



**PROPUESTA DE DISEÑO DE LA RED DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN
PARA UNA EMPRESA DE CONSUMO MASIVO**

AUTOR:

JUAN PABLO PENAGOS BASTO

DIRECTOR:

MSC. ANDRES MAURICIO CIFUENTES BERNAL

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

BOGOTÁ

2016

Propuesta de Diseño De La Red De Centros De Distribución para una Empresa De Consumo Masivo

Proposal Warehouse network design for consumer products company

Juan Pablo Penagos Basto, U9500721@unimilitar.edu.co,
 Universidad Militar Nueva Granada,
Especialización en Gerencia en Logística Integral, Facultad de Ingeniería
Bogotá, Colombia

Abstract — This research was conducted for the company CMPC Tissue Colombia, logistics area; the expected growth in the Colombian market of 8% annually in net sales, representing an increase of annual 10% in the flow of cases from receipt of the production, storage and readiness to dispatch to customers. Currently the logistics network is not efficient for release for customers, given the concentration of demand for the last two weeks of the month; for that reason it can not support the annual increase in the flow of finished goods. This study focuses on finding the optimal network that minimizes logistics costs of the company. These costs are divided into transport costs and storage costs, if you have several warehouse assigned correctly, can generate savings in transportation and customer service faster, however this can generate higher costs storage due to safety stock should be managed for each warehouse and missed economies of scale. To find this balance cost-saving storage and transport the problem of having a robust network capable of supporting the expected growth of the company, the simulation of the current logistics network was made vs model proposed centralization of the logistics network. The result of the simulation responds to us the purpose of the investigation into whether to leave the current logistics network or open a new warehouse to centralize logistics operation and storage capacity of each warehouse, reducing logistics costs.

keywords— Logistics network, Logistical costs, Warehouse, Storage

Resumen— La presente investigación se realizó para la empresa CMPC Tissue Colombia, en el área de logística; la cual presenta una expectativa de crecimiento en el mercado Colombiano del 8% anual en ventas netas, representando un aumento del 10% anual en el flujo de cajas desde producción, almacenamiento, alistamiento y despacho a clientes. Actualmente la red logística no es eficiente en costos para el despacho a clientes, dada la concentración de la demanda para las últimas dos semanas del mes; por tal razón no podrá soportar el aumento anual del flujo de productos terminados. Este estudio se enfoca en encontrar la red óptima que minimice los costos logísticos de la empresa; correspondientes a costos de transporte y costos de almacenamiento. Contar con varios centros de distribución (CEDI), permite generar una atención a los clientes de manera efectiva, sin embargo, esto ocasiona mayores costos de almacenamiento, debido al stock de seguridad a manejar para cada CEDI, desaprovechando las economías de escala. Para encontrar el equilibrio de ahorro en costos de almacenamiento y transporte; contando con una red robusta capaz de soportar el crecimiento esperado de la empresa; se realizó la simulación de la red logística actual vs un modelo propuesto de centralización de la red logística. El resultado de la simulación indica cuál de los modelos es más rentable, teniendo en cuenta que el modelo propuesto deberá soportar el crecimiento anual en el flujo de producto.

Palabras clave— Red logística, Costos Logísticos, Centro de distribución, Almacenamiento

I. INTRODUCCIÓN

CMPC (Compañía manufacturera de papeles y cartones) Tissue Colombia empezó en el mercado colombiano en el año 2007 con la adquisición de la planta de sanitarios Drypers Andina ubicada en el municipio de Santander de Quilichao. En 2010 inauguro la planta de producción de papeles base y productos terminados Tissue (Papel Higiénico o Absorbente hecho de pulpa de Celulosa) ubicada en el municipio de Gachancipá. Desde su incursión en el mercado colombiano, CMPC está dedicado a la producción y comercialización de productos terminados de consumo masivo tipo Tissue. CMPC es una empresa relativamente nueva en el mercado colombiano y debido a la continua inversión e innovación de sus productos tiene grandes expectativas de crecimiento respecto a las ventas netas; básicamente este crecimiento se justifica por el lanzamiento en el año 2014 del papel higiénico Elite Duo, con lo cual se proyecta un crecimiento del 10 % anual del volumen de sus ventas, representando el 8 % anual en los ingresos brutos.

El aumento en los volúmenes de ventas implica directamente aumentar las compras de materias primas, niveles de producción, almacenamiento, distribución y flujo de información en toda la cadena logística; la cual compone todas las partes involucradas, directa o indirectamente, en satisfacer las necesidades de los clientes [1]. Responder adecuadamente a las necesidades de los clientes y al aumento del mercado; hace necesario contar con un sistema de distribución robusto capaz de ser flexible en los picos de venta sin aumentar los costos logísticos asociados al transporte y almacenamiento de producto terminado.

Dependiendo de la estrategia corporativa se define el modelo de distribución a implementar; algunos de ellos se orientan al cumplimiento de la eficacia; sobrecostos y aumento del capital (inventario de seguridad), buscando obtener un mejor nivel de servicio. [2]

Buscar el equilibrio en reducir los costos y elevar el nivel de servicio depende de la definición del modelo y la estrategia de distribución, lo cual no es una tarea sencilla dada las múltiples variables a tener en cuenta; como lo son el nivel de servicio esperado, el inventario de seguridad a mantener, la ubicación de centros de distribución, cantidad y capacidad de cada centro de distribución.

Los modelos de distribución buscan satisfacer las necesidades de los clientes cumpliendo con un nivel de servicio esperado [3], basándose en la localización de instalaciones; la cual investiga donde ubicar físicamente un conjunto de facilidades, de modo de satisfacer las demandas de un grupo de clientes, todo esto, sujeto a una suma de restricciones, para seleccionar un conjunto óptimo de facilidades a instalar en los sitios candidatos, de modo de optimizar alguna función objetivo [4].

De acuerdo con (Araneda et al. 2004) "Las decisiones de localización pueden ser las decisiones más difíciles que se necesitan realizar para un eficiente diseño de la cadena de suministro" [4], lo que implica que no es una decisión de corto plazo y además se debe considerar los costos de las instalaciones o subcontratar mediante un operador logístico para buscar la flexibilidad en la red de distribución sin aumentar los activos fijos. Una buena o mala decisión de localización puede marcar la eficiencia de la cadena de suministro, afectando la satisfacción de las necesidades de los clientes [4].

En la práctica un cliente con tiempo de respuesta corto experimenta un alto nivel de servicio, por lo tanto la disponibilidad de producto es un parámetro significativo cuando el nivel de servicio es evaluado. La disponibilidad de producto implica tener capacidad de almacenamiento y esto lleva a que se debe contar con un robusto sistema de almacenamiento o una red de centros de distribución capaces de responder a las necesidades de los clientes.

El almacenamiento es considerado como un mal necesario, pero también debe ser visto como una ventaja competitiva y agregar valor a ciertas operaciones [5]. El almacenamiento puede ayudar a reducir los costos unitarios a través de la economía de escala, no solo en el transporte sino también en la adquisición y producción [5]. Ahora el almacenamiento es directamente proporcional a la red de centros de distribución, lo cual representa de un 20 % a 30 % de los costos logísticos de una organización, por lo tanto forma parte importante de los costos totales [5] y de las decisiones estratégicas a la hora de establecer el modelo de la red de centros de distribución a establecer para satisfacer las necesidades de los clientes.

El objetivo de la presente investigación es proponer un modelo para la rediseñar la red de distribución de la empresa CMPC Tissue Colombia mediante la simulación del modelo actual y el modelo propuesto de un centro de distribución centralizado; buscando disminuir los costos totales de operación manteniendo el nivel de servicio esperado por la empresa. El modelo de distribución propuesto debe soportar la capacidad de los centros de distribución a cerrar respecto al modelo actual y cumplir con el flujo de mercancías actual más la proyección de crecimiento esperado por la empresa CMPC Tissue Colombia. La simulación se realizará en Microsoft Excel® teniendo en cuenta las diferentes parámetros de flujos de entrada, costos de operación, capacidad actual y políticas de inventario.

II. METODOLOGÍA

En la presente investigación se realizó una caracterización de la red de centros de distribución actual, mediante el mapeo de la cadena de valores (VSM), el cual ayudó a ver la red de distribución de manera integral [6]. Una vez realizado la caracterización actual, se procedió a realizar una caracterización propuesta por la gerencia de logística de la compañía, la cual enfoca su estrategia en centralizar las operaciones de los centros de distribución a

nivel nacional en un centro de distribución matriz cerca de la planta de Gachancipá. Entendiéndose como centralizado que las actividades se realizarán en uno o máximo tres centros de distribución [7]. Contar con una red de distribución centralizada permite tener ventajas como mejoras en el control de inventarios, reducción en costos de compra por economía de escala, calidad del almacenamiento por manipulación y optimización de procesos [8].

El mapeo se realizó teniendo en cuenta los flujos de entrada y salida de cada uno de los nodos presentes en la red. Los flujos de entradas y salidas se representaron por vectores bidireccionales (Ver Figura 1) y los de salida se representaron por vectores unidireccionales (Ver Figura 2)

Figura 1. Ejemplo Flujo de Entrada y Salida

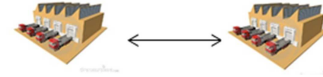


Figura 2. Ejemplo Flujo de Salida



De acuerdo con la definición de los flujos y los procesos internos de la compañía en la Figura 3 se aprecia el modelo de distribución actual.

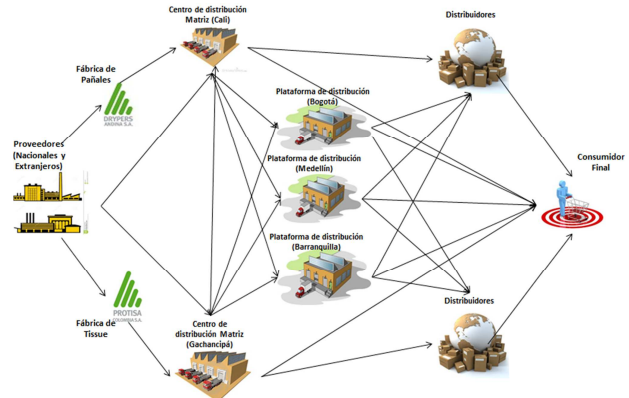


Figura 3. Red de Distribución Actual de CMPC Tissue Colombia

Para tomar la decisión de donde se ubicaría el nuevo centro de distribución en la red propuesta, se tomó en cuenta los municipios cercanos a la planta de producción de Gachancipá, la cual genera el mayor flujo de movimiento de mercancía (800 pallets por día) entre entradas y salidas. Después de identificar los posibles lugares se procedió a evaluar cada uno de acuerdo a los siguientes criterios: Distancia a la Planta de Producción, Tiempo de tránsito y % de pago de ICA (Impuesto de Industria y Comercio).

A cada uno de los criterios se les asignó un peso porcentual para indicar la relevancia del criterio y se calificó de 1 a 10 donde 1 es la calificación más baja y 10 la calificación más alta.

El nuevo centro de distribución se licitó mediante operador logístico al cual se le exigió que la capacidad de almacenamiento y despachos deba ser igual a la suma de la capacidad de los centros de distribución de Medellín, Barranquilla, Bogotá y 30 % de la capacidad de Cali.

Una vez obtenido los dos modelos o redes de distribución a estudiar, se procedió a comparar cada modelo de acuerdo a los costos de distribución (Fletes y Almacenamiento); los cuales representan tres cuartas partes del costo total

logístico [9]. El costo de distribución se calculó de acuerdo a la proyección de venta para el año 2016.

Para CMPC los costos de distribución están asociados al almacenamiento de producto terminado en cada centro de distribución (Ver Tabla 1), el transporte de producto terminado entre las plantas (costo de abastecimiento) y el transporte a clientes; los cuales también están divididos por zonas comerciales. Ver Tabla 2

Se tomó como dato histórico la base de costos del año 2015 y se convertirá en costo por unidad de venta de cada categoría comercial de los productos ofertados. En la Tabla 3 Tabla 3 se muestra cada una de las categorías con las unidades de medidas y las políticas de inventario, las cuales se tendrán en cuenta para cálculo del inventario promedio a mantener.

Tabla 1

Centro de Distribución (k)
Barranquilla
Bogotá
Medellín
Cali
Gachancipá
Nuevo

Tabla 2
Zonas Comerciales CMPC Tissue Colombia

Zona Comercial (j)
Centro
SurOccidente
Antioquia
Costa
Santanderes
Cadenas
Institucional

Fuente: Diagrama comercial CMPC Tissue

Tabla 3
Categoría comerciales de CMPC Tissue Colombia

Categoría (i)	Unidad de Medida	Política de Inventario (promedio)
Tissue	Toneladas	30 Días
Institucional	Toneladas	60 Días
Pañal Bebe	Miles de Unidades	30 Días
Pañal Adulto	Miles de Unidades	90 Días
To Femenina	Miles de Unidades	90 Días
To Húmedas	Miles de Unidades	90 Días

Fuente: Carpeta de Gestión 2015

Se realizó el cálculo del costo de almacenamiento teniendo en cuenta los días de inventario promedio almacenados en cada centro de distribución de acuerdo a la política de inventarios de cada categoría, representado por (1).

$$Inv_{Prom} = \frac{Venta_{2016}}{2016} * \left(\frac{Política de Inv_{ki}}{30} \right) \quad (1)$$

$$Posiciones_{Prom} = \left(\frac{Inv_{Promedio}}{Prom_{Proyectado}} \right) / \left(\frac{Factor_{Almto_{ki}}}{ki} \right) \quad (2)$$

$$Costo_{Almto} = \sum_i Posiciones_{Prom} * Costo_{por Posicion_k} \quad (3)$$

Donde k es cada centro de distribución
i es cada categoría de producto

Con el número de unidades a almacenar se calculó las posiciones promedio en cada centro de distribución (2); este valor se multiplicará por la tarifa por posición de cada centro de distribución (3) y de esta manera se obtuvo el costo del almacenamiento en cada modelo.

El costo del transporte a cliente se calculó basado en el histórico del costo de distribución obtenido de la carpeta de

gestión del año 2015. El dato fue transformado en \$Costo/Unidad vendida para obtener el factor por categoría de venta y zona de transporte. El factor del costo de transporte se muestra en la Tabla 4 y se multiplica por la venta proyectado del año 2016. De esta manera el costo total del transporte se calculó de acuerdo con (4) para cada categoría en cada zona comercial.

Tabla 4
Unidad de medida para el factor del costo por categoría

Categoría (i)	Factor Costo de Transporte (CT _i)
Tissue	CT/Tonelada
Institucional	CT/Tonelada
Pañal Bebe	CT/Mil Unidades
Pañal Adulto	CT/Mil Unidades
To Femenina	CT/Mil Unidades
To Húmedas	CT/Mil Unidades

$$Costo_{de Transporte a Cliente} = \sum_{ij} CT_{ij} * Venta_{2016} \quad (4)$$

Donde i es cada categoría de producto
j es cada zona comercial

El costo de abastecimiento se calculó de manera similar al costo de transporte a cliente. Cambiando los factores de costo de transporte por categoría (CT2) el cual será por bulto movido, este se calculó con el histórico de la carpeta de gestión del año 2015. El costo de abastecimiento se representa en (5).

$$Costo_{de Abastecimiento} = \sum_{ij} CT2_{ji} * Venta_{2016} \quad (5)$$

Donde i es cada categoría de producto
j es cada zona comercial

Adicional a los costos de distribución se realizó el cálculo del ahorro del pago de ICA al pasar el reporte de facturación desde el municipio de Gachancipá al municipio de Tocancipá.

$$ICA = Venta_{2016} ($) * Tarifa_{ICA} \quad (6)$$

De esta manera el costo total de distribución de cada red se calculó como la sumatoria del costo de almacenamiento, transporte a cliente, abastecimiento y pago de ICA (7).

$$Costo_{Total} = Costos_{Almto} + Costo_{T. Cliente} + Costo_{T. Almto} + ICA \quad (7)$$

Por último se comparó los costos totales de cada red de distribución para obtener cuál de los dos modelos es el más económico.

Para el centro de distribución del modelo propuesto se tomó como capacidad inicial la suma de los centros de distribución a cerrar del modelo actual; teniendo en cuenta que estos no se cierran en el mismo mes para no afectar el nivel de servicio al cliente.

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la recolección de los datos de criterios de selección del municipio donde se ubicara el nuevo centro de distribución se muestran en la

Tabla 5. En la Tabla 6 se muestran los resultados de la evaluación de cada criterio y se subraya el municipio seleccionado para la ubicación del nuevo centro de distribución

Tabla 5
Resultados de Criterios ubicación Nuevo Centro de Distribución

Ubicación	Distancia (Km)	Tiempo Recorrido (Min)	ICA (\$Col/1000) Facturado
Zipaquira	27,1	45	7,0
Tocancipá	9	13	4,5
Cajica	25,4	32	6,0
Sopo	20,1	28	5,0

Fuente: maps.google.com [10]
<http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/Inicio.homeec> [11]

Tabla 6

Resultado evaluación criterios de selección

Ubicación	Distancia (Km)	Tiempo Recorrido (Min)	ICA (\$Col/1000) Facturado	Evaluación
Zipaquirá	3	1	2,0	2,0
Tocancipá	8	9	8,0	8,3
Cajica	4	3	4,0	3,7
Sopo	5	5	7,0	5,8
% Peso	30%	30%	40%	

De acuerdo a los criterios evaluados se tomó como ubicación para el nuevo centro de distribución el municipio de Tocancipá.

En la Figura 4 se ilustra el mapeo de la red de distribución propuesta con el nuevo centro de distribución en el municipio de Tocancipá.

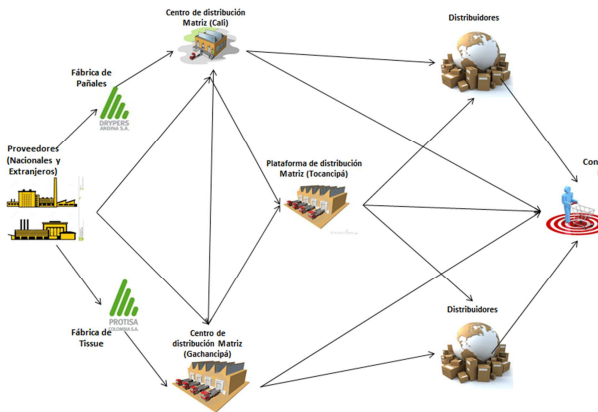


Figura 4. Red de Distribución Propuesta de CMPC Tissue Colombia

Con cada uno de los modelos identificados se realizó el cálculo de los costos de almacenamiento para cada red de distribución, empezando por identificar el número de posiciones necesarias de acuerdo a la proyección de venta.

En la Tabla 7 se muestra la venta estimada en pallets por cada una de las categorías.

Tabla 7
Venta estimada por mes, año 2016 (Pallets)

Categoría/CD	VENTA 2016 (PALLETES)					
	BOLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOCA
Adulto	74	74	88	2.343	660	537
Institucional	642	4.538	489	3.678	12.973	8.569
Pañal Nacional	640	251	1.101	18.049	7.086	5.761
Tissue Masivo	2.954	8.505	15.196	16.371	70.352	26.476
To Femenina	33	32	196	4.878	1.065	1.155
To Húmedas	3	2	5	220	62	43
Dispensadores	396	139	403	769	1.896	846
TOTAL	4.741	13.540	17.477	46.307	94.093	43.386

De acuerdo con (3) se calculó el costo de almacenamiento de cada centro de distribución para cada categoría, los resultados se pueden ver en las

Tabla 8 y Tabla 9. Tabla 7

Tabla 8
Costo almacenamiento Modelo Actual

Categoría/CD	GASTO ALMTO ACTUAL (\$MCOL)					
	BOLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOTAL
Adulto	5.005	3.380	3.593	91.290	22.497	125.765
Institucional	43.313	206.802	20.008	143.319	260.407	673.849
Pañal Nacional	43.173	11.439	45.048	703.366	197.753	1.000.778
Tissue Masivo	199.404	387.557	621.991	637.968	1.204.552	3.051.472
To Femenina	2.225	1.445	8.012	190.113	64.665	266.459
To Húmedas	191	72	212	8.557	2.129	11.161
Dispensadores	26.746	6.325	16.482	29.958	38.211	117.721
TOTAL	320.057	617.019	715.345	1.804.572	1.790.213	5.247.205

Tabla 9
Costo Almacenamiento Modelo Propuesto

Categoría/CD	GASTO ALMTO PROPUESTO (\$MCOL)						
	BOLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOCA	TOTAL
Adulto	1.585	1.637	1.439	91.290	9.010	23.526	128.487
Institucional	17.536	110.653	10.383	202.826	218.649	375.308	935.355
Pañal Nacional	12.214	6.583	16.458	703.366	72.251	252.311	1.063.183
Tissue Masivo	63.938	168.937	252.641	637.968	684.133	1.159.628	2.967.245
To Femenina	983	984	4.481	271.989	36.164	50.571	365.172
To Húmedas	57	38	81	8.442	811	1.900	11.328
Dispensadores	5.421	2.675	4.282	21.225	9.927	37.062	80.592
TOTAL	101.735	291.507	289.764	1.937.107	1.030.945	1.900.305	5.551.363

Para los costos de transporte a cliente se utilizó la Tabla 4 para el cálculo del factor a multiplicar de la venta estimada en toneladas y unidades.

Tabla 10
Venta estimada (Ton-Und) 2016

Categoría/CD	VENTA 2016 (Ton-Und)						
	CENTRO	SUROC.	ANTIOQU.	COSTA	STDER	CADENAS	INSTIT.
Adulto	654	1.329	217	62	695	643	-
Institucional	-	8	4	-	-	56	6.259
Pañal Nacional	52.848	46.314	25.416	23.058	14.400	17.946	18
Tissue Masivo	7.264	5.603	4.773	2.260	2.522	5.611	363
To Femenina	42.646	15.341	17.901	7.069	16.391	2.652	-
To Húmedas	1.313	3.736	1.854	1.139	131	1.521	56
Dispensadores	-	-	-	-	-	-	-

Con la venta y el factor del costo de fletes se obtuvo el costo de transporte a cliente para cada modelo de acuerdo con (4), los resultados se reflejan en la Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11
Costo de transporte a cliente Modelo Actual

Categoría/Zona	GASTO FLETES ACTUAL (\$MCOL)							
	CENTRO	SUROC.	ANTIOQUIA	COSTA	STDER	CADENAS	INSTIT.	TOTAL
Adulto	15.691	27.883	11.841	3.050	29.119	18.364	-	105.947
Institucional	-	2.825	3.925	-	-	13.920	1.681.530	1.702.200
Pañal Nacional	452.642	336.271	234.244	315.376	157.838	184.780	284	1.681.435
Tissue Masivo	1.610.412	1.833.561	1.823.191	1.517.179	1.216.767	2.160.124	196.671	10.357.906
To Femenina	74.204	33.443	67.254	44.087	79.711	7.036	-	305.735
To Húmedas	1.252	3.410	1.710	1.455	150	2.444	100	10.521
TOTAL	2.154.201	2.237.393	2.142.166	1.881.147	1.483.585	2.386.668	1.878.585	14.163.745

Tabla 12
Costo de Transporte a cliente Modelo Propuesto

Categoría/Z	GASTO FLETES PROPUESTO (\$MCOL)							
	CENTRO	SUROC.	ANTIOQUIA	COSTA	STDER	CADENAS	INSTIT.	TOTAL
Adulto	16.005	28.441	12.077	3.111	29.701	18.731	-	108.066
Institucional	-	2.882	4.004	-	-	14.198	1.715.161	1.736.244
Pañal Nacio	461.695	342.996	238.929	321.683	160.995	188.476	290	1.715.064
Tissue Mas	1.642.620	1.870.233	1.859.655	1.547.523	1.241.103	2.203.326	200.605	10.565.064
To Femenina	75.688	34.112	68.599	44.969	81.306	7.176	-	311.850
To Húmedas	1.277	3.479	1.745	1.484	153	2.493	102	10.731
TOTAL	2.197.285	2.282.141	2.185.009	1.918.770	1.513.257	2.434.401	1.916.157	14.447.020

Por medio de (5) se obtuvo el costo de abastecimiento, dado el valor por bulto movido. En la

Tabla 13 evidencia la venta en bultos la cual se multiplica por el valor por bulto movido de acuerdo a cada centro de distribución.

Tabla 13
Venta estimada (Bultos) 2016

Categoría/CD	VENTA 2016 (PACAS)					
	BOLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOCA
Adulto	1.911	927	2.402	19.412	18.215	7.109
Institucional	50.360	210.645	74.130	116.056	981.526	388.670
Pañal Nacional	51.433	2.964	70.029	319.337	306.237	159.273
Tissue Masivo	201.062	329.436	566.836	1.135.527	4.726.132	1.625.054
To Femenina	8.557	873	38.157	65.272	251.904	47.454
To Húmedas	1.438	125	2.476	7.839	6.600	2.790
Dispensadores	22.506	7.885	22.874	43.670	107.724	67.845
TOTAL	337.267	552.855	776.903	1.707.113	6.398.338	2.298.195

En las Tabla 14 y Tabla 15 se muestra el resultado de los costos de abastecimiento del modelo actual y el modelo propuesto respectivamente.

capacidad de almacenamiento, despacho y ubicación para futuros desarrollos.

Tabla 14
Costo Abastecimiento Modelo Actual

Categoría/CD	GASTO ABSMTO ACTUAL (\$MCO)					
	BQLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOTAL
Adulto	4.688	1.275	4.693	-	18.215	28.871
Institucional	73.173	79.202	70.720	116.056	-	339.151
Pañal Nacional	126.165	4.079	136.836	-	306.237	573.317
Tissue Masivo	292.143	123.868	540.762	1.135.527	-	2.092.300
To Femenina	20.991	1.201	74.558	-	251.904	348.655
To Humedas	3.528	172	4.838	-	6.600	15.137
Dispensadores	32.701	2.965	21.822	43.670	-	101.158
TOTAL	553.389	212.763	854.228	1.295.253	582.955	3.498.589

Tabla 15
Costo Abastecimiento Modelo Propuesto

Categoría/CD	GASTO ABSMTO PROPUESTO (\$MCO)						
	BQLLA	BGTA	MDLLIN	CALI	GACHA	TOCA	TOTAL
Adulto	762	654	909	-	3.498	7.109	12.933
Institucional	17.118	41.413	10.977	236.081	-	40.810	346.399
Pañal Nacional	12.269	5.496	21.724	-	71.578	159.273	270.340
Tissue Masivo	84.455	85.557	361.423	1.004.828	-	170.631	1.706.894
To Femenina	1.048	999	7.666	-	18.352	35.590	63.655
To Humedas	134	73	248	-	1.519	2.790	4.764
Dispensadores	9.354	1.769	8.002	43.670	-	7.124	69.920
TOTAL	125.141	135.963	410.949	1.284.579	94.947	423.327	2.474.905

El cálculo del pago del ICA se muestra en la Tabla 16, en donde se evidencia la disminución del pago a pasar la facturación del municipio de Gachancipá al municipio de Tocancipa.

Tabla 16
Valor a pagar de ICA

VENTA TOCANCIPA (\$MCO) 2016	\$	133.800.501
ICA GACHANCIPÁ 2016	\$	1.471.806
ICA TOCANCIPA 2016	\$	602.102

En la Tabla 17 se muestra los costos totales de acuerdo con (7) para cada modelo. En el cual se puede apreciar la diferencia de costos entre el modelo actual y el modelo propuesto.

Tabla 17
Resultado Final Costo Total de Distribución

	COSTO TOTAL DE DISTRIBUCIÓN	
	MODELO ACTUAL	MODELO PROPUESTO
ALMACENAMIENTO	5.247.205	5.551.363
TRANSPORTE CLIENTES	14.163.745	14.447.020
TRANSPORTE ABASTECIMIENTO	3.498.589	2.474.905
PAGO DE ICA	1.471.806	602.102
TOTAL	24.381.345	23.075.391
DIFERENCIA		(1.305.954)

IV. CONCLUSIONES

- El modelo propuesto logra cumplir con los requerimientos esperados para el despacho a cliente y ahorrar el 5,36% de los costos logísticos.
- De acuerdo al resultado final se evidencia en la suma del costo total sin tomar el pago de ICA; un ahorro de 436'2 millones y un ahorro significativo en el pago del ICA el cual es de 869,7 millones.
- Aunque el ahorro en los costos logísticos es el 50% del ahorro en el pago de ICA, la compañía gana un nuevo modelo de distribución más robusto y capaz de responder al crecimiento esperado de las ventas.
- El modelo de distribución centralizado genera principalmente grandes ahorros en el movimiento de mercancías, dado que ahorra tener inventarios mínimos en cada centro de distribución y no incurrir en sobrecostos de abastecimiento para cada uno.
- Es importante como recomendación para la estrategia de un modelo de distribución que los centros de distribución sean del operador logístico, dado que se podrá ser flexible en la

V. REFERENCIAS

- [S. Chopra and P Meindl, "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation," *Journal of Purchasing & Supply Management*, vol. 5, pp. 212 - 213, 2013.
- [Juan Pablo Atún, "Distribución Urbana de 2] Mercancías: Estrategias con Centros Logísticos," Banco Interamericano de Desarrollo, 2013.
- [Ronald H. Ballou, *Logística: Administración de la 3] Cadena de suministro*. Mexico, 2004.
- [Raul Humberto Araneda Martinez and Reinaldo 4] Javier Moraga, "La decisión de localización en la cadena de suministro," *Revista de Ingeniería Industrial*, 2004.
- [Nona Onnela, "Determining the Optimal Distribution 5] Center location," Tampere University of Technology, 2015.
- [k. Barcia, "Metodología para Mejorar un Proceso de 6] Ensamble Aplicando el Mapeo de la cadena de valor (VSM)," *Revista Tecnológica ESPOL*, vol. 20, no. 1, pp. 31-38, Octubre 2007.
- [Rubio S Ribas I, "Decisiones en el Diseño de Redes 7] de Logística Inversa: Propuesta de un Modelo de Decisión," *Book of Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management - XVII Congreso de Ingeniería de Organización.*, pp. 1025-1033, 2013.
- [Mediavilla Miguel and Martínez Sandra, "Innovación 8] en la gestión de operaciones en el sector sanitario: nuevas tendencias," *Sociedad Española de directivos de la salud*, 2014.
- [CARLOS DUVÁN GARCÉS RAMÍREZ, "MODELO 9] DE ENTREGAS DIRECTAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS LOGÍSTICOS DE DISTRIBUCIÓN EN EMPRESAS DE CONSUMO MASIVO," UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MANIZALEZ, TESIS 2010.
- [Mapas de Google. [Online]. maps.google.com 10]
- [Gobernación de Cundinamarca. [Online]. 11] <http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/Inicio.homegq>
- [Jaime Andres Ramos Ramos, "Diseño de una red de 12] centros de distribución para una cadena de supermercados," Santiago de Chile, 2013.