuerdos de prórroga, de igual manera siempre se cuenta con materia prima para trabajar sobre los pedidos por lo que el costo por faltante es C\$ 0.00 y es un mismo costo de pedido independientemente de la cantidad de especies por la cual se generara un pedido.

²⁵ Fuente: Téc. Germán Nájera, Encargado de Materia Prima (PIMA)

$$Cm \text{ nanciton} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 3.70}{pt} \right) * (3974.55 pt) = C\$ 8,036.74$$

$$Cm \text{ teka} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 36.02}{pt} \right) * (1982.08 pt) = C\$ 39,017.11$$

$$Cm \text{ cedro macho} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 6.95}{pt} \right) * (6455.09 pt) = C\$ 24,517.56$$

$$Cm \text{ pino caribbean} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 4.75}{pt} \right) * (6206.50 pt) = C\$ 16,111.30$$

$$Cm \text{ pino radiata} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 4.75}{pt} \right) * (3092.25 pt) = C\$ 8,027.09$$

$$Cm \text{ guanacaste} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 5.18}{pt} \right) * (3048.48 pt) = C\$ 8,629.85$$

$$Cm \text{ nispero} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 4.99}{pt} \right) * (3602.26) = C\$ 10,198.95$$

$$Cm \text{ almendro} = \left(\frac{54.65}{100} * \frac{C\$ 20.52}{pt} \right) * (1740.17 pt) = C\$ 19,514.58$$

El costo total anual corresponde entonces a la sumatoria de los costos anuales de todas las especies:

Espece	CM	CP	CF
Nanciton	C\$8,036.74	C\$4,041.85	C\$0.00
Teka	C\$39,017.11		C\$0.00
Cedro Macho	C\$24,517.56		C\$0.00
Pino Caribbean	C\$16,112.97		C\$0.00
Pino Radiata	C\$8,027.09		C\$0.00
Guanacaste	C\$8,629.85		C\$0.00
Níspero	C\$10,198.95		C\$0.00
Almendro	C\$19,514.58		C\$0.00
Total	C\$134,054.85	C\$4,041.85	C\$0.00

Fuente: Propia

$$CTA = C\$134,054.85 + C\$4,041.85 + 0 = C\$138,096.7$$

El costo total anual representativo para todas las especies es de C\$ 138,096.7 Cabe mencionar que este no es el costo real ya que no se han hecho pedidos de materia prima desde hace 3 años debido a convenios que se tienen con las distintas instituciones con las que el programa trabaja, con las cuales se llega a un acuerdo y los pagos que hacen estas por los servicios brindados son con materia prima.

Al no haber costo por faltantes ni costo por realizar los pedidos, el costo total anual real al cual incurre solo incluye los costos anuales de mantener el inventario los cuales son:

Articulo	Costo de mantener por articulo
Nanciton	C\$8,036.74
Teka	C\$39,017.11
Cedro Macho	C\$24,517.56
Pino Caribbean	C\$16,112.97
Pino Radiata	C\$8,027.09
Guanacaste	C\$8,629.85
Nispero	C\$10,198.95
Almendro	C\$19,514.58
Total	C\$134,054.85

Fuente: Propia

Al no tomar en cuenta los costos de realizar pedido, se logra calcular el costo total anual real para cada una de las especies para el año 2015 con un monto de **C\$ 134,054.85**.

Pronósticos

5.1 Proyección del Consumo de Materia Prima

Para realizar los pronósticos de consumo de la materia prima primeramente se seleccionó bajo el criterio ABC las especies más representativas fueron: Cedro Macho, Nanciton, Teka, y Pino Caribbean.

Los criterios tomados en cuenta para realizar estos pronósticos fueron las requisas de consumo de madera por especie que llevan registros en físico²⁶ y fueron proporcionados por el Ing. Raúl González Director del Programa Institucional de la Madera.

Se pretende pronosticar el año 2015 para contrastar lo que se obtuvo con lo que realmente se utilizó y observar si existió diferencia y cuan amplia fue esta.

Se utilizaron diversos métodos para pronosticar así como también diversas herramientas para llegar a una proyección deseada y que es estuviese apegado a la realidad situacional del comportamiento del consumo de materia prima dentro del Programa.

5.1.1 Promedios Móviles

Gracias al comportamiento dependiente del consumo de materia prima no se pudo establecer un pronóstico utilizando este método debido que uno de los principales requisitos para utilizar promedios móviles es suponer que los datos a analizar tengan un comportamiento relativamente estable, premisa que los datos a estudiar no cumple, puesto que son completamente variables.

Así que todos aquellos métodos que impliquen promedios móviles como: suavizamiento exponencial y ajustes de tendencias quedan descartados porque no arrojan un dato que se acople al comportamiento estudiado.

²⁶ Véase Anexo N° 2: Consumo de madera por especie 2012-2015

5.1.2 Proyección de Tendencias

El uso de este método permitió el ajuste de los datos a una línea que permitiese pronosticar el comportamiento futuro de los mismos.

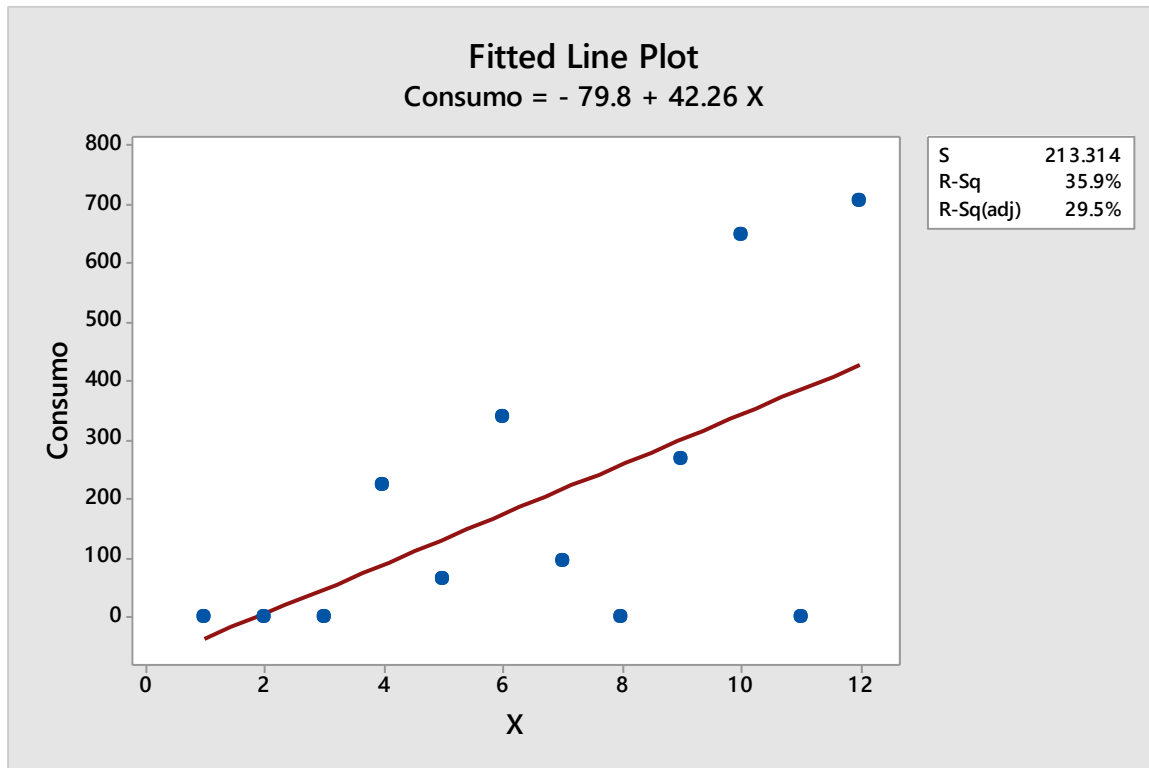
Para los ajustes de línea se tienen que tomar en cuenta el coeficiente de correlación para expresar el grado de solidez del método de pronóstico. Los rangos se presentan a continuación:

- Correlación perfecta: $r=1$
- Correlación excelente: $0.9 < r < 1$
- Correlación aceptable: $0.8 < r < 1$
- Correlación regular: $0.6 < r < 0.8$
- Correlación mínima: $0.3 < r < 0.6$
- No hay correlación: $r < 0.3$

Ajuste de línea: Recta ($Y=a+bx$)

Usando *Minitab 17* como herramienta de análisis de los datos a pronosticar y obtener la recta ajustada se obtuvo:

Cedro Macho

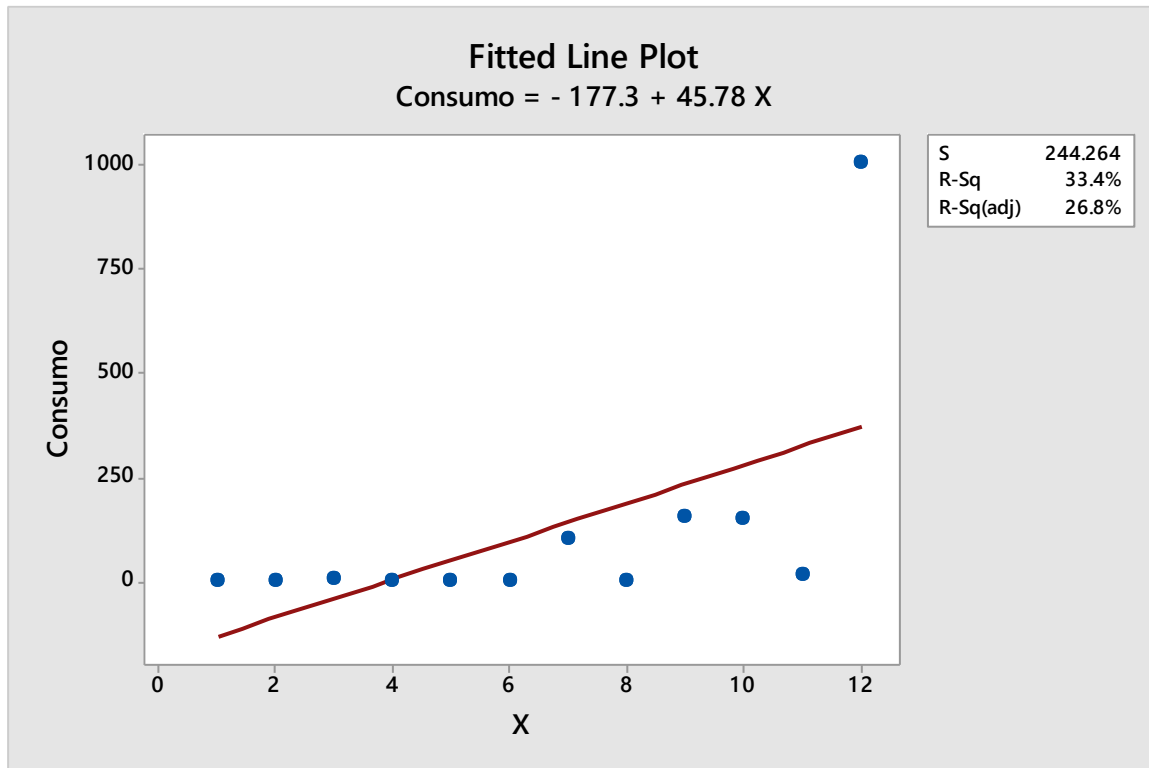


Fuente: Propia

Para el Cedro Macho se obtuvo un ajuste de línea $Y = -79.7976758 + 42.2571322X$, con un coeficiente de Determinación $R^2 = 0.3594$ y un coeficiente de Correlación $R = 0.5994$.

Por lo tanto el modelo no es significativo para dar una respuesta a los pronósticos del siguiente periodo debido a que la aproximación existente de los datos a logra alcanzar un 59.94 %.

Teka

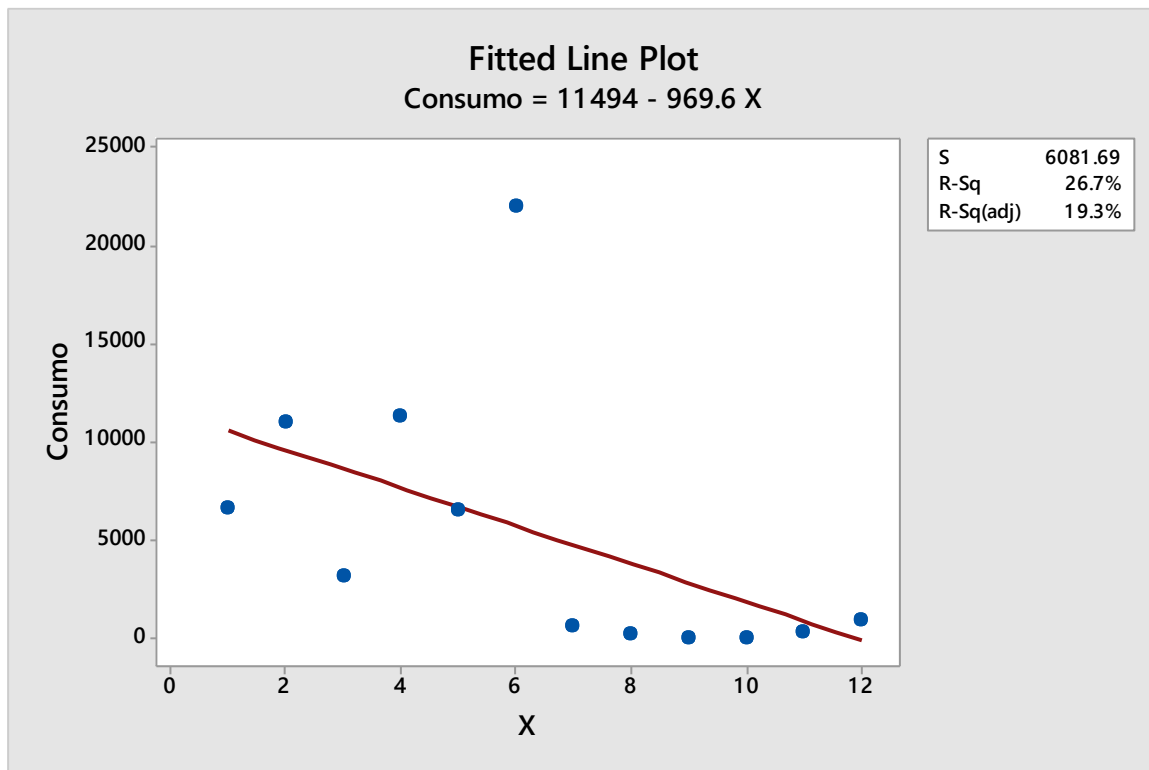


Fuente: Propia

Para el Teka se obtuvo un ajuste de línea $Y = -177.34758 + 45.7770629X$ con un coeficiente de Determinación $R^2 = 0.3343$ y un coeficiente de Correlación $R = 0.5782$.

De igual Manera la recta aproximada para realizar los pronósticos para el siguiente periodo no cumple porque la relación con los datos es del 57.82%, esto quiere decir que el modelo no es significativo para realizar un estudio de esta magnitud.

Pino Caribbean

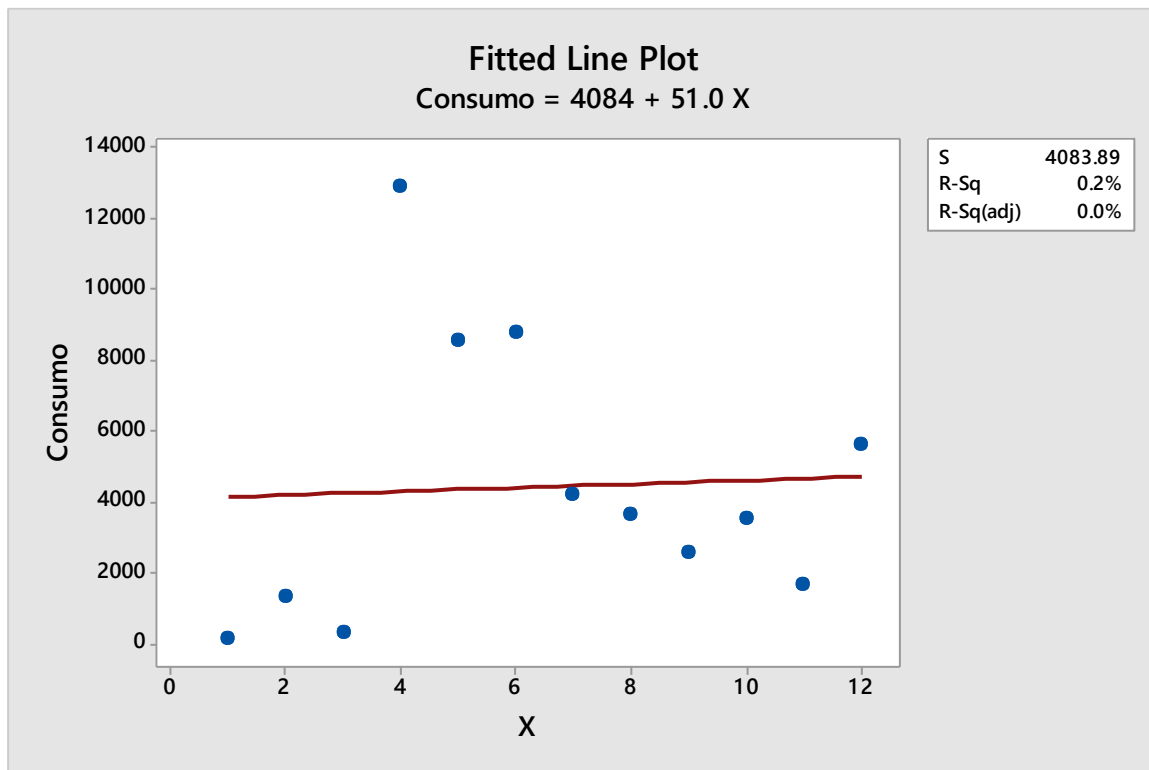


Fuente: Propia

Para el Pino Caribbean se obtuvo un ajuste de línea $Y = 11493.9694 + 969.568689X$ con un coeficiente de Determinación $R^2 = 0.2665$ y un coeficiente de Correlación $R = 0.5163$.

Concluyendo con los datos obtenidos, no es posible pronosticar un consumo futuro de Pino Caribbean debido a que el modelo no es significativo ya que relación existente entre los datos es del 51.63%.

Nanciton



Fuente: Propia

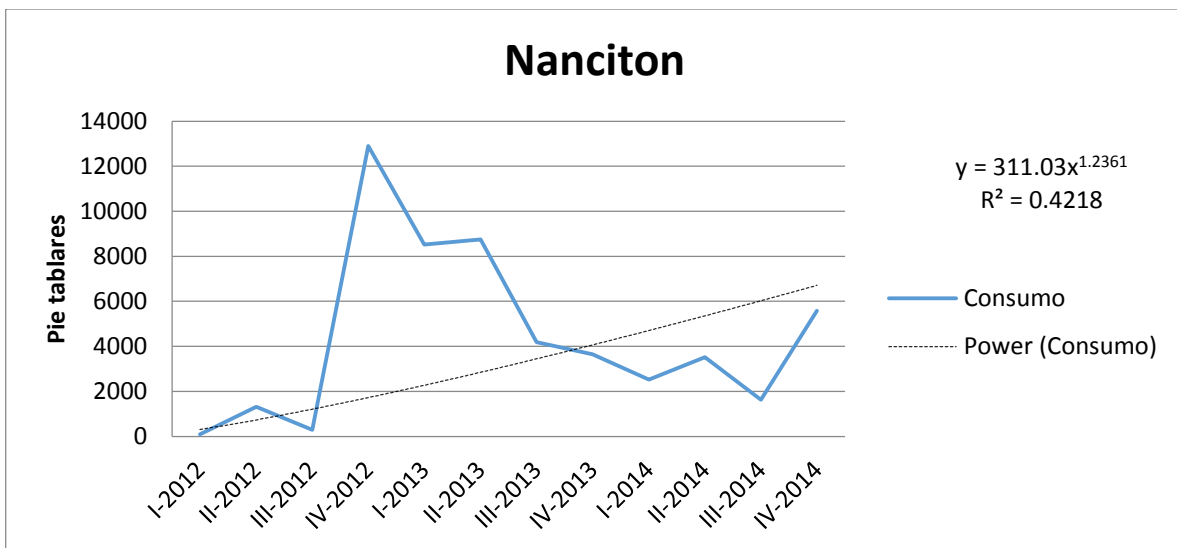
Para el Nanciton se obtuvo un ajuste de línea $Y = 4083.79024 + 50.9574774X$ con un coeficiente de Determinación $R^2 = 0.0022$ y un coeficiente de Correlación $R = 0.0471$.

Está de más mencionar que ajuste de Recta para el Nanciton no puede ser tomado en consideración debido a que el grado de relación entre los datos es del 4% aproximadamente por lo que al pronosticar con este modelo sería tomar un gran riesgo por un amplio grado de error que se estaría tomando.

Ajustes de Línea: Curva Potencial ($Y=ax^b$)

Para el caso de un ajuste de línea a una curva potencial solo fue posible utilizar este método para analizar los datos de consumo del *Nanciton* debido a que para el *Cedro Macho*, *Teka* y *Pino Caribbean* en sus historiales de consumo se contemplaban una gran cantidad de ceros.

Encontrándose entonces para Nanciton:



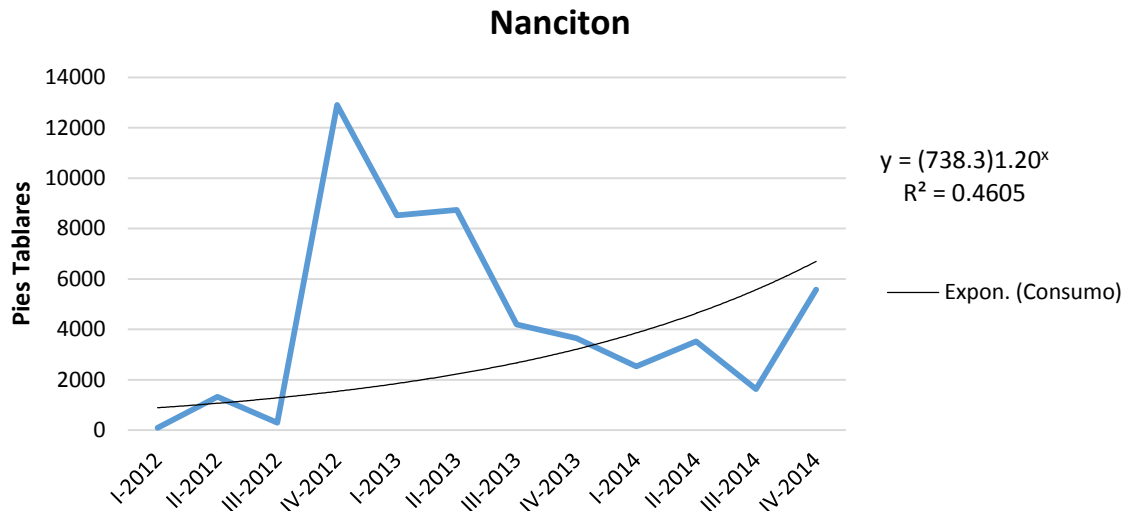
Fuente: Propia

El ajuste encontrado para el Nanciton corresponde a la ecuación $Y=311.03434X^{1.236102769}$ con un coeficiente de Determinación $R^2= 0.421$ y un coeficiente de Correlación $R= 0.6488$.

La relación existente entre los datos y el modelo proyección encontrado es de un 64.88% lo que nos dice que este ajuste es ligeramente significativo (regular) pero aún existe un amplio margen de error.

Ajuste de Línea: Curva Exponencial ($Y=ab^x$)

De igual manera para este tipo de ajuste se encontró que solamente podía ser aplicado para los datos de *Nanciton*, puesto que para las especies de *Cedro Macho*, *Teka* y *Pino Caribbean* tienen datos históricos de consumo igual a cero. Obteniéndose entonces para *Nanciton*:



Fuente: Propia

El ajuste encontrado para el *Nanciton* corresponde a la ecuación $Y=738.358(1.20171^X)$ con un coeficiente de Determinación $R^2= 0.4605$ y un coeficiente de Correlación $R= 0.6786$.

De igual manera que en el ajuste anterior al ser funciones similares la mejora de este modelo es pequeña y de igual manera los datos proyectados serían ligeramente significativos (regular) con una relación del 67.86%.

Realizar un pronóstico con los modelos obtenidos no puede ser posible debido a que ninguno de los métodos utilizados proporciona una aproximación significativa a nuestro año de estudio (2015), además que estos modelos toman la última tendencia de los datos de estudio para cada una de las especies de madera, es decir, si el último periodo del año tuvo un comportamiento ascendente los pronósticos para los próximos periodos también obedecen a ese mismo patrón.

Descomposición de Series de Tiempo

Al conocer que el comportamiento de consumo de la materia prima es completamente variable, realizar un modelo a través de este método permitirá pronosticar de manera más exacta un estimado del posible comportamiento de este consumo en un futuro próximo.

Una serie de tiempo se basa en una secuencia de datos puntuales separados a intervalos iguales (semanas, meses, trimestres). Los datos de series de tiempos para pronósticos implican que los valores futuros se predicen solamente a partir de los valores pasados, y que se pueden ignorar otras variables, sin importar qué tan potencialmente valiosas sean²⁷.

Este método queda descartado a aplicar a las especies de *Cedro Macho* y *Teka* puesto que para realizar este modelo se necesitan tener históricos de por lo menos de 3 años, tales que para estas dos especies carecen porque su utilización se implementó en el año 2014.

Los gráficos arrojados por el programa *Minitab 17* nos permiten estudiar y entender el comportamiento de los datos analizados exponiendo aquellos factores que participan o limitan el ajuste de los datos para un modelo pronóstico convencional. Dichos factores son:

- Detectar Outlier: se refiere a puntos de la serie que se escapan de lo normal. Un outlier es una observación de la serie que corresponde a un comportamiento anormal del fenómeno (sin incidencias futuras) o a un error de medición.

Se debe determinar desde fuera si un punto dado es outlier o no. Si se concluye que lo es, se debe omitir o reemplazar por otro valor antes de analizar la serie.

²⁷Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004, Pronósticos, página 107

- Detectar Tendencia: la tendencia representa el comportamiento predominante de la serie. Esta puede ser definida vagamente como el cambio de la media a lo largo de un periodo.
- Variación estacional: la variación estacional representa un movimiento periódico de la serie de tiempo. La duración de la unidad del periodo es generalmente menor que un año. Puede ser un trimestre, un mes o un día, etc. Las principales fuerzas que causan una variación estacional son las condiciones del tiempo.
- Variaciones irregulares (componente aleatoria): los movimientos irregulares (al azar) representan todos los tipos de movimientos de una serie de tiempo que no sea tendencia, variaciones estacionales y fluctuaciones cíclicas.

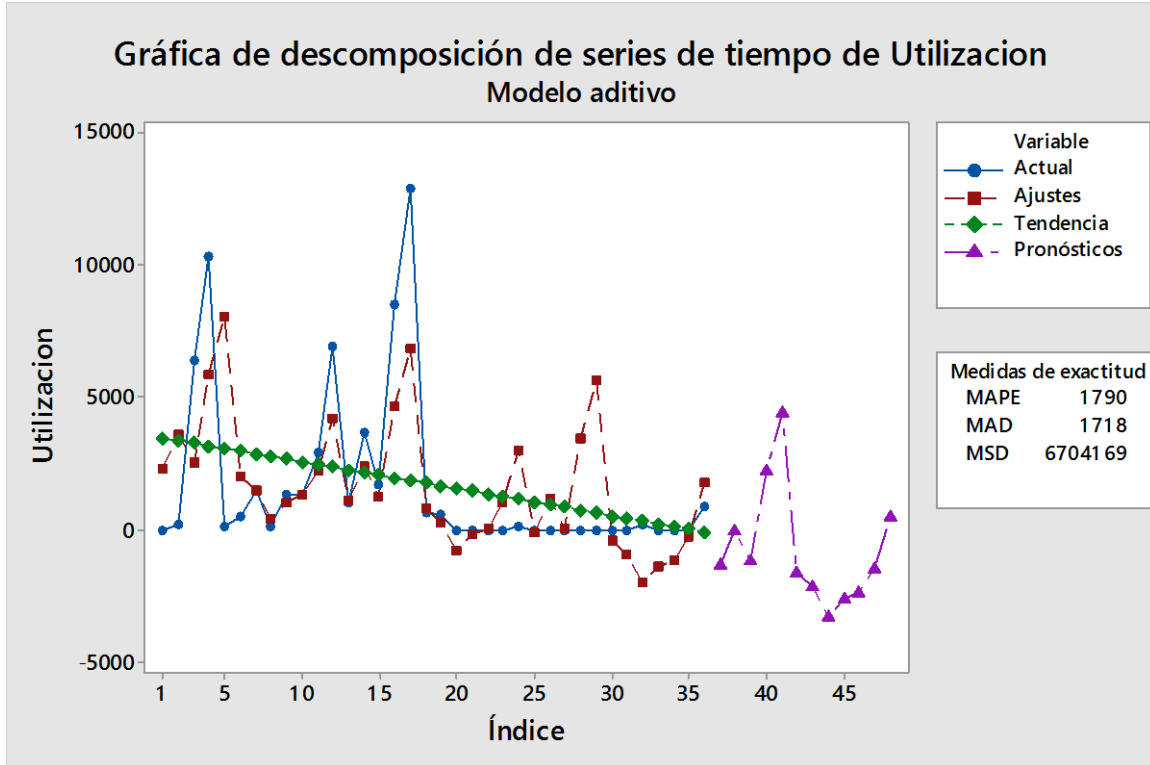
Los resultados para las otras dos especies se muestran a continuación:

Pino Caribbean

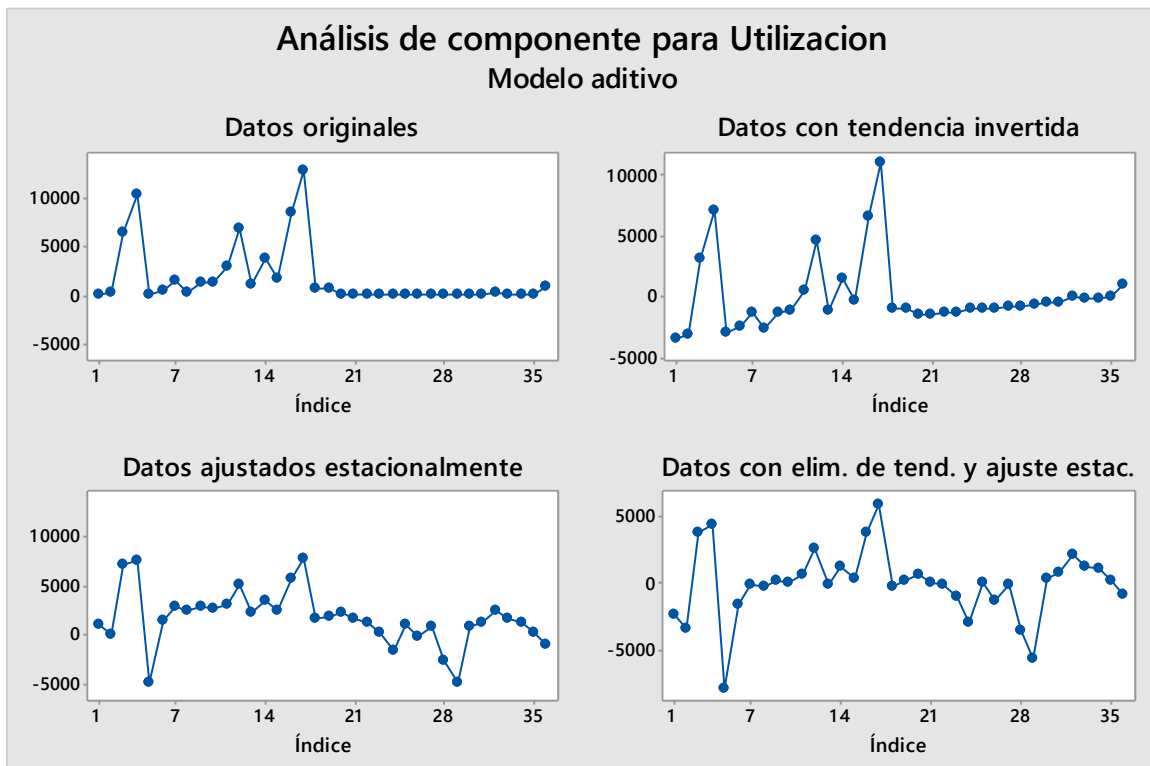
Haciendo uso de *Minitab 17* para realizar el análisis de descomposición de series de tiempo, los parámetros a resaltar para este modelo son: los datos de consumo analizados están ordenados en meses y están comprendidos entre enero del 2012 y diciembre del 2014, los pronósticos obtenidos corresponden al año 2015 el cual ha sido seleccionado como objeto de este estudio.

Se decide trabajar con el modelo aditivo porque la relación existente entre los datos y los pronósticos dados se encuentran aproximados y generan más confianza que los ajustados anteriormente porque el margen de error es menor.

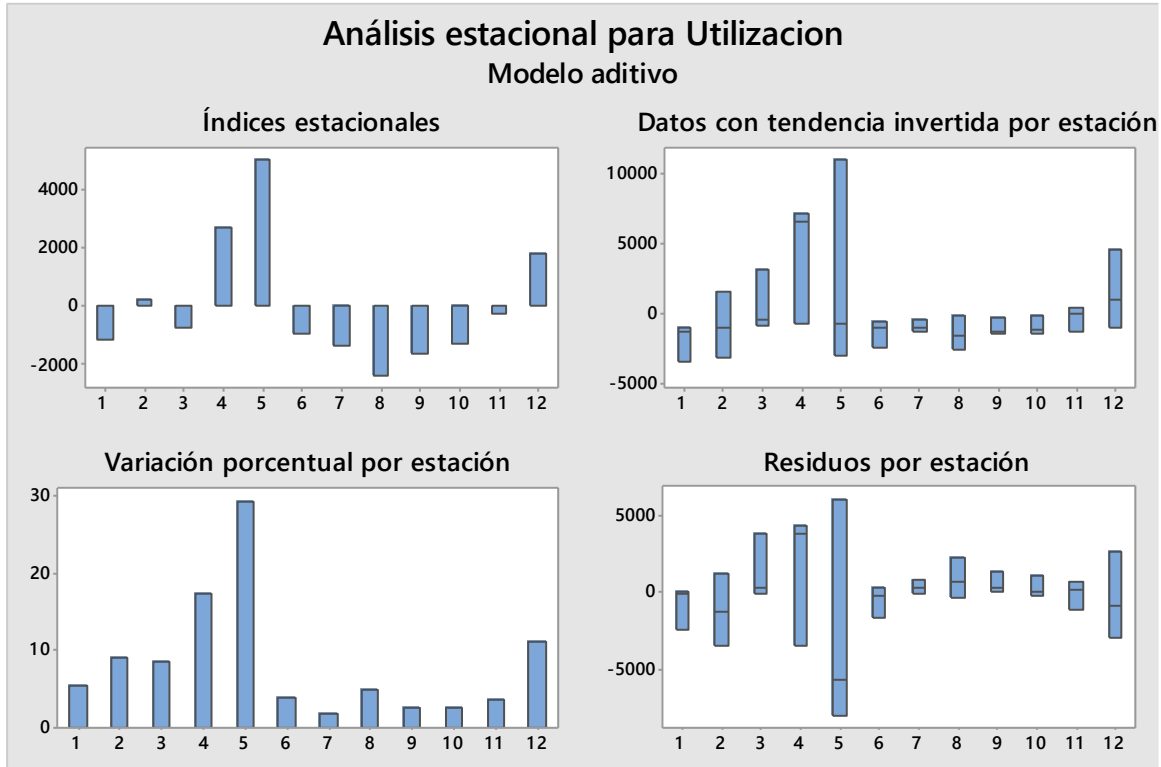
Sin embargo los resultados no se tomaran en cuenta para realizar el modelaje óptimo del inventario ya que los pronósticos generados datos muy sesgados. Los resultados se muestran a continuación:



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Descomposición de series de tiempo para Utilización de Pino Caribbean

Modelo aditivo

Datos Utilización
Longitud 36
Número de valores faltantes 0

Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 3599 - 101.0 \times t$$

Índices estacionales

Período	Índice
1	-1142.33
2	211.16
3	-763.74
4	2691.81
5	4949.59
6	-930.56
7	-1370.40
8	-2339.73
9	-1604.39
10	-1261.97
11	-249.91
12	1810.48

Pronósticos

Período	Pronóstico
37	-1279.65
38	-27.14
39	-1103.01
40	2251.58
41	4408.39
42	-1572.73
43	-2113.54
44	-3183.83
45	-2549.47
46	-2308.01
47	-1396.92
48	562.50

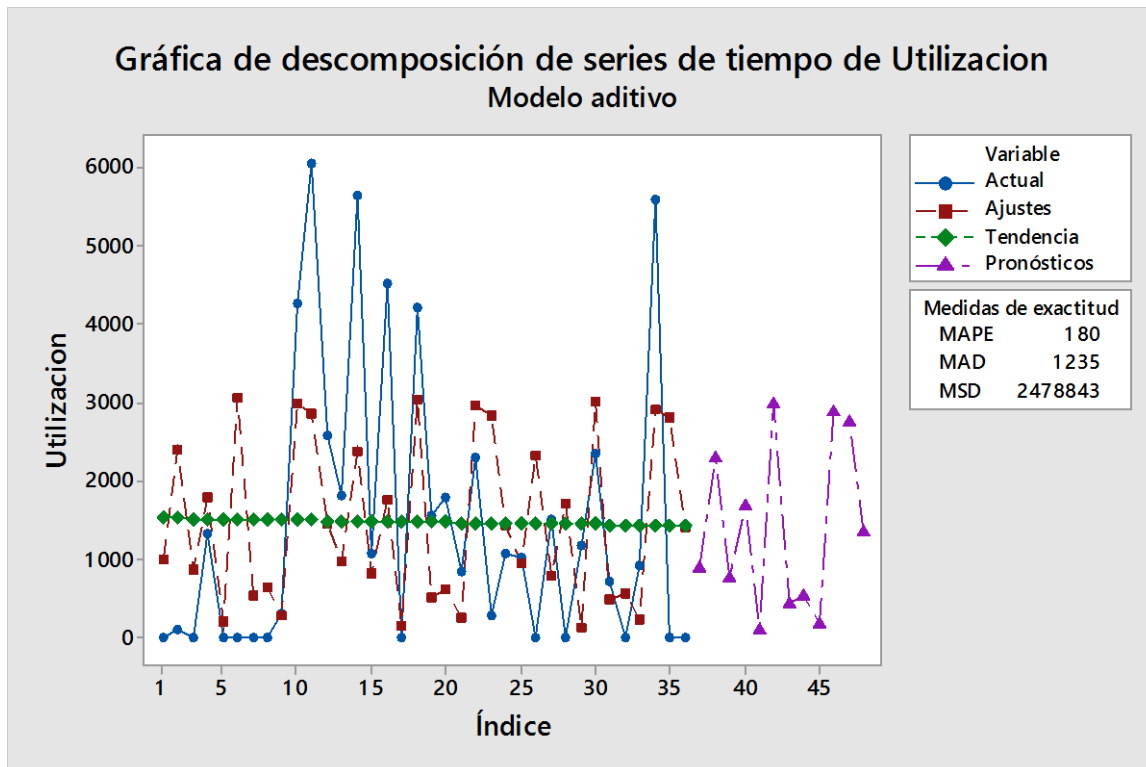
Medidas de exactitud

MAPE	1790
MAD	1718
MSD	6704169

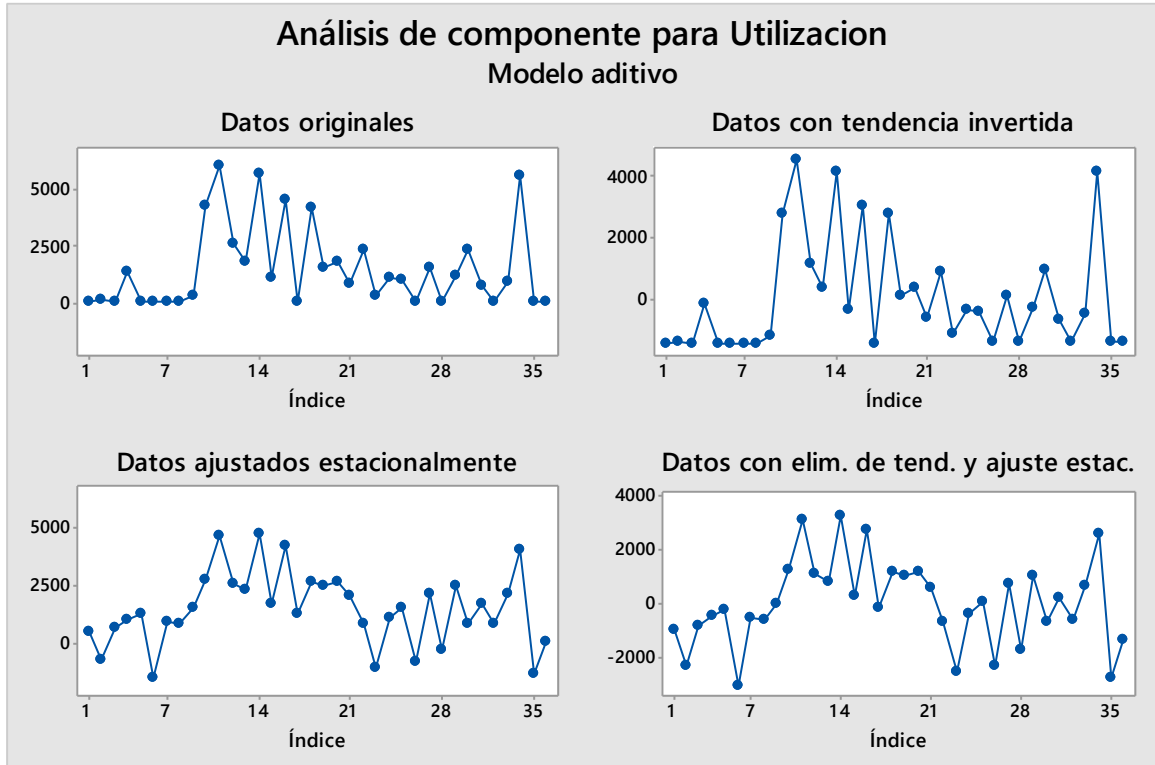
Nanciton

De igual manera se analizó el Nanciton y los parámetros a resaltar para este modelo son: los datos de consumo analizados están ordenados en meses y están comprendidos entre enero del 2012 y diciembre del 2014, los pronósticos obtenidos corresponden al año 2015 el cual ha sido seleccionado como objeto de este estudio.

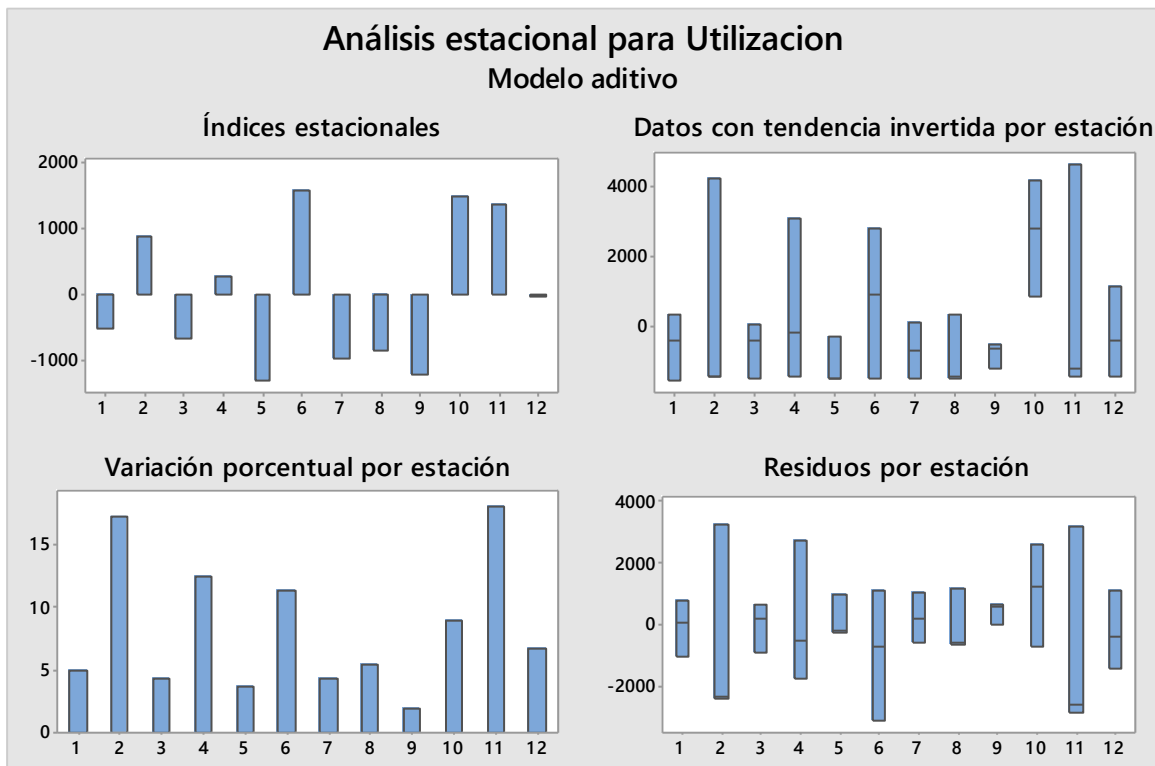
Se decide trabajar con el modelo aditivo puesto que los valores generados por el programa de análisis y en contraste con los métodos por ajustes de línea de tendencia, los resultados más significativos y con un margen de error menor.



Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: Propia

Descomposición de series de tiempo para Utilización

* NOTA * Los datos incluyen valores de cero para Yt; sólo se calculó MAPE para Yt distinto de cero.

Modelo aditivo

Datos	Utilización
Longitud	36
Número de valores faltantes	0

Ecuación de tendencia ajustada

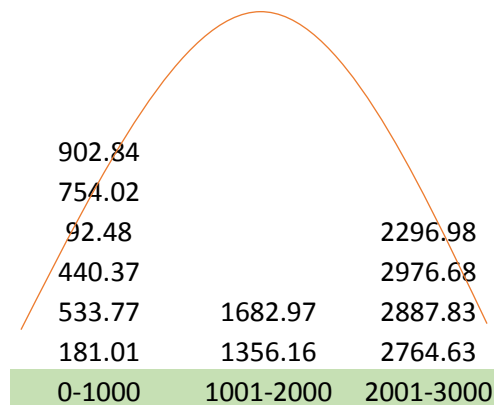
$$Y_t = 1522 - 2.7 \times t$$

Índices estacionales		Pronósticos		Medidas de exactitud	
Período	Índice	Período	Pronóstico	MAPE	180
1	-518.06	37	902.84	MAD	1235
2	878.82	38	2296.98	MSD	2478843
3	-661.40	39	754.02		
4	270.30	40	1682.97		
5	-1317.45	41	92.48		
6	1569.49	42	2976.68		
7	-964.07	43	440.37		
8	-867.93	44	533.77		
9	-1217.94	45	181.01		
10	1491.62	46	2887.83		
11	1371.17	47	2764.63		
12	-34.56	48	1356.16		

Aplicación del Modelo de Inventario

6.1 Modelo de inventario aplicado: Punto Fijo

El primer paso para trabajar los modelos de inventario es determinar la normalidad de los datos con los que se cuenta para de esta manera seleccionar la fórmula adecuada. A continuación se expresa el comportamiento de los datos.



A como se muestra en el diagrama los datos pronosticados para el año 2015 no siguen una distribución normal, por lo cual en las fórmulas para los modelos de inventario no se tomara en cuenta la desviación estándar de los datos.

Se evalúa el modelo de punto fijo de reorden para productos con demanda variable, es decir, la determinación de un punto en el cual se debe elaborar un pedido para un producto determinado, bajo las condiciones de que en el momento que un producto llegue a su punto de reorden se revisen los demás productos de modo que se conforme un solo pedido para varios productos.

En el caso del Programa Institucional de la Madera solamente se hace un pedido al año de todas las especies de ma que tienen en inventario y se tiene en cuenta que la probabilidad de faltante es del 0% ya que se cuenta con un sobre abasto de materia prima.

Se presentan los cálculos para el Nanciton ya que es la única especie que cumple los requisitos necesarios para hacer un análisis de un modelo óptimo de inventarios y excluyendo a las especies de las cuales no se tenía suficiente información o generaban sesgos muy elevados en el cálculo de los pronósticos, lo cual generar un dato poco fiable para un modelo óptimo de inventario. Los datos de demanda total anual, demanda máxima y demanda promedio se tomaron de los resultados de los pronósticos generados por el programa *Minitab 17* presentados anteriormente en la unidad de pronósticos.

D: 16,869.74

CP: C\$ 4,041.85

I: 54.65%

C: 3.70 C\$/PT

Cm: (3.70 C\$/PT)*(54.65%) =2.022 C\$/PT

Te: 3 meses

Demanda máxima: 2976.68 PT/Mes

Demanda promedio: 1405.81 PT/Mes

Así:

$$Q_o = \sqrt{\frac{2DCp}{Cm}} = \sqrt{\frac{(2)(16869.74)(4041.85)}{2.022}} = 8,212.37 \text{ pies tablares}$$

$$IS = (dmax - dprom) * Te = (2976.68 - 1405.81)(3) = 4712.61$$

$$Q_r = (dprom * te) + IS = (1405.81 * 3) + 4712.61 = 8930.04$$

De este modo cuando el nivel de inventario sea menor o igual a 8939.04 PT manteniendo un inventario de seguridad de 4712.61, se deberá hacer un pedido de 8212.37 PT de Nanciton.

6.2 Calculo de costos incurridos en el modelo propuesto Punto Fijo

Para calcular los costos en los que se incurrirá según este modelo debemos tomar en cuenta el costo de mantener el inventario de seguridad y los costos por faltantes son de cero por que se cuenta con un nivel de servicio del 100%, por lo que la fórmula utilizada es la siguiente:

$$CTA = CM + CP + CMIS + CF$$

Donde:

CTA: Costo total anual

CM: Costo de mantener

CP: Costo de hacer un pedido

CMIS: Costo de mantener el inventario de seguridad

CF: Costo faltante

$$CTA = \frac{Q_o}{2} * cm + \frac{D}{Q_o} * cp + Is * cm + 0$$

Calculo del costo total anual para el Nanciton

$$CTA = \left(\frac{8212.37 PT}{2} * \frac{54.65\% * 3.70 \frac{C\$}{PT}}{100} \right) + \left(\frac{16869.74 PT}{8213.13 PT} * C\$4041.85 \right)$$

$$+ 4712.61 * \frac{54.65\%}{100} * 3.70 \frac{C\$}{PT} + 0$$

$$CTA = C\$ 26,133.99$$

6.3 Modelo de inventario aplicado: Ciclo Fijo

A continuación se evalúa el modelo de Ciclo Fijo de revisión para demanda variable es decir, la determinación de un periodo en el cual se deben revisar los inventario para un producto determinado, bajo las condiciones de que cuando llegue el tiempo de revisión del inventario se haga un pedido con el cual se logre alcanzar el inventario objetivo.

Al igual que en el modelo de punto fijo de reorden se muestran los cálculos para el Nanciton²⁸ ya que es la única especie que cumple los requisitos necesarios para hacer un análisis de un modelo óptimo de inventarios y se excluyendo a las especies de las cuales no se tenía suficiente información o generaban sesgos muy elevados en el cálculo de los pronósticos, lo cual generar un dato fiable para un modelo óptimo de inventario. Los datos de demanda total anual, demanda máxima y demanda promedio se tomaron de los resultados de los pronósticos generados por el programa *Minitab 17* presentados anteriormente en la unidad de pronósticos.

D: 16,869.74

$Q_o = 8212.37$ Pies Tablares

CP: C\$ 4041.85

I: 54.65%

C: 3.70 C\$/PT

$C_m = (3.70 \text{ C}/\text{PT}) * (54.65\%) = 2.022 \text{ C}/\text{PT}$

T_e : 3 meses

Demanda máxima: 2976.68 PT/Mes

Demanda promedio: 1405.81 PT/Mes

$$T = Q_o / D$$

$$I_o = I_s + (d_{prom} * T_e) + (d_{prom} * T) = I_s + d_{prom}(T_e + T)$$

$$I_s = (d_{max} - d_{prom})_{T_e + T}$$

²⁸ Véase Anexo N° 3: Comportamiento de la demanda por especie

$$T = \frac{8212.37}{16869.74} = 0.49 \text{ años} = 5.88 \text{ meses}$$

$$I_{s_{Te+T}} = (2976.68 - 1405.81) * (3 + 5.88) = 13949.33$$

$$I_o = 13949.33 + (1405.81)(8.88) = 26432.92 \text{ PT}$$

De esta manera se logra concluir que cada 5.88 meses (5 meses con 26 días) se debe revisar el inventario, manteniendo un inventario de seguridad de 13949.33 PT de Nanciton hay que pedir la diferencia entre las existencias y el inventario objetivo. El inventario objetivo tendrá un monto de 26432.92 PT.

6.4 Calculo de costos incurridos en el modelo propuesto Ciclo Fijo

Para calcular los costos en este modelo debemos tomar en cuenta el costo de mantener el inventario de seguridad y los costos por faltantes son de cero porque se está considerando un nivel de servicio del 100%, por lo que la fórmula utilizada es la siguiente:

$$CTA = CM + CP + CMIS + CF$$

Donde:

CTA: Costo total anual

CM: Costo de mantener

CP: Costo de hacer un pedido

CMIS: Costo de mantener el inventario de seguridad

CF: Costo faltante

$$CTA = \left(\frac{d_{prom} * T}{2} \right) (Cm) + \left(\frac{D}{d_{prom} * T} \right) (Cp) + (I_s)(Cm) + 0$$

$$CTA = \left(\frac{1405.81 * 5.88}{2} \right) (2.022) + \left(\frac{16869.74}{1405.81 * 5.88} \right) (4041.85) + (13949.33)(2.022) + 0$$

$$CTA = C\$ 44,811.32$$

6.5 Resultados

6.5.1 Análisis comparativo entre el modelo actual y los modelos propuestos de control de inventario.

Tomando en cuenta solamente la especie Nanciton el costo total con el modelo actual aplicado para el año 2015 fue de C\$12,079.44 mientras que con el modelo propuesto punto fijo es de C\$ 26,133.99 aumentando los costos en un 116.35% aproximadamente, además los costos para el modelo del ciclo fijo fueron estimados por una cantidad de C\$44,811.32 aumentando los costos en un 270.97% por lo que no resultan idóneos para su aplicación.

A continuación se muestra el cuadro comparativo de los costos totales clasificados por tipo de modelo:

Costos de los modelos de inventario para la especie Nanciton.					
Modelo	Costo de Mantener CM (C\$)	Costo de realizar un pedido CP (C\$)	Costo de mantener el inventario de seguridad CMIS	Costo por faltante CF	Total
Modelo Propuesto año 2015 (Punto Fijo)	8,302.91	8301.94	9529.13	0	26,133.99
Modelo Propuesto año 2015 (Ciclo Fijo)	8357.09	8248.68	28205.55	0	44,811.32
Modelo actual año 2015	8036.74	4041.85	0	0	12,078.59

Fuente: Propia

En los modelos evaluados para el control de inventario, en lo que respecta al Nanciton²⁹, la mejor decisión es seguir utilizando el método de control de inventarios con el cual se ha estado trabajando hasta el momento, ya que los costos totales son muchos menores con el método actual que con los otros 2 métodos implementados. Considerando que el método actual puede nombrarse como un método subjetivo ya que se encuentra basado en la experiencia del personal del Programa Institucional de la Madera.

²⁹ Especie con la cual se contaba datos suficientes para evaluar los modelos de inventario.

Plan de Requerimiento de Materiales

7.1 Aplicación de la Herramienta

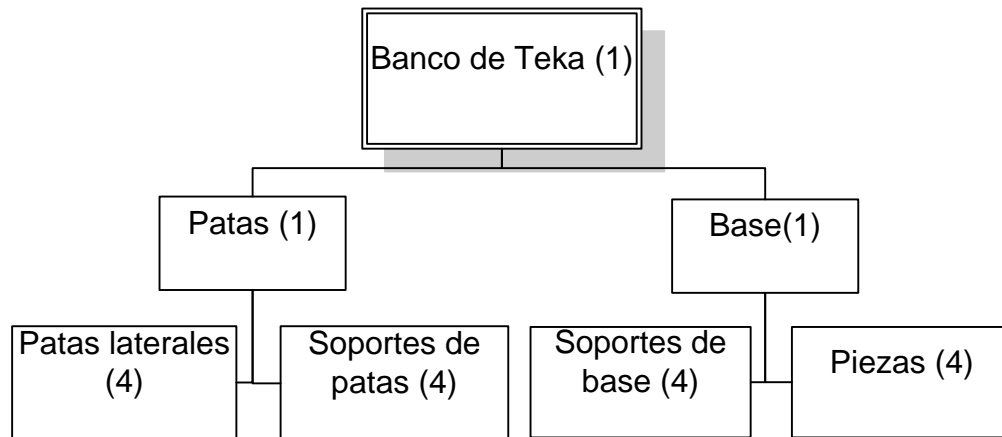
Según lo recopilado y analizado por medio de datos de órdenes de producción, pedidos anuales y pronósticos de demanda realizados, podemos definir que su demanda es dependiente, ya que su objetivo como programa es la asistencia técnica a Micro, Pequeña y Mediana empresa; los pedidos de productos relacionados con madera son conforme convenios institucionales.

Debido a que no existe un modelo de inventarios que se acople a la naturaleza de demanda de utilización de materia prima, se decidió utilizar el Plan de requerimiento de Materiales como herramienta de manejo a cuatro artículos de mayor rotación en pedidos por encargo. Los cuales son: banco de Teka, mesa de radiata, puerta de cedro macho y silla de Nanciton. Estos cuatro ítems son solicitados durante el año en pedidos eventuales con las cantidades de una unidad en el caso del banco, mesa y puerta mientras que en el caso de la silla son pedidos de entre 30 y 50 unidades.

Por el tipo de comportamiento de la demanda, se deberá realizar para cada pedido de producto terminado el cálculo del plan de requerimiento de materiales. Se presentan ejemplos de los cálculos correspondientes. Cabe mencionar que en todos los cálculos no se cuenta con inventario de seguridad, existencia y entrega programada debido a que se trabaja solamente por encargo.

7.1.1 Banco de Teka

La estructura es:



Fuente: Propia

Se utilizó para el cálculo correspondiente para el Banco de Teka un pedido solicitando una unidad, con los siguientes datos:

:

Elemento	Tiempo de Entrega
Banco de Teka	12 horas
Patas	6 horas
Patas laterales	4 horas
Soporte patas	2 horas
Base	6 horas
Soporte laterales	2 horas
Piezas base	1 hora

Banco de Teka (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Necesidad bruta																									1	
Entrada programada																										
Saldo disponible																										
Necesidad actual																										1
Producción planificada												1														
Pedido planificado												1														
Patatas (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Necesidad bruta												1														
Entrada programada																										
Saldo disponible																										
Necesidad actual												1														
Producción planificada						1																				
Pedido planificado						1																				
Patatas laterales (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Necesidad bruta						4																				
Entrada programada																										
Saldo disponible																										
Necesidad actual						4																				
Producción planificada		4																								
Pedido planificado		4																								
Soporte patatas (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Necesidad bruta						4																				
Entrada programada																										
Saldo disponible																										
Necesidad actual						4																				
Producción planificada				4																						
Pedido planificado				4																						

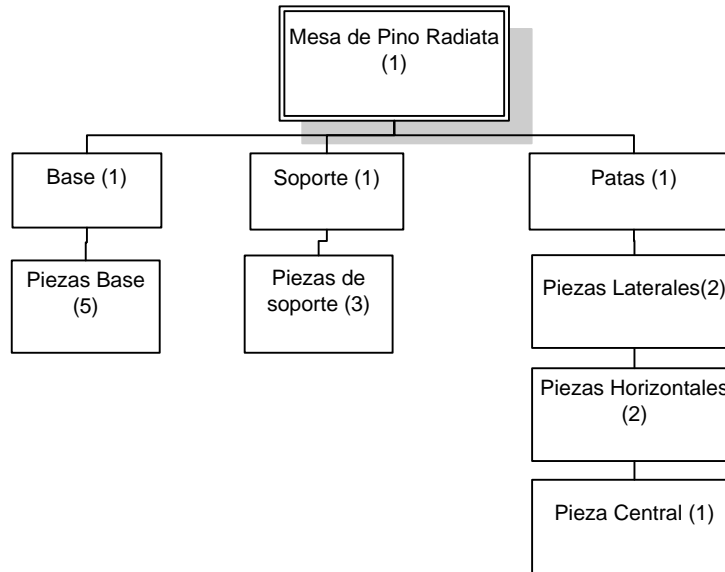
Base (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Necesidad bruta												1													
Entrada programada																									
Saldo disponible																									
Necesidad actual												1													
Producción planificada						1																			
Pedido planificado						1																			
Soportes Laterales (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Necesidad bruta						4																			
Entrada programada																									
Saldo disponible																									
Necesidad actual						4																			
Producción planificada				4																					
Pedido planificado				4																					
Piezas base (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Necesidad bruta						4																			
Entrada programada																									
Saldo disponible																									
Necesidad actual						4																			
Producción planificada					4																				
Pedido planificado					4																				

Según lo anterior, el inicio de la producción del Banco de Teka puede comenzar a realizarse 2 horas después de la emisión del pedido. Tomando en cuenta las dimensiones correspondientes para este mueble, el requerimiento promedio de materia prima para elaborar una unidad es de 6.33 pies tablares³⁰.

³⁰ Fuente: Técnicos Productivos de PIMA.

7.1.2 Mesa de Pino Radiata

La estructura es:



Fuente: Propia

Se utilizó para el cálculo correspondiente depara la Mesa de Pino Radiata un pedido solicitando una unidad, utilizando los datos siguientes:

Elemento	Tiempo de Entrega
Mesa de Pino Radiata	42 horas
Base	6 horas
Piezas base	24 horas
Soporte	6 horas
Piezas soporte	15 horas
Patatas	12 horas
Piezas laterales	4 horas
Base patas	2 horas
Piezas horizontales	2 horas
Pieza central	1 hora

Mesa Radiata (horas)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	72
Necesidad bruta																														1
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																														1
Producción planificada																												1		
Pedido planificado																												1		
Base (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																														1
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																														1
Producción planificada																								1						
Pedido planificado																								1						
Piezas base (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																								5						
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																								5						
Producción planificada	5																													
Pedido planificado	5																													
Soporte (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																														1
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																														1
Producción planificada																								1						
Pedido planificado																								1						

Pieza Soporte (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																								3						
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																								3						
Producción planificada									3																					
Pedido planificado									3																					
Patas (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																														1
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																														1
Producción planificada																		1												
Pedido planificado																		1												
Piezas laterales (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																		2												
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																		2												
Producción planificada													2																	
Pedido planificado													2																	
Base patas (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																		1												
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																		1												
Producción planificada																1														
Pedido planificado																1														

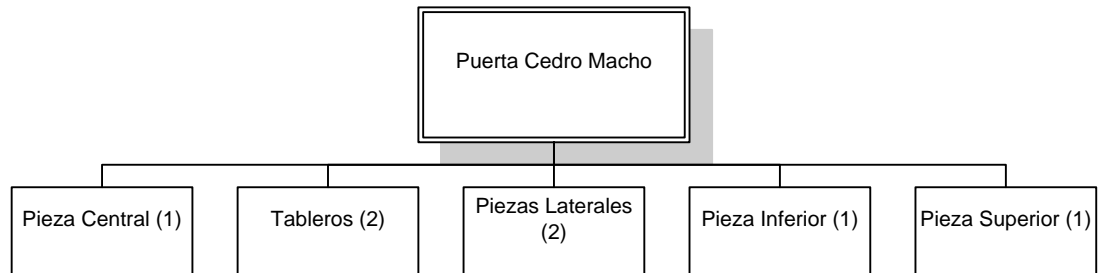
Pieza central (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																		1												
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																		1												
Producción planificada																	1													
Pedido planificado																	1													
Pieza horizontales (horas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																		2												
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																		2												
Producción planificada																2														
Pedido planificado																2														

Según lo anterior, el inicio de la producción de la Mesa de Pino Radiata debe de comenzarse desde el momento de la aceptación del pedido para no generar atrasos en la entrega. Tomando en cuenta las dimensiones correspondientes para este mueble, el requerimiento promedio de materia prima para elaborar una unidad es 23.33 pies tablares³¹.

³¹ Fuente: Técnicos Productivos de PIMA.

7.1.3 Puerta de Cedro Macho

La estructura es:



Fuente: Propia

Se utilizó para el cálculo correspondiente para la Puerta de Cedro Macho un pedido solicitando una unidad, utilizando los datos siguientes:

Elemento	Tiempo de Entrega
Puerto de Cedro Macho	72 horas
Piezas laterales	12 horas
Tableros	12 horas
Pieza central	12 horas
Pieza inferior	12 horas
Pieza superior	12 horas

Puerta de Cedro Macho (horas)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	120	
Necesidad bruta																						1
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						1
Producción planificada																					1	
Pedido planificado																					1	
Piezas laterales (horas)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Necesidad bruta																						2
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						2
Producción planificada										2												
Pedido planificado										2												
Tableros (horas)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Necesidad bruta																						2
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						2
Producción planificada										2												
Pedido planificado										2												
Pieza central (horas)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Necesidad bruta																						1
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						1
Producción planificada										1												
Pedido planificado										1												

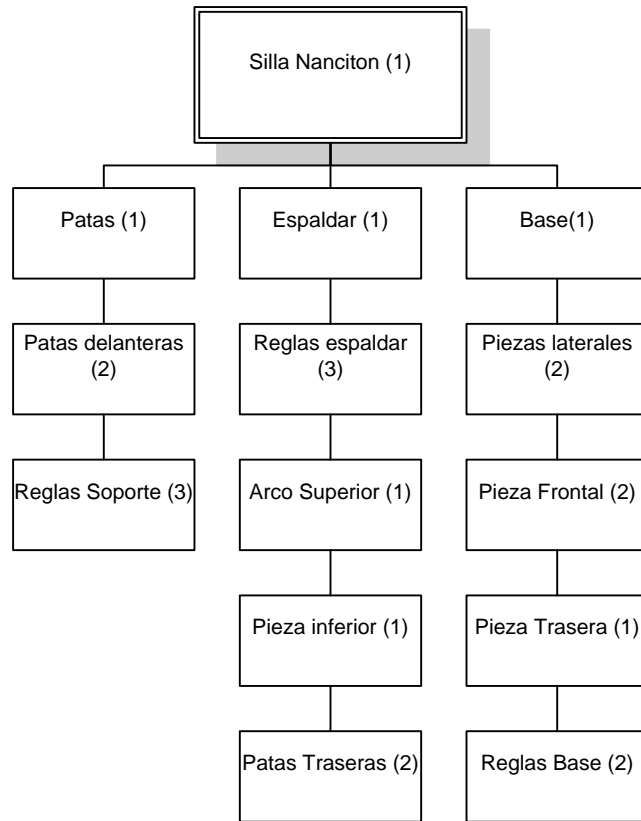
Pieza inferior (horas)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Necesidad bruta																						1
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						1
Producción planificada									1													
Pedido planificado									1													
Pieza superior (horas)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Necesidad bruta																						1
Entrada programada																						
Saldo disponible																						
Necesidad actual																						1
Producción planificada									1													
Pedido planificado									1													

Según lo anterior, el inicio de la producción de la Puerta de Cedro Macho debe de comenzarse a más tardar 36 horas después de la emisión del pedido. Tomando en cuenta las dimensiones correspondientes para esta, el requerimiento promedio de materia prima para su elaboración es de 60 pies tablares³².

³² Fuente: Técnicos Productivos de PIMA.

7.1.4 Silla de Nanciton

La estructura es:



Fuente: Propia

Se utilizó para el cálculo correspondiente para la Silla de Nanciton un pedido solicitando 40 unidades, utilizando los datos siguientes:

Elemento	Tiempo de Entrega
Silla de Nanciton	7 días
Patas	7 días
Patas delantera	10 días
Reglas soporte	14 días
Espaldar	7 días
Reglas espaldar	14 días
Arco superior	14 días
Pieza inferior	10 días
Patas traseras	15 días
Base	7 días
Piezas laterales	15 días
Pieza frontal	10 días
Pieza trasera	10 días
Reglas base	10 días

Silla Nanciton (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																														40
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																														40
Producción planificada																								40						
Pedido planificado																								40						
Patás (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																								40						
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																								40						
Producción planificada																40														
Pedido planificado																40														
Reglas soporte (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																120														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																120														
Producción planificada						120																								
Pedido planificado						120																								
Patás delanteras (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																80														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																80														
Producción planificada		80																												
Pedido planificado		80																												

Espaldar (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																							40							
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																							40							
Producción planificada																40														
Pedido planificado																40														
Reglas espaldar (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																120														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																120														
Producción planificada		120																												
Pedido planificado		120																												
Arco superior (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																40														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																40														
Producción planificada		40																												
Pedido planificado		40																												

Patas traseras (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																80														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																80														
Producción planificada	80																													
Pedido planificado	80																													
Pieza inferior (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																40														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																40														
Producción planificada						40																								
Pedido planificado						40																								
Base (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																							40							
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																							40							
Producción planificada																40														
Pedido planificado																40														
Piezas laterales (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																80														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																80														
Producción planificada	80																													
Pedido planificado	80																													

Pieza frontal (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																80														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																80														
Producción planificada						40																								
Pedido planificado						40																								
Pieza trasera (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																40														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																40														
Producción planificada						40																								
Pedido planificado						40																								
Reglas base (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Necesidad bruta																80														
Entrada programada																														
Saldo disponible																														
Necesidad actual																80														
Producción planificada						80																								
Pedido planificado						80																								

Según lo anterior, el inicio de la producción de la Silla de Nanciton debe de comenzarse a realizar desde la emisión del pedido para no generar atrasos. Tomando en cuenta las dimensiones correspondientes para este mueble, el requerimiento promedio de materia prima para elaborar una unidad es 12.45 pies tablares³³.

³³ Fuente: Técnicos Productivos de PIMA.

Conclusiones

La política actual de control de inventario en el Programa Institucional de la madera genera costos elevados, ya que al no llevarse un control óptimo, se tienen demasiadas existencias de algunas de las especies y se manejan inventarios de especies que no se utilizan del todo.

Aplicando el modelo de clasificación ABC para las 8 especies en existencia, se agruparon los productos por orden de importancia y se determinó que las especies de la categoría A son las que se mueven más y generan un mayor costo por utilización. Por lo tanto se deben considerar políticas estrictas para controlar sus existencias, evitando el sobreabastecimiento, que si bien, aumenta el nivel de servicio ya que en el programa no hay costos por faltantes de materia prima, genera costos innecesarios de manejo de inventario.

Conforme a la clasificación ABC se realizó un análisis distancia-recorrido para simplificar significativamente, de alguna manera, la carga de trabajo a los ayudantes de carpintería, en la cual se pretende al hacer uso del ordenamiento estratégico de materia prima, en el cual se optimizó en un 76% la distancia que existía entre la ubicación del Cedro Macho y el punto de procesamiento de la madera. Para las demás especies el cambio no fue significativo.

El costo total anual representativo para mantener el inventario de todas las especies es de C\$ 138,097.44. Sin embargo cabe mencionar no se han realizado pedidos desde hace 3 años por lo que el costo real incurrido en el año 2015 no incluye costos por pedido y el monto real del costo total anual es de C\$ 134,054.85.

Según el análisis de costos realizado se logró determinar el costo total anual del método utilizado actualmente con la especie Nanciton bajo un monto de C\$ 12,079.44. Al utilizar el modelo de punto fijo el costo total anual fue de C\$ 26 133.99 y aplicando el modelo de ciclo fijo fue de C\$44,811.32. Por tanto se puede asegurar que debido a la naturaleza de la demanda, no existe un modelo de inventario que se pueda acoplar a las necesidades del programa, y como consecuencia no se logró estimar un lote económico, un punto de reorden en el caso del punto fijo y un periodo de revisión en el caso del ciclo fijo.

Lo más conveniente es continuar trabajando con el método que el programa ha venido utilizando a lo largo de los años, debido a que en materia de costos representa una cantidad menor en término de costos.

Se decide ejemplificar utilizando el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) como una alternativa de modelo para demanda dependiente, que permita de alguna manera llevar el control del consumo de cada una de las especies de madera según su uso para determinado pedido, con el fin de entregar el producto terminado sin retraso. Dejándolo como referencia para que sea utilizado como una estructura de trabajo para futuros pedidos.

Recomendaciones

Se estima conveniente fijar una fecha en agenda en la cual se establezca el día en el que se va a realizar el pedido, permitiendo minimizar el tiempo total en el que se elabora que afectaría directamente en los costos de prepararlo.

Se considera que elegir estratégicamente a las personas involucradas en realizar un pedido también implicaría en disminuciones en los costos de prepararlo, es decir, designar a la menor cantidad de colaboradores para realizar esta actividad.

Es necesario que de alguna manera se trate de aprovechar las especies de madera poco utilizada que tienen un flujo de movimiento nulo en la fabricación de muebles, como lo son el Guanacaste y Almendro con el fin de eliminarlas del inventario para evitar los costos incurridos para mantener estas especies en el área de almacenamiento de materia prima.

Dar seguimiento al modelo para demanda dependiente propuesto, ya que su uso optimizaría los tiempos de entrega de producto terminado que el cliente solicita y el consumo materia prima que será necesario utilizar en los pedidos.

Realizar un nuevo estudio que permita dar continuidad a los objetivos propuestos de esta monografía, que con nuevos históricos permitan establecer un método de pronóstico que se acople a la realidad del programa y este a su vez ayude a establecer un modelo óptimo de control de inventarios.

Anexos

Anexo N°1: Documento Creador PIMA

DOCUMENTO CREADOR DEL PROGRAMA INSTITUCIONAL DE LA MADERA

El Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería, en uso de las facultades que le confiere la ley N° 89 “Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior” y el Estatuto de la Universidad, reformado el 23 de Octubre del año 2007:

CONSIDERANDO

I

Que la iniciativa de creación del Instituto Forestal Industrial Latinoamericano INFIL, obedeció a una situación coyuntural provocada por el gran impacto que provocó el Huracán Félix, lo que urgía presentar soluciones a los grandes problemas del uso irracional del bosque forestal de la Región Autónoma del Caribe Norte (RACN), en conjunto con Instituciones del Estado, Universidades del Caribe, Empresas Privadas de la Madera, Comunidades, Gobierno Locales y Regionales.

II

Que la nueva coyuntura de cara a la construcción de mega proyectos como el Gran Canal Interoceánico de Nicaragua, Proyectos energéticos como Tumarín, La Gran Refinería (El Supremo Sueño de Bolívar) y muchos colaterales o complementarios a estos, requieren muchísimos técnicos especializados en el procesamiento industrial de la madera.

III

Que del Proyecto del INFIL, se logró edificar temporalmente para el funcionamiento de una Escuela de Formación Técnica media y superior en el ramo de la industria del mobiliario institucional y la construcción con elementos de madera para viviendas e infraestructura de interés social, debidamente equipados con tecnología moderna como apuesta el gobierno, para el sector madera para construcción y muebles.

IV

Que se logró constituir un grupo de técnicos especializados, capacitados por expertos Alemanes en el ramo de tecnología de la madera, capaces de transferir conocimientos prácticos en la instalación, operación y mantenimiento de maquinaria industrial para la construcción con elementos de madera y fabricación de mobiliario institucional.

V

Que la explotación irracional de nuestros bosques obedece en gran parte a la obsolescencia del parque industrial de las más de 3,000 empresas que trabajan la madera, con pocas especies utilizadas, bajo rendimiento industrial (producto final vs materia prima), procesos de transformación industrial limitados posteriores a la extracción forestal, quedan poco valor agregado, y baja producción de nuevos sub-productos como materiales aglomerados de madera, ejemplo: HDF, LVL, OSB y el aprovechamiento de la madera proveniente de cultivos forestales de especies exóticas, entre otros.

VI

Considerando que no existe una especialización industrial para el ordenamiento y regulación de las operaciones de los más de 3,000 talleres (micro y pequeñas empresas del sector) que operan con instalaciones que no reúnen los requerimientos básicos para la seguridad laboral y ergonómica de los puestos de trabajo y no existen normas de estandarización de productos de la madera en el país.

RESUELVE

ACUERDO NUMERO 1:

Convertir el Instituto Forestal Industrial Latinoamericano INFIL, con los recursos humanos, materiales, maquinaria, equipos, herramientas, infraestructura y demás bienes muebles e inmuebles, así como su presupuesto actual, en el “PROGRAMA INSTITUCIONAL DE LA MADERA”(PIMA), perteneciente a la Universidad de Ingeniería, el cual estará adscrito a la Rectoría de ésta Universidad. Las funciones de este Programa estarán definidas en el Manual de Funcionamiento de la Universidad Nacional de Ingeniería.

ACUERDO NÚMERO 2:

Para la orientación clara del funcionamiento del PIMA, se definen los siguientes conceptos y elementos organizativos:

Programa Institucional de la Madera (PIMA).

- 1. Misión:** El PIMA es un programa de La Universidad Nacional de Ingeniería, para la investigación, innovación y desarrollo tecnológico de la industrialización de la madera, servirá de laboratorio para las Facultades que puedan brindar carreras que incorporen el componente de la madera en su contenido, funcionará como Taller-Escuela para la formación de técnicos medios y superiores, y especializaciones en el campo de la industrialización de la madera y prestará servicios productivos de transformación en el proceso

industrial de la madera a instituciones estatales y organismos no gubernamentales, con la finalidad de contribuir a la transformación tecnológica y al desarrollo sustentable de Nicaragua.

2. **Visión:** El PIMA se consolida como una instancia pionera en la industria de transformación tecnológica de la madera en Nicaragua, y mejoras en el uso y transformación de la madera, ofreciendo servicios de alto nivel en: ingeniería en Madera, investigación, innovación, extensión, servicios productivos y recursos tecnológicos así como agregación de valor a la cadena productiva del recurso maderable.
3. **Principios Estrictos para la participación en Proyectos:**
 - a. Ambientalmente sostenibles.
 - b. Socialmente compatibles y justos.
 - c. Trazabilidad y legalidad de la materia prima.
 - d. Financieramente factibles
 - e. Legalmente viables
4. **Estructura Organizativa:** El PIMA adscrito a la Rectoría de la UNI se organiza funcionalmente con su Director, contando con un Subdirector para el apoyo administrativo, planificación, seguimiento, la dirección académica y un equipo básico administrativo.

Para la planeación y ejecución de las actividades operativas del PIMA, se crean tres departamentos con sus respectivos jefes:

- 1- Departamento de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico;
- 2- Departamento de Capacitación, Formación y Entrenamiento; y
- 3- Departamento de Producción y Servicios.

El PIMA editará periódicamente una revista especializada sobre Tecnología de la Madera, estudio de casos y sistematización de proyectos monográficos o estudios básicos.

Cuerpo Académico: El personal docente podrá ser contratado por tiempo completo, indeterminado, determinado y/o parcial; y podrá contar con la colaboración de Agencias como: **DAAD, CIM**, Sénior ExpertService de La República Federal de Alemania y otras Organizaciones relacionadas con la Misión del PIMA. Para el funcionamiento de las carreras de Técnico Medio y Superior en Industrialización de la Madera y cursos o especializaciones demandadas en el proceso de promoción del PIMA, se trabajará de manera conjunta con el INATEC, con el cual se celebrarán convenios de cooperación.

Personal Operativo y Técnico:

El personal será integrado con técnicos capacitados por expertos Alemanes en Tecnología de la Madera y cualquier otra capacitación o experiencia relacionada, lo que constituirá gran parte del capital humano especializado.

5. FORMA DE FINANCIAMIENTO:**5.1 INGRESOS DEL PROGRAMA (Administrados por la UNI):**

5.1.1 Transferencias de la UNI de la partida del 6%, para personal y servicios básicos.

5.1.2 Ingresos de las Actividades:

a. **Venta de Servicios:** Por proyectos, laboratorio y por la facturación de servicios a los clientes, quienes pondrían la materia prima e insumos, incluida la misma UNI; en casos excepcionales previo contrato y anticipo, se podrá convenir el acopio de materia prima e insumos.

b. **Venta de Productos:** Se consideran productos, los generados por las prácticas específicas de taller, los cuales también servirían para subvencionar estudios.

c. **Aranceles:** Por matricula, mensualidades, cursos específicos o especializados.

d. **Asistencia Técnica:** Cobros a Instituciones Estatales u Organismos no Gubernamentales, por brindar asesoría y asistencia técnica, en temas de uso e industrialización de la madera.

e. **Otros Ingresos:**

- Donaciones.
- Ingresos propios de la UNI, ONG's, Otras Instituciones.
- Por convenios de colaboración con instituciones y empresas privadas.

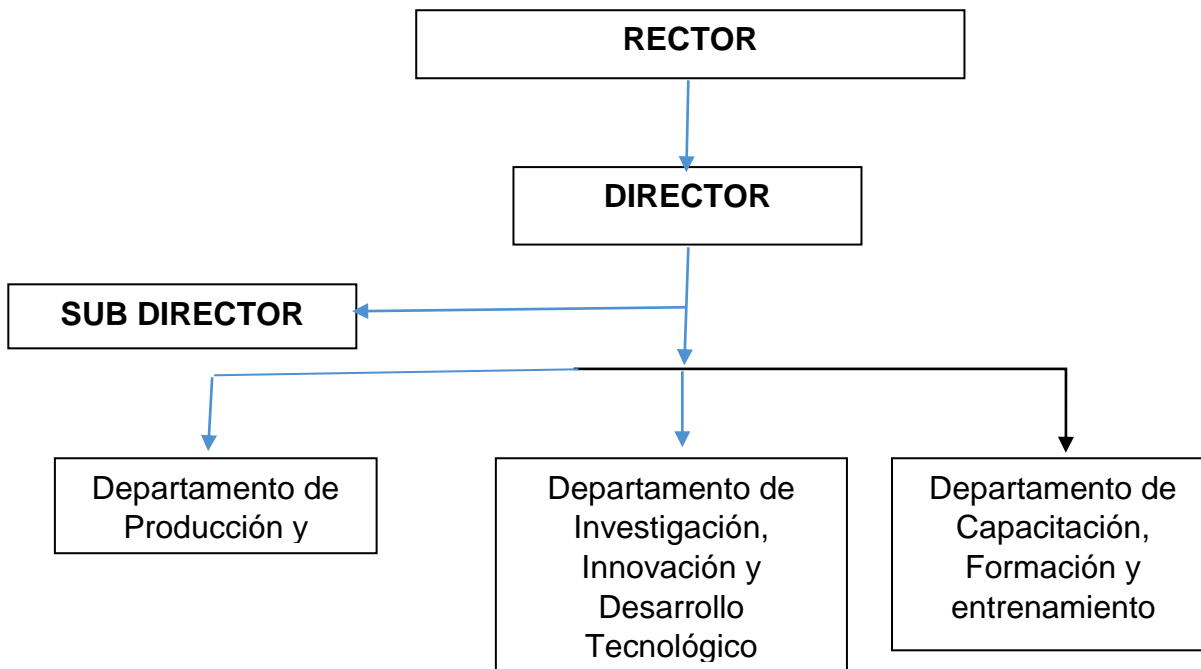
6.2 EGRESOS

- 1- **Costos:** Materia Prima, Materiales y Gastos Directos e Indirectos, e Insumos; tales como combustible, repuestos, mantenimiento, etc.; para la realización de las actividades productivas y de entrenamiento en las prácticas.
- 2- **Gastos:** Salarios y Prestaciones Sociales, Depreciación y/o Arrendamiento de medios de transporte y edificios, combustible, contratación de servicios (Ejemplo: Grúas, transporte, montacargas, equipos, etc.), materiales de oficina, medios de enseñanza y soporte técnico; relacionados con la actividad administrativa, docente y otros gastos de funcionamientos.
- 3- **Inversiones:** Construcción de Edificio, áreas de circulación, adquisición de maquinaria, equipos y herramientas menores, equipo de computación, medio audio visual, bibliografía, software, equipo y mobiliario de oficina.
- 4- **Proyectos de Investigación, innovación y extensión:** Equipos y materiales especializados en la Investigación y Desarrollo de Tecnologías para la industrialización y uso de los productos de madera.

6. Disposiciones Administrativas.

- 6.1 Finanzas Centralizadas, conforme asignación de recursos financieros por la UNI.
- 6.2 Se aplican los procedimientos de la Ley 737 Ley de Contrataciones del Sector Público, para efectos de adquisiciones y proyectos de construcción.
- 6.3 Se administrará Caja Chica, proveniente de fondos asignados.
- 6.4 Manejo estricto de Inventario: Materia prima, herramientas, equipos, maquinaria, mobiliario, equipo de oficina, informática y demás bienes muebles.
- 6.5 El presupuesto, inversiones así como los excedentes se aprobarán de acuerdo a los criterios que decida una comisión que la preside el Director del programa y los Decanos involucrados
- 6.6 La docencia se ejercerá con el personal contratado a tiempo completo, indeterminado, determinado y/o parcial, y también en base a los convenios con INATEC.

ORGANIGRAMA PIMA



FUNCIONES:

1. Departamento de Producción y Servicios:

Tendrá la responsabilidad de la planificación, ejecución, supervisión y control de los procesos productivos de industrialización de madera, en base a los requerimientos de servicio de los clientes, así como la elaboración de propuestas de precios y costos para las ofertas; operación, entrenamiento y mantenimiento en el uso de equipos y maquinarias industriales; y efectuar los reportes necesarios de sus actividades realizadas.

2. Departamento de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico:

Realizará todos los estudios, investigaciones y experimentaciones necesarias, para la determinación del desarrollo de nuevas y actuales tecnologías en el uso y procesamiento de los productos forestales y de madera; publicará periódicamente una revista especializada sobre Tecnología de la Madera, estudio de casos y sistematización de proyectos monográficos o estudios básicos; y ejecutará las prácticas industriales necesarias para poner a prueba las innovaciones y transformaciones en el uso y procesamiento industrial de la madera.

3. Departamento de Capacitación Formación y Entrenamiento.

Tendrá a su cargo las actividades académicas y prácticas en coordinación con los Departamentos de Producción e Investigación, para la formación de los estudiantes de las carreras de Técnico Medio y Superior, así como de los cursos de formación continua o especializaciones demandadas, en el procesamiento industrial de la madera.

El PIMA cuenta con el siguiente patrimonio asignado por la UNI:

INFRAESTRUCTURA ACTUAL

- Pabellón con 5 Aulas que actualmente utiliza.
- Nave Industrial, 1er Etapa, Minifalda en concreto con suelo compactado (suelo Cemento).
- Calles conformadas y compactadas con material selecto.

Todo aquel patrimonio que sea adquirido por el centro después de su fecha de creación.

Anexo N° 2: Consumo de madera por especie 2012-2015

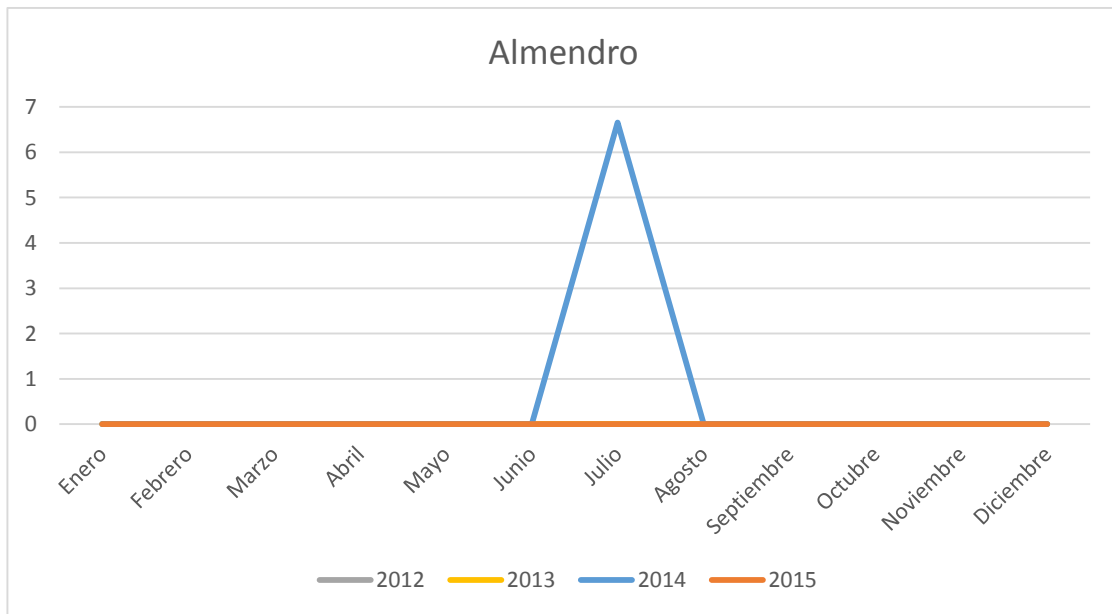
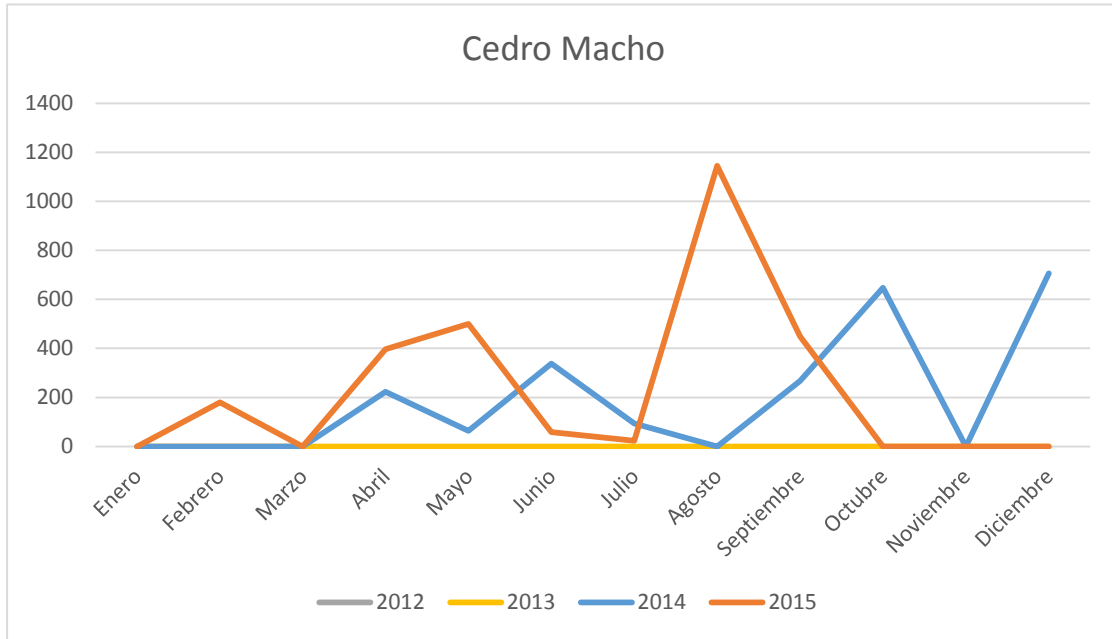
	Año 2012							
	Cedro macho	Almendro	Guanacaste	Pino caribeán	Pino radiata	Níspero	Teka	Nanciton
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	0	0	0	243.82	0	0	0	95.66
Marzo	0	0	0	6387.95	0	0	0	0
Abril	0	0	0	10312.48	0	0	0	1321.96
Mayo	0	0	0	134.75	0	0	0	0
Junio	0	0	0	512	0	0	0	0
Julio	0	0	0	1532.14	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	180.66	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	1375	0	0	0	293.31
Octubre	0	0	0	1364	0	0	0	4269.512
Noviembre	0	0	0	2952.8132	0	0	0	6051.1661
Diciembre	0	0	0	6906.653	0	0	0	2586.3325

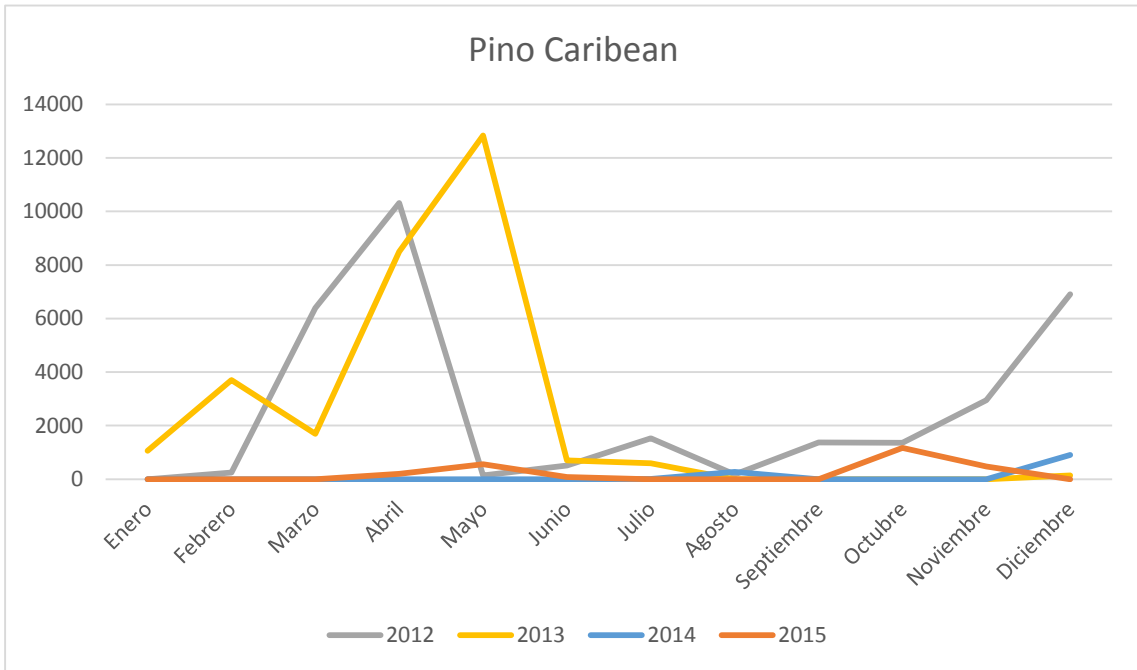
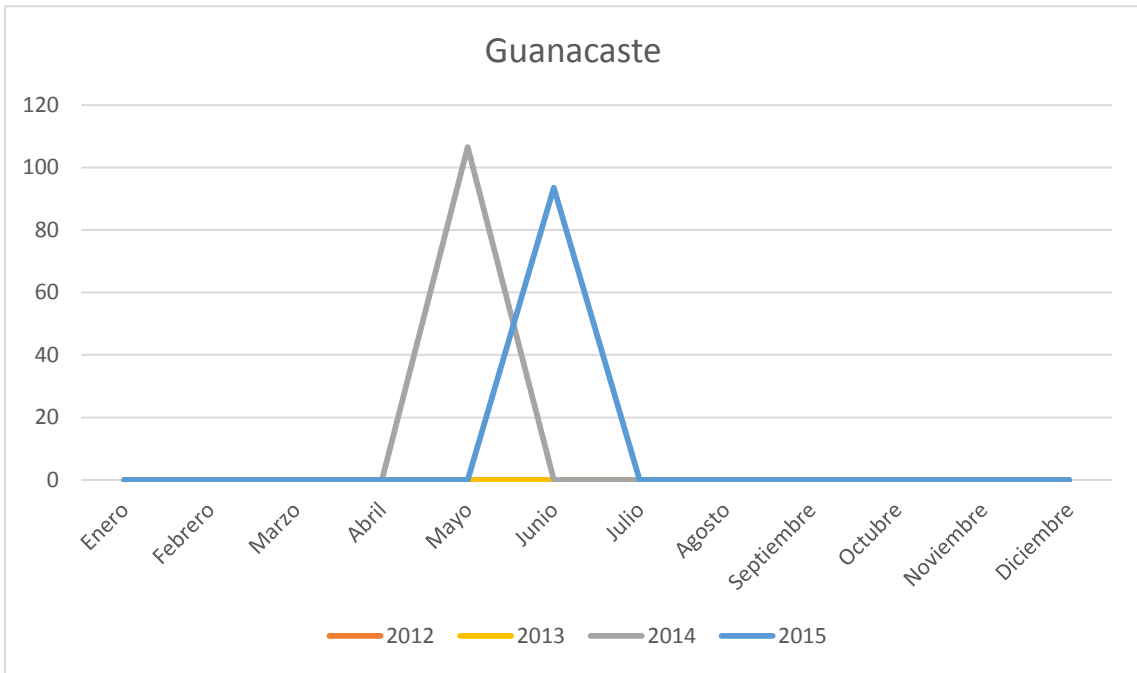
	Año 2013							
	Cedro macho	Almendro	Guanacaste	Pino caribeán	Pino radiata	Níspero	Teka	Nanciton
Enero	0	0	0	1055.9999	0	0	0	1803.10
Febrero	0	0	0	3702.8426	0	0	0	5643.32
Marzo	0	0	0	1699.33	0	0	0	1080.66
Abril	0	0	0	8496.32	0	0	0	4532.22
Mayo	0	0	0	12832	0	0	0	0.00
Junio	0	0	0	698.6666	0	0	0	4213.82
Julio	0	0	0	597.33	0	0	0	1554.50
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	1785.16
Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	850.67
Octubre	0	0	0	0	0	0	0	2301.33
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	272.00
Diciembre	0	0	0	140	0	0	0	1072.00

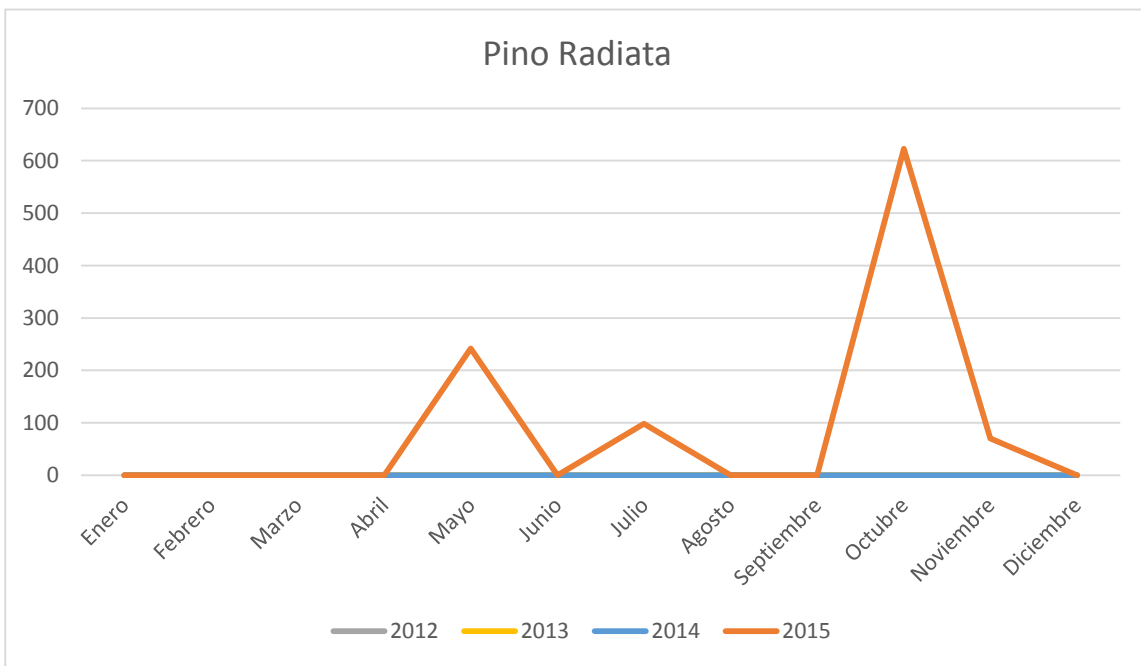
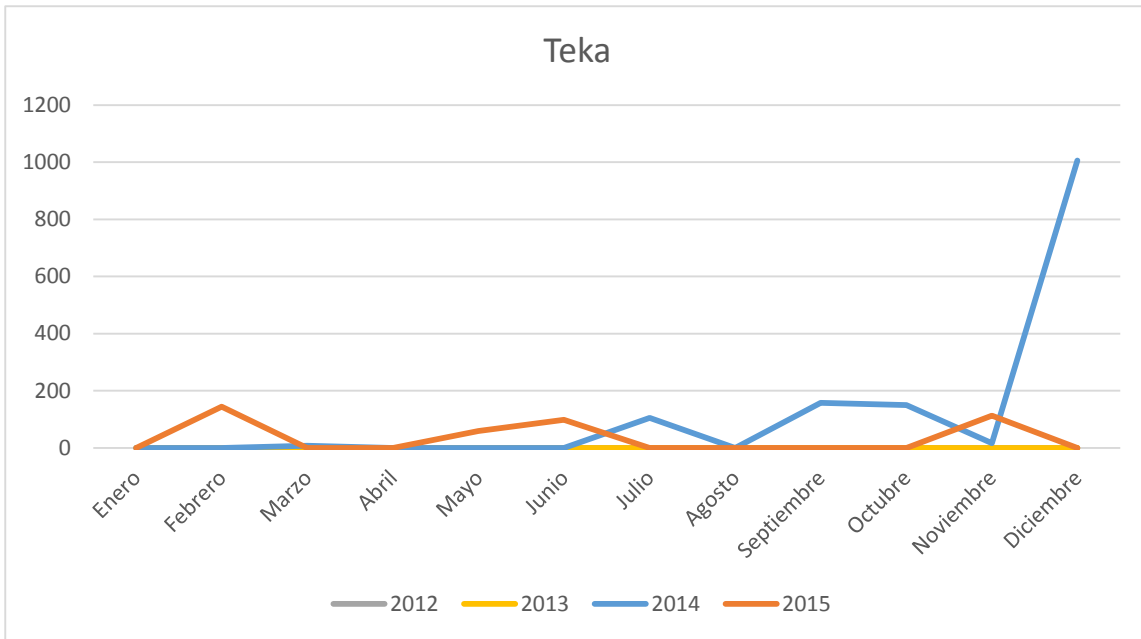
	Año 2014							
	Cedro macho	Almendro	Guanacaste	Pino caribbean	Pino radiata	Níspero	Teka	Nanciton
Enero	0	0	0	0	0	0	0	1016.499
Febrero	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0	0	8	1507.83
Abril	223.0828	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	63.6664	0	106.583	0	0	0	0	1159.34
Junio	337.6661	0	0	0	0	0	0	2359.51
Julio	93.1662	6.66	0	3.2	0	10	105.33	719.08
Agosto	0	0	0	266.66	0	0	0	0
Septiembre	266.913	0	0	0	0	0	157.33	907.75
Octubre	647.9997	0	0	0	0	20	150.33	5583.44
Noviembre	0	0	0	0	0	0	16	0
Diciembre	705.99	0	0	906.66	0	76.5828	1005.45	0

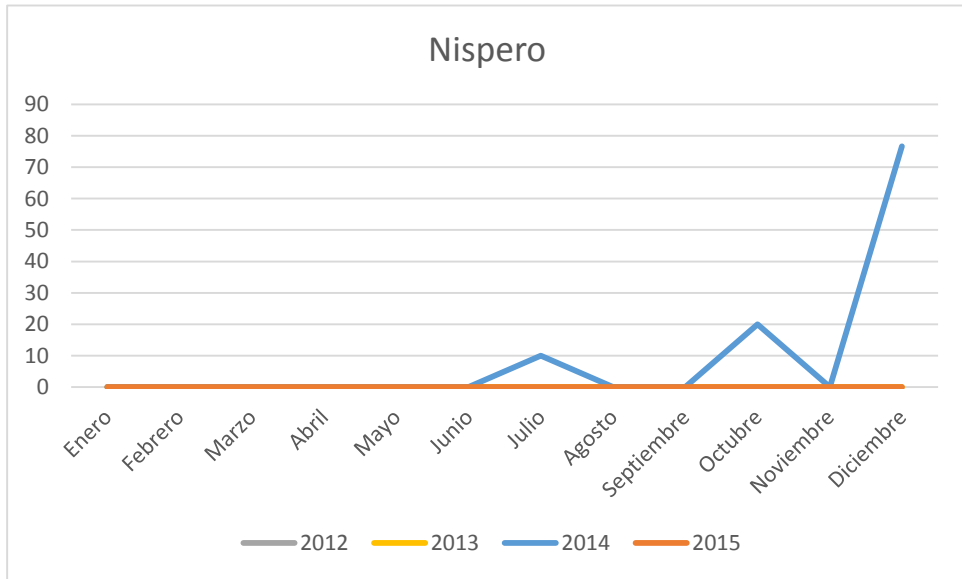
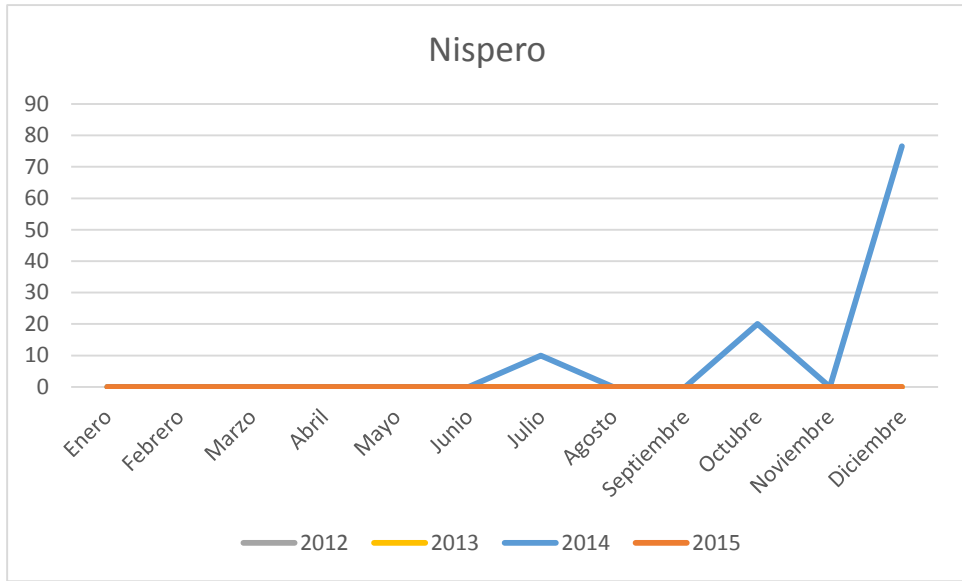
	Año 2015							
	Cedro macho	Almendro	Guanacaste	Pino caribbean	Pino radiata	Níspero	Teka	Nanciton
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	180	0	0	0	0	0	144	308.63
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	1611.71
Abril	396.65	0	0	200	0	0	0	1294.38
Mayo	499.31	0	0	559.99	241.5	0	58.66	1203.45
Junio	58.67	0	93.52	80	0	0	98	1293.10
Julio	23.33	0	0	0	98	0	0	443.96
Agosto	1144.88	0	0	0	0	0	0	509.83
Septiembre	448.33	0	0	0	0	0	0	242.95
Octubre	0	0	0	1173	623	0	0	657.25
Noviembre	0	0	0	480	70	0	112.33	77.68
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	306.16

Anexo N° 3: Comportamiento de la demanda por especie









Bibliografía

- Ballou, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministros.5ta Ed. México: Pearson Education, 2004
- Heizer&Render, Principios de Administración de operaciones 5 ed., Pearson Educación, México 2004.
- L. Krajewski, L. Ritzman, M. Malhotra, Administración de operaciones 8 ed., Pearson Educación, México 2008
- R. H. Sampieri, C. Fernández, P. Baptista: Metodología de la investigación.4ta Ed. México: McGraw-Hill, 2006
- Richard B.Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano, Administración de operaciones 12 ed., McGraw-Hill, México 2009
- Roberto R. B. de Holanda, Administración de operaciones temas selectos aplicaciones y un estudio de caso, Editorial Trillas, México 2003.