

Un enfoque Analítico para la Reposición de Productos de la Compañía Jhonson & Jhonson en su Red de Puntos de Venta

Resumen

De forma periódica, la Compañía *Jhonson & Jhonson Chile* (SCJ) debe realizar la programación de las visitas para la reposición de sus productos en sus puntos de venta. Esta programación incluye el secuenciamiento de visita de los puntos diariamente, así como, el diseño de las jornadas laborales de los reponedores. Tanto el secuenciamiento de visitas, como el diseño de las jornadas laborales deben considerar una serie de requerimientos operativos y propios del negocio, transformando estos dos problemas en tareas realmente complejas de realizar manualmente. En este artículo se presenta un enfoque de solución analítico que permite resolver el problema asociado a la gestión de la reposición de productos para SCJ en su red de puntos de venta. Este enfoque contempla la resolución de modelos de optimización basados en principios de la investigación de operaciones. Los resultados obtenidos al aplicar dicho enfoque muestran que las soluciones entregadas permiten cubrir un mayor número de puntos de ventas, pasando de un 68% de cobertura a más de un 88%, utilizando la misma dotación de personal.

Keywords: Gestión de personal, programación de operaciones, ruteo.

1. Introducción

Hoy en día muchas compañías que utilizan las diferentes cadenas de supermercado como puntos de venta para sus productos poder llegar a sus clientes finales. Un aspecto fundamental para hacer rentable un punto de venta es que siempre los clientes encuentren disponibles en las góndola los productos que andan buscando, tanto en tamaño como en forma. Cuando un punto de

venta tiene problemas de gestión de suministro se provocan los quiebres de stock, generando que un consumidor no encuentre un producto en punto de ventas en su lugar habitual, variedad y forma deseada. En consecuencia, un buen indicador de efectividad que mide la gestión de un punto de ventas es el porcentaje de quiebres de stock o Faltantes de Mercadería en Góndolas (FMG) que posee.

Existen muchas razones por las cuales existen FMG en un punto de venta siendo posible mencionar por ejemplo: 1) problemas de gestión del inventario del producto, 2) que los supermercados no realicen a tiempo sus pedidos de mercadería, 3) malos pronósticos de demanda, 4) problemas de gestión de envío desde los centros de distribución o 5) problemas asociados a la reposición y entrega de los mismo proveedores, entre otros. Es claro que cuando un consumidor no compra un producto debido a que no se encuentra disponible en un punto de venta existe una pérdida para la compañía, pues su nivel de satisfacción es necesariamente menor. Esta baja en la satisfacción puede ocasionar diferentes comportamientos en los consumidores como cambios de marca y formatos, cambios de supermercado, postergaciones de la compra o simplemente no compraran el producto. Es claro que cualquiera sea la reacción de un consumidor existirán pérdidas económicas y de imagen, tanto para el supermercado, como para la compañía que tiene sus productos en las góndolas.

Según algunos estudios (GS1, 2012) en los países desarrollados el FMG alcanza un 8%, mientras que en Latinoamérica bordea el 15% existiendo una gran dispersión. Por ejemplo en el año 2012, en República Dominicana el FMG es de un 28.07%, mientras que en Uruguay y Costa Rica es de un 6.36% y un 7.3% respectivamente. Particularmente, en Chile el FMG bordea el 15% siendo la reposición de los productos el causante del 41% de estos quiebres de stock.

En general, se observa que la tarea de reposición de productos se realiza de forma muchas veces por medio de reponedores que son subcontratados con empresas intermediarias, existiendo una alta rotación, escasa supervisión y casi nula capacitación de este tipo de operario. Si además, consideramos que la gestión del recurso humano encargado de las reposiciones es realizadas por las mismas empresas intermediarias, se puede deducir que es posible mejorar esta tarea con la utilización de enfoques analíticos que permitan hacer más eficiente la gestión del personal que repone los productos.

Dentro de este contexto, la Compañía *Jhonson & Jhonson* (SCJ) en su filial de Chile tiene el problema de determinar de manera óptima, tanto las rutas de de visita de los reponedores de productos para todos sus puntos de venta, como las jornadas laborales de dichos reponedores. Cabe destacar que tanto el tiempo de reposición de productos, como la frecuencia de visitas a un punto de venta, depende directamente de las ventas y las unidades vendidas de dicho punto. Actualmente, la programación de las visitas de los puntos de venta es realizada mediante un enfoque manual, en donde los reponedores utilizan la red de transporte público de buses y trenes de Santiago.

De acuerdo con lo anterior, en este artículo se presenta un enfoque de solución analítico basado en modelos de optimización que resuelven el problema de SCJ. Este modelo determina las rutas de visita de los puntos de venta que deben seguir día a día, así como, las jornadas laborales de los reponedores. Cabe destacar que, en este trabajo se utilizaron los tiempos de viaje para el transporte público entregados por el servicio de Google Maps (<https://developers.google.com/maps/?hl=es>).

La estructura de este artículo es como sigue. La sección 2 presenta la revisión de la literatura existente, la sección 3 presenta en detalle el problema estudiado, la sección 4 presenta el enfoque de solución propuesto, la sección 5 presenta los resultados experimentales. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones de esta investigación.

2. Revisión de la literatura

La programación del personal corresponde al proceso por el cual se construyen programaciones horarias de las tareas que realiza el personal de una organización con tal de satisfacer una demanda por un producto o servicio. Se ha mostrado en la literatura que es extremadamente difícil encontrar buenas soluciones de forma manual, dado que el problema tiene un alto número de condiciones y requerimientos, lo que hace difícil encontrar soluciones óptimas que minimicen costos, que asegure cargas de trabajo parejas y que satisfagan condiciones asociadas a los lugares de trabajo (Ernst, A., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Sier, D., 2004). Existe una amplia literatura asociada a la gestión del personal, como por ejemplo: transporte de aerolíneas (Butchers, E., Day, P., Goldie, A., Miller, S., Meyer, J., Ryan, D., Scott, A., Wallace, C., 2001), servicios de correo (Bard, J., Binici, C., De Silva, A., 2003), enfermería (Burke, E., Curtois, T., 2013) y mantenimiento (Alfares, H., 1999), entre otros. En general, este tipo de problemas han sido resueltos mediante enfoques heurísticos (Lequy, Q., Desaulniers, G., Solomon, M., 2012) o mediante modelos de optimización (Naudin, E., Chan, P., Hiroux, M., Zemmouri, T., Weil, G., 2012). Una interesante revisión de la literatura existente la presentan Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., De Boeck, L., (2013).

En la gestión de la cadena de suministro, uno de los principales recursos para la producción es el recurso humano (Graham, D., 2003). Por tanto, la programación de actividades de este de

recurso es un punto crucial para la eficiencia de las operaciones de la cadena de suministro. Sin embargo, si consideramos que la distribución de los periodos de mayor carga trabajo durante el día o semana es desigual, genera que en muchas ocasiones no sea posible hacer calzar turnos estándares de 8 horas. Este último elemento aumenta la complejidad para los administradores, pues aumenta la combinatoriedad del problema (Brucker, P., Qu, R., Burke, E., 2011). Al existir un desbalance de la carga de trabajo genera que en ciertas ocasiones se tengan que asignar turnos más cortos o más largos, que se obligue a algunos empleados a tomar un día libre o contratar trabajadores a tiempo parcial (Ladier, 2014).

Cabe destacar que a diferencia de los trabajos presentados anteriormente, en nuestro caso además de tener que programar las visitas de los reponedores, incorporamos dentro de nuestro enfoque dos elementos adicionales asociados a la definición del secuenciamiento de visita de los puntos de venta, es decir optimizar el ruteo, además de diseñar una solución para poder hacer una distribución eficiente de la carga de trabajo durante los días de la semana para los reponedores.

3. Descripción del problema

Jhonson & Jhonson (SCJ) es una compañía estadounidense fabricante de diferentes productos farmacéuticos, productos de cuidado personal, perfumes y productos para bebés. Actualmente, esta compañía comercializa sus productos en más de 1.000 puntos de ventas distribuidos en todo Chile.

El número de horas totales que demanda un punto de venta para la reposición de los productos es directamente proporcional al número total de cajas vendidas. Si llamamos m al número total de cajas vendidas en una semana en un punto de venta y n al número de cajas que

puede que un reponedor puede restituir en las góndolas, el número total de horas de reposición de dicho punto es igual a m/n . Dado que se deben definir jornadas diarias para los reponedores, se hace necesario determinar la distribución del total de horas semanales en los diferentes días de la semana. Por tanto, al resolver este último problema será posible determinar qué días de la semana se debe realizar una visita y cuál debe ser su duración.

La reposición de los productos en los puntos de venta es realizada por un conjunto de reponedores los cuales visitan entre 1 y 4 puntos de ventas diariamente con un máximo de 9 puntos de venta a la semana. Las jornadas laborales de los reponedores deben respetar una serie de condiciones, como por ejemplo: un máximo de 8 horas diarias y 45 horas semanales, contemplar al menos dos días libres cada semana y que al menos un día domingo este libre cada dos semanas. Otro aspecto que agrega mayor complejidad a la resolución del problema recae en que existen ciertas cadenas de supermercados se exigen que un punto de venta siempre sea visitado por el mismo conjunto de reponedores. Esta condición busca tener un mayor control del ingreso de personal externo al supermercado.

De acuerdo con lo anterior, el desafío principal de este trabajo es desarrollar un enfoque de solución analítico que permita optimizar las rutas de atención de los puntos de venta y diseñar las jornadas laborales de los reponedores. En este ámbito se busca por un lado maximizar cobertura total y asegurar coberturas mínimas a ciertas cadenas con los recursos que actualmente posee SCJ.

Actualmente, la empresa cuenta con 68 reponedores, los cuales cubren cerca del 68% de los puntos de venta de la compañía visitándolos en algún momento de la semana. En general, la cobertura busca visitar siempre a los puntos de venta que consumen la mayor cantidad de

productos en los días en que éstos poseen la mayor venta. Sin embargo, ha hacer un análisis más fino de la cobertura, estas visitas no siempre cumplen con la cantidad de horas que el punto de ventas necesita. La Figura 1 muestra el porcentaje de cobertura de los puntos de venta que son cubiertos respecto del porcentaje de horas asignadas al punto de venta respecto del total de la solución propuesta por el enfoque manual. De este gráfico se deduce que solo al 57% de los puntos de venta se les asigna al 100% de las horas requeridas para la reposición de los productos. Cabe destacar que el enfoque manual resuelve el problema mediante la prueba y el error.

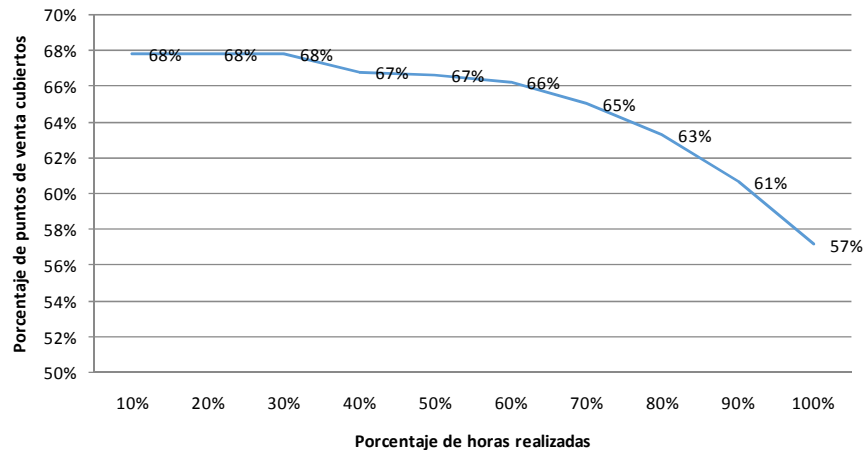


Figura 1. Cobertura de los puntos de venta respecto del porcentaje de horas asignadas.

4. Descripción del enfoque Analítico propuesto

El enfoque de solución propuesto en este trabajo contempla 3 fases secuenciales las cuales se describen a continuación.

4.1 Fase I: Distribución de horas de reposición semanal

La primera etapa busca determinar la distribución diaria de las horas de reposición de cada punto de venta en una semana. Esta distribución es realizada por medio de dos tipos de

patrones: 1) patrones de días (por ejemplo lunes-miércoles-viernes) y 2) patrones de horas (por ejemplo 2.5 horas diarias). A continuación se describe el modelo de optimización utilizado en esta fase.

Conjuntos de índices

- i : Conjunto de puntos de venta.
- d : Conjunto de días de la semana.
- p : Conjunto de patrones de visita

Parámetros:

- V_{id} = Número de cajas vendidas totales del punto de venta i en el día d .
- H_i = Número de horas totales de reposición que se deben asignar al punto de venta i .
- Dia_i = Número de días que debe ser visitado el punto de venta i en una semana. Este parámetro define el patrón de días.
- $Horas_p$ = Número de horas que contempla el patrón p .
- Pat_visita_{ip} = 1 si el punto de venta i puede utilizar el patrón de horas p , 0 en caso contrario.
- Pat_Dia_{dp} = 1 si el día d está contenido en el patrón de horas p , 0 en caso contrario.
- Max_Dif = Máxima diferencia en el número de horas que se pueden asignar entre días de la semana a un mismo punto de venta.

Variables de Decisión

$$X_{idp} = \begin{cases} 1 & \text{Si al punto de venta } i \text{ se le asigna un patrón de horas } p \text{ el día } d \\ 0 & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$$Y_{ip} = \begin{cases} 1 & \text{Si al punto de venta } i \text{ se le asigna el patrón de horas } p. \\ 0 & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$$W_{id} = \begin{cases} 1 & \text{Si al punto de venta } i \text{ se visita el día } d \\ 0 & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

Función Objetivo: Se busca maximizar que el número total de horas de atención de un día sea el mismo día de mayor venta del punto. En este caso los puntos de venta que poseen la mayor cantidad de cajas vendidas tendrán preferencia.

$$\text{Max } z = \sum_i \sum_d \sum_p X_{idp} \cdot \text{Horas}_p \cdot V_{id}$$

Restricciones:

1. Asignar para cada punto de venta el número de horas semanales adecuado:

$$\sum_d \sum_p X_{idp} \cdot \text{Horas}_p = H_i \quad \forall i.$$

2. Asignar el número de días en que se debe visitar cada punto de venta:

$$\sum_d \sum_p X_{idp} = \text{Dia}_i \quad \forall i.$$

3. No asignar más de patrón de horas por día a cada punto de venta:

$$\sum_p X_{idp} \leq 1 \quad \forall i, d.$$

4. Activación de la variable W:

$$\sum_p X_{idp} \leq W_{id} \quad \forall i, d.$$

5. Respetar el patrón de visita diario para cada punto de venta:

$$W_{id} \leq \sum_p \text{Pat_visita}_{ip} \cdot \text{Pat_Dia}_{dp} \cdot Y_{ip} \quad \forall i.$$

6. No utilizar más de un patrón de visita por punto de venta:

$$\sum_p Y_{ip} \leq 1 \quad \forall i.$$

7. No asignar más de Max_Dif horas de diferencia entre los días d y d' de visita dentro de una semana a un mismo punto de venta:

$$\sum_p X_{idp} \cdot Horas_p - \sum_p X_{id'p} \cdot Horas_p \leq Max_Dif + M \cdot (2 - W_{id} - W_{id'}) \forall i, d, d'.$$

$$\sum_p X_{idp} \cdot Horas_p - \sum_p X_{id'p} \cdot Horas_p \leq -Max_Dif - M \cdot (2 - W_{id} - W_{id'}) \forall i, d, d'.$$

4.2 Fase 2: Generación del conjunto total de rutas factibles

La segunda etapa tiene como objetivo construir el conjunto total de rutas factibles que pueden ser realizadas por cada reponedor. Cabe destacar que una ruta es factible cuando la suma total de tiempo viaje más el tiempo de reposición no supera las 8 horas. Por tanto, esta secuencia de visita permite estimar el tiempo total de la ruta considerando los tiempos de reposición de cada punto de venta más los tiempos de viaje entre cada par de puntos de venta de la ruta. Para la generación del conjunto total de rutas se diseñó un algoritmo de enumeración iterativo que entrega el conjunto total de rutas factibles que pueden realizarse cada día.

4.3 Fase 3: Determinación de jornadas laborales y coberturas

La tercera etapa determina la jornada laboral de cada reponedor considerando todas las condiciones laborales y las visitas que deben ser realizadas durante una semana mediante un modelo de optimización. Este modelo tiene como objetivo minimizar el costo total de la

operación de las rutas y el costo total por la contratación de los reponedores considerando un horizonte de planificación de 2 semanas.

Conjunto de índices

- i : Conjunto de puntos de venta.
- d : Conjunto de días de la semana.
- r : Conjunto de rutas factibles.
- m : reponedores.
- c : cadenas de supermercados.

Parámetros

- $b_{ri} = 1$ si la ruta r visita al punto de venta i , 0 en caso contrario.
- $a_{ri} =$ Duración de la visita al punto de venta i en la ruta r , 0 si no hay visita.
- $N_i =$ Número de días de visitas al punto de venta i .
- $CoberturaMin_c =$ Número mínimo de horas de vista que deben tener los puntos de venta de cadena de supermercado c .
- $MaxMercad_i =$ Número máximo de reponedores distintos que pueden visitar el punto de venta i .
- $rutadia_{rd} = 1$ si la ruta r debe ser realizada el día d , 0 en caso contrario.
- $rutad_r = 1$ si la ruta r debe ser realizada el día *domingo*, 0 en caso contrario.
- $f_{ic} = 1$ si el punto de venta i pertenece a la cadena de supermercados c , 0 en caso contrario.
- $C_{rm} =$ Costo monetario de la ejecución de la ruta r por el reponedor m .

- CC_m = Costo de contratación del reponedor m .

Variables de decisión

- $x_{rm} = \begin{cases} 1, & \text{si el reponedor } m \text{ realiza la ruta } r \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$
- $z_{mi} = \begin{cases} 1, & \text{si el reponedor } m \text{ visita el punto de venta } i \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$
- $g_{im} = \begin{cases} 1, & \text{si } m \text{ es el reponedor "principal" del punto de venta } i \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$
- $y_m = \begin{cases} 1, & \text{si el reponedor } m \text{ trabaja algún día dentro del horizonte} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$

Función objetivo: Se busca minimizar los costos totales de la operación, es decir, minimizar el costo total de la asignación de rutas más el costo total asociado a la contratación de reponedores.

$$\text{Min } z = \sum_r \sum_m C_{rm} x_{rm} + \sum_m CC_m y_m$$

Restricciones

- Todos los puntos de venta deben ser visitados por alguna ruta y reponedor:

$$\sum_m \sum_r b_{ri} x_{rm} = 1 \quad \forall i.$$

- Cada ruta se puede realizar a lo más una vez:

$$\sum_m x_{rm} \leq 1 \quad \forall r.$$

- Cada reponedor hace a lo más una ruta por día:

$$\sum_r \text{rutadia}_{rd} x_{rm} \leq 1 \quad \forall m, d.$$

- Un reponedor puede trabajar a lo más 6 días seguidos:

$$\sum_{j \in E_d} \sum_r \text{rutadia}_{rd} x_{rm} \leq 6 \quad \forall m, d.$$

- Cada reponedor debe tener un domingo libre cada dos semanas:

$$\sum_r \text{rutad}_r x_{rm} \leq 1 \quad \forall m.$$

- Se debe respetar la cobertura mínima por cadena de supermercado:

$$\sum_m \sum_r a_{ri} f_{ic} x_{rm} \geq \text{CoberturaMin}_c \quad \forall c.$$

- Asignación reponedor-punto de venta (activación de la variable z_{mi})

$$\sum_r b_{ri} x_{rm} \leq N_i z_{mi} \quad \forall m, i.$$

- Número máximo de reponedores distintos por punto de venta:

$$\sum_m z_{im} \leq \text{MaxMercad}_i \quad \forall i.$$

- Activación variable que identifica el reponedor “principal” de punto de venta:

$$\sum_r b_{ri} x_{rm} \leq P_i g_{mi} \quad \forall m, i.$$

- Cada punto de venta tiene un reponedor “principal”:

$$\sum_m g_{im} \geq 1 \quad \forall i.$$

- Activación variable que verifica si el reponedor m trabaja:

$$\sum_r x_{rm} \leq 12 y_m \quad \forall m.$$

5. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos por la aplicación del enfoque de solución propuesto en comparación con el procedimiento manual que utilizaban al momento de la

aplicación. La instancia utilizada contempla 290 puntos de venta pertenecientes a 9 cadenas de supermercados diferentes los cuales se encuentran distribuidos geográficamente en todo Santiago (ver Figura 2).

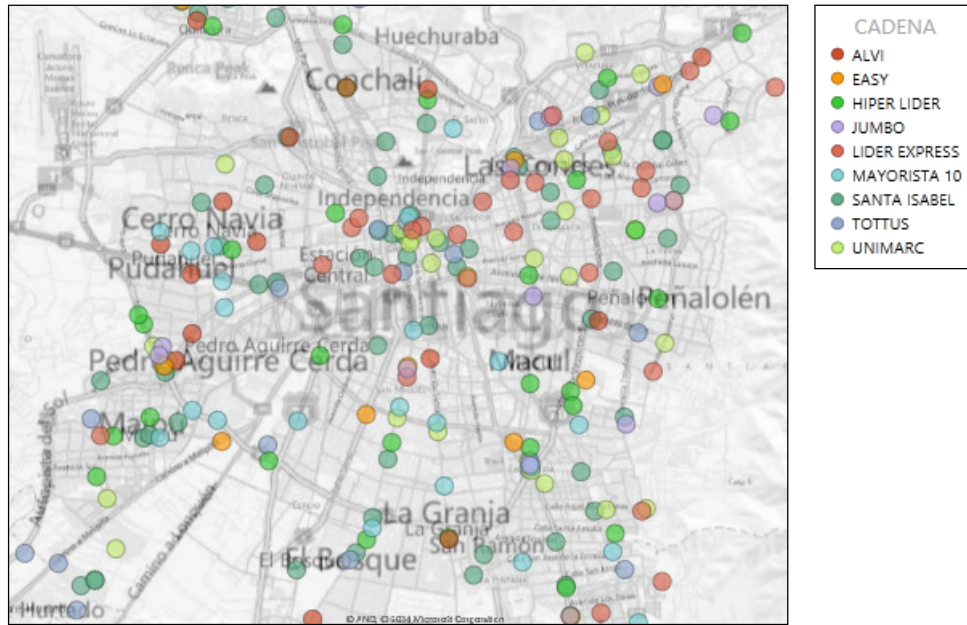


Figura 2. Distribución de los puntos de venta y cadenas de Santiago.

La Figura 3 muestra el porcentaje de cobertura de los puntos de venta respecto del porcentaje de horas realmente asignadas respecto del total, para un igual número de reponedores. Si consideramos estas coberturas, la solución propuesta visita prácticamente todos los puntos de venta al menos una vez y un 88% de los puntos de venta son visitados todas las horas que requieren, a diferencia de la solución manual que solo alcanza un 68% del total. Por tanto, en promedio la solución propuesta por nuestro enfoque supera en más de 20 puntos porcentuales a la solución manual.

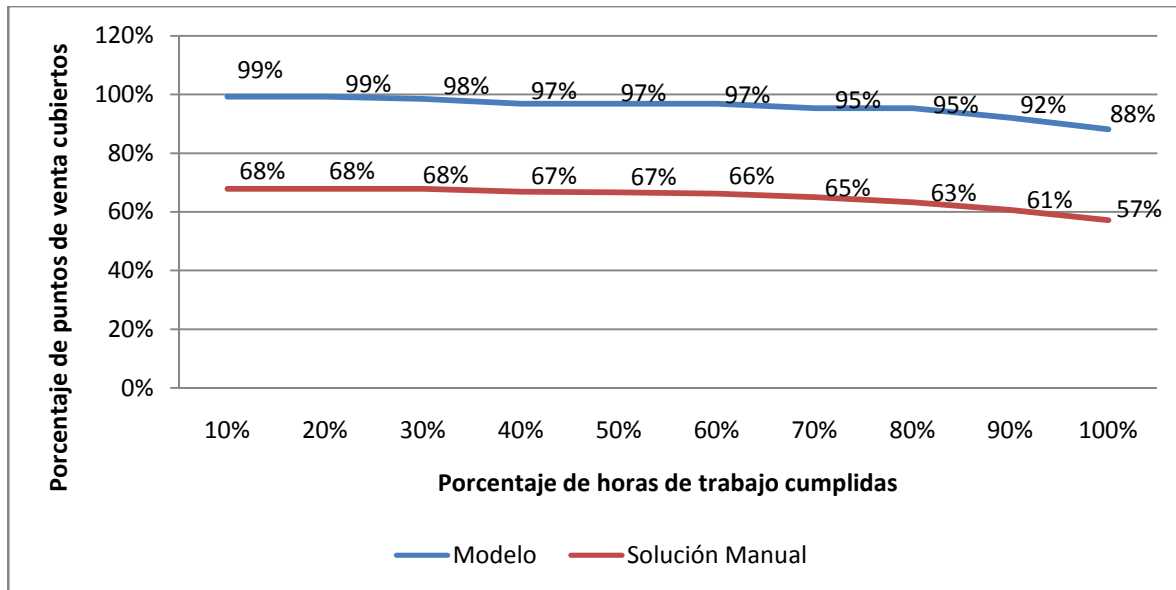


Figura 3. Cobertura de los puntos de venta de Santiago respecto del número de horas asignadas.

6. Conclusiones

En este trabajo se presenta un enfoque de solución analítico que permite resolver el problema de reposición de productos de la compañía *Jhonson & Jhonson* en una red de supermercados.

El enfoque propuesto genera resultados satisfactorios para la compañía, pues las soluciones entregadas permiten cubrir un mayor número de puntos de venta con la misma dotación de personal superando en más de 20 puntos porcentuales a la solución manual. Basado en los resultados, se concluye que con la incorporación de nuestro enfoque de solución la compañía se verá beneficiada la gestión de las visitas de los reponedores, encontrando soluciones más eficientes y a mínimo costo.

Bibliografía

Ernst, A., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Sier, D., 2004, "Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models", *European Journal of Operational Research*, vol. 153, pp. 3–27

Butchers, E., Day, P., Goldie, A., Miller, S., Meyer, J., Ryan, D., Scott, A., Wallace, C., 2001, "Optimized crew scheduling at Air New Zealand", *Interfaces*, vol. 31(1) pp 30–56.

Bard, J., Binici, C., De Silva, A., 2003, " Staff scheduling at the United States Postal Service", *Computers and Operations Research*, vol. 30 (5), pp. 745–771.

Burke, E., Curtois, T., 2013, "New approaches to nurse rostering benchmark instances", *European Journal of Operational Research*, vol. 237(1) pp 71-81.

Alfares, H., 1999, "Aircraft maintenance workforce scheduling: A case study", *J. Quality Maintenance Engrg.*, vol. 5(2), pp 78–88.

Lequy, Q., Desaulniers, G., Solomon, M., 2012, " A two-stage heuristic for multi-activity and task assignment to work shifts", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 63 (4), pp 831–841.

Naudin, E., Chan, P., Hiroux, M., Zemmouri, T., Weil, G., 2012, "Analysis of three mathematical models of the staff rostering problem", *Journal of Scheduling*, vol. 15, pp. 23–38.

Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., De Boeck, L., 2013, "Personnel scheduling: A literature review", *European Journal of Operational Research*, vol. 226 (3), pp 367–385.

Graham, D., 2003, "Warehouse of the future", *Frontline Solutions*, vol. 4, pp 20–26

Brucker, P., Qu, R., Burke, E., 2011, "Personnel scheduling: Models and complexity", *European Journal of Operational Research*, vol. 210 (3), pp 467–473.

Ladier, A., Alpan, G., Penz, B., 2014, "Joint employee weekly timetabling and daily rostering: A decision-support tool for a logistics platform", *European Journal of Operational Research*, vol. 234(1), pp 278-291.

GS1, 2013, "8vo estudio de Faltantes en Góndolas".