

# Asignación de turnos

Proyecto de pasantía

Universidad Adolfo Ibáñez

Ingeniería Civil Industrial

Nombre: Carolina Delgado Muñoz

# Índice

<b>Resumen ejecutivo español .....</b>	<b>4</b>
<b>English executive summary .....</b>	<b>5</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>6</b>
<b>Contexto de la empresa .....</b>	<b>6</b>
<b>Contexto del problema .....</b>	<b>6</b>
<b>Problema .....</b>	<b>7</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>9</b>
<b>General .....</b>	<b>9</b>
<b>Específicos .....</b>	<b>9</b>
<b>Estado del Arte .....</b>	<b>9</b>
<b>Problema farmacéutico .....</b>	<b>9</b>
<b>Problema Falabella .....</b>	<b>10</b>
<b>Staff scheduling and rostering .....</b>	<b>11</b>
<b>Solución .....</b>	<b>11</b>
<b>Propuestas de solución .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Heurísticas .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Branch &amp; Price .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Modelos Planning y Scheduling .....</b>	<b>12</b>
<b>Solución para implementar .....</b>	<b>12</b>
<b>Matriz de riesgo y mitigaciones .....</b>	<b>13</b>
<b>Evaluación económica .....</b>	<b>14</b>
<b>Costos fijos .....</b>	<b>15</b>
<b>Remuneraciones .....</b>	<b>15</b>
<b>Ingresos .....</b>	<b>15</b>
<b>Flujo de caja .....</b>	<b>16</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>16</b>
<b>Medidas de desempeño .....</b>	<b>17</b>
<b>Implementación .....</b>	<b>17</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>20</b>
<b>Resultado modelo Planning .....</b>	<b>20</b>
<b>Resultado modelo Scheduling .....</b>	<b>20</b>
<b>Análisis de resultados .....</b>	<b>21</b>

<b>Conclusiones y discusiones .....</b>	<b>23</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>25</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>26</b>
<b>Modelo Planning .....</b>	<b>26</b>
Índice.....	26
Parámetros .....	26
Variables.....	27
Restricciones .....	27
Función Objetivo .....	28
<b>Modelo Scheduling .....</b>	<b>28</b>
Índices .....	28
Parámetros .....	29
Variables.....	30
Restricciones .....	30
Función objetivo .....	32

## Resumen ejecutivo español

En el presente informe se trabajó con la empresa IKEA Chile. Centrándose en mejorar la eficiencia operativa y satisfacción del cliente en las tiendas de Open Kennedy (IOK) y Plaza Oeste (IPO). Específicamente, se trabajó en la asignación de turnos, cuantificada en horas-hombre (HH) para ambas tiendas, ya que actualmente el software que usan para realizar este trabajo no tiene datos suficientes para realizar asignaciones de manera certera; generando una sub-dotación y sobre-dotación. Teniendo como objetivo disminuir la brecha que existe entre las HH planificadas y las HH reales.

Para abordar el problema, se estimó la demanda con un forecast para poder calcular de manera más acertada la cantidad de colaboradores que se requieren. Se recopilaron las restricciones y datos necesarios respecto a los colaboradores para realizar una programación en dos modelos: Planning y Scheduling. El fin del primero es darnos la cantidad de colaboradores necesaria para satisfacer la demanda y el segundo nos entrega la distribución de los turnos para cada trabajador en específico considerando las restricciones de jornada y las gubernamentales para cada trabajador.

Para tener una solución más cercana a la realidad, se midieron los tiempos *in situ* de tareas que se encuentran en el flujo de las distintas áreas. Específicamente en el área de checkout, se tuvieron mediciones representativas, para la cual se usó una regresión lineal con el fin de obtener el tiempo que demora un co-worker en realizar una transacción. Este tiempo depende directamente de la cantidad de artículos que lleva el cliente.

Teniendo esta información se resolvieron ambos modelos otorgando una solución adecuada a las restricciones y función objetivo. Se obtuvo una disminución en la brecha de HH en el área de checkout de un 3.07 a 1.41 en la desviación estándar para los diferentes boques horarios en rangos de una hora; desde la apertura hasta el cierre de la tienda IOK. Para la tienda de IPO se tiene una disminución en la brecha parecida.

Uno de los resultados relevantes que se presentan es el cambio de colaboradores necesarios para cada jornada; disminuyendo algunos y aumentando otros para ajustarse de mejor manera a la demanda que presentan las tiendas.

## English executive summary

This report focuses on the work carried out at IKEA Chile, aiming to enhance operational efficiency and customer satisfaction at the Open Kennedy (IOK) and Plaza Oeste (IPO) stores. Specifically, the focus was on optimizing shift scheduling, quantified in men-hours (HH), for both locations. Currently, the software used for this task lacks sufficient data leading to inaccurate assignments and resulting in understaffing or overstaffing. The primary objective was to narrow the gap between planned HH and actual HH worked.

To address the issue, the demand was estimated through forecasting to calculate the required number of collaborators more accurately. Restrictions and necessary data regarding the collaborators were collected to create schedules using two models: Planning and Scheduling. The former aims to determine the necessary workforce to meet demand, while the latter provides the shift distribution for each specific worker, considering individual and governmental constraints.

To obtain a solution closer to reality, *in situ*-measurements of tasks were conducted within the workflow of the areas under study. Specifically in the checkout area, representative measurements were taken for which a linear regression was employed to determine the time a co-worker takes to complete a transaction. This time is directly dependent on the number of items the customer has.

With this information, both models were solved providing a suitable solution to the constraints and the objective function. There was a reduction in the gap of HH in the checkout area from 3.07 to 1.41 in the standard deviation for different hourly blocks; ranging from the store's opening to closing at IOK. A similar decrease pattern in the gap was observed for IPO.

One of the relevant outcomes presented is the change in the required collaborators for each shift; decreasing some and increasing others to better align with the demand exhibited by the stores.

# Introducción

## Contexto de la empresa

IKEA se consolida como una empresa de venta minorista con una trayectoria de 80 años y con una presencia global que abarca 458 tiendas en todo el mundo.

La visión de IKEA es clara: “crear un mejor día a día para la mayoría de las personas”. Para lograr esto, la marca ofrece una amplia variedad de muebles, decoración y utensilios para el hogar con el objetivo de que sean funcionales, de buen diseño y a precios tan bajos que la mayor cantidad de personas puedan acceder a estos.

En 2018, Grupo Falabella se asoció con IKEA para llevar la franquicia de la marca a Sudamérica, específicamente a Chile, Colombia y Perú. Aquí es donde nace IKSO spa, una fusión de “IKEA” y “Sodimac”. En agosto del 2022, en Chile se abrió la primera tienda de la franquicia en el centro comercial Open Kennedy (IOK) y, posteriormente, en diciembre de ese mismo año se inauguró la segunda tienda en el Mall Plaza Oeste (IPO). Estas tiendas presentan una gran diferencia: en IPO se tiene una tienda tradicional conocida como *blue box*, la cual se encuentra fuera del centro comercial y abarca una superficie de 25.000 metros cuadrados; en cambio, IOK es una tienda que se encuentra dentro del mall, por lo que es más compacta con una superficie de 15.000 metros cuadrados.

## Contexto del problema

IKEA Chile opera con una amplia gama de trabajadores dentro de sus tiendas y gestiona tres tipos de jornadas laborales: una modalidad full-time, con una carga horaria de 45 horas a la semana, y dos modalidades part-time, con jornadas de 25 y 20 horas respectivamente. Además, es importante destacar que los trabajadores con jornadas de 20 horas sólo están disponibles los fines de semana y festivos. Esta dotación se tiene que distribuir entre las distintas áreas de la tienda asegurando que todas queden cubiertas.

Para la creación de la malla de turnos de todos los trabajadores IKEA, la empresa cuenta con una herramienta fundamental: un software llamado SHIFT. Este se encarga de fijar los horarios de trabajo para las dos tiendas de Chile. A fin de que el sistema pueda funcionar adecuadamente, se necesita recopilar diversa información que será ingresada como input, siendo claves para la asignación. Estos datos incluyen la disponibilidad horaria de cada trabajador, la cantidad de áreas

presentes en la tienda, restricciones presupuestarias, delimitaciones legales, como el límite de 9 horas diarias de trabajo, la limitación de no trabajar más de 5 días consecutivos, tener dos domingos libres al mes para los trabajadores que tienen las jornadas más largas, entre otros. Con la información que actualmente se le está ingresando al programa, se está asegurando solamente la cobertura de la tienda para sus distintas áreas, es decir, se asegura de que siempre habrán co-workers en la apertura, durante la jornada y en el cierre de la tienda; esto sin contar la demanda que existe en cada área.

## Problema

Hoy en día no existen parámetros ni información para que el sistema SHIFT entregue los turnos de manera eficiente y así satisfacer de mejor manera la demanda de clientes, ya que, como se dijo, por ahora solo asegura la cobertura en tienda. Para corroborar esto con datos, se puede ver en la ilustración 1 la curva de transacciones en Checkout de lunes a domingo para la tienda de Open Kennedy. En la ilustración 2, se visualiza la misma información, pero para la tienda de Plaza Oeste. En estos gráficos se muestra el promedio de horas requeridas en esta área y las horas-humano que realmente se trabajan, es decir, dice cuántos trabajadores se necesitan y cuántos se tienen actualmente.

Para obtener la curva de requerimiento, es decir, la dotación que se necesita, primero, se calcula el promedio de las transacciones efectuadas en cada bloque horario a lo largo de los días de la semana, durante un periodo de tres meses: junio, julio y agosto. Luego, se utilizó el dato de que una transacción se demora en promedio dos minutos y medio en realizarse. Con esto se pudo calcular el tiempo que se emplea para realizar las transacciones diarias, al sacar el producto de estas por el tiempo que demora cada una. Teniendo este valor, se puede calcular el requerimiento horario de co-workers, al pasar los minutos a horas y dividirlo por 9, siendo este último valor las horas que trabaja un colaborador al día.

La curva de “promedio de HH reales” la obtenemos de la base de datos de cada tienda. Estas nos dicen las horas que se marcaron por los trabajadores en el sector de reloj control. Teniendo estas dos curvas definidas, se logra disponer de los gráficos anteriormente mencionados.

Al mirar los gráficos, se puede observar que en ambas tiendas estas dos curvas no tienen sincronía alguna cuando estas deberían estar alineadas y moverse juntas en el gráfico. Por ejemplo, en la

ilustración 2 de IPO, se ve que a las 11:00 de la mañana, en promedio se tiene seis trabajadores, pero se tiene un requerimiento de dos horas en ese mismo bloque horario. Aquí se nota que se está teniendo más personal del requerido realmente, en comparación a la demanda que se está teniendo.

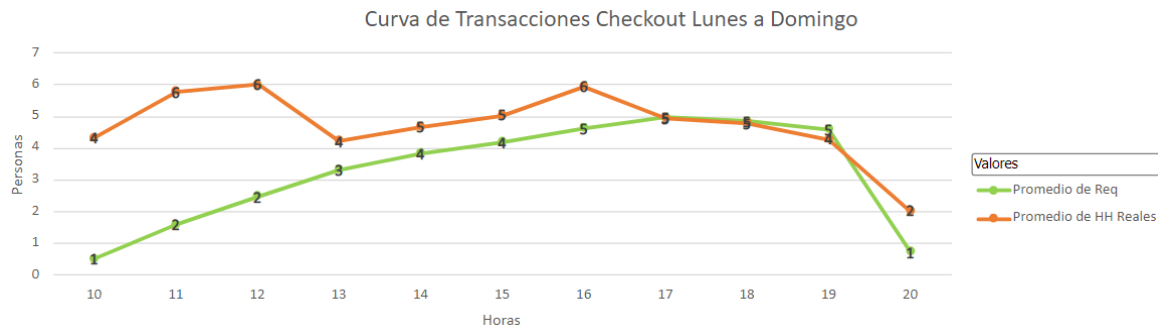


Ilustración 1: Open Kennedy

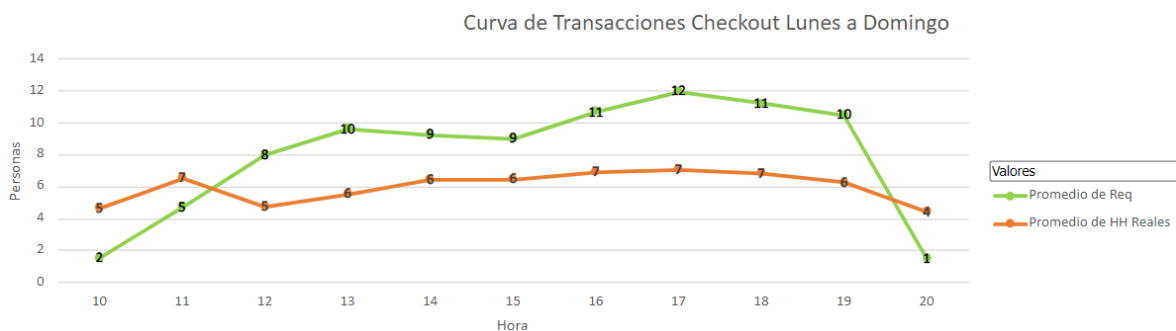


Ilustración 2: Plaza Oeste

La falta de afinidad de las curvas se explica por la deficiencia al momento de la asignación de turnos: estos no se asignan por la cantidad de transacciones que se realizan, con el fin de poder satisfacer la demanda, sino que se fijan por cobertura, es decir, que se destinan co-worker aunque no sean necesarios en esa área en un horario en específico o se están asignado menos colaboradores de los que realmente se necesitan.

Con la información recopilada se puede señalar que no se está siguiendo ninguna lógica de eficiencia al momento de la asignación de turnos, debido a que no presentan ningún otro parámetro, aparte de cobertura, para poder realizar los turnos de una manera más eficaz.

Este inconveniente se caracteriza por implicancias tanto cuantitativo y cualitativo. Por un lado, la falta de dotación necesaria afecta directamente a la percepción y la experiencia del cliente dentro



de las instalaciones. Puede generar enfados por parte de la clientela, abandono de las filas de cajas, reclamos, malas experiencias, etc. Esto desemboca en una posible baja de ventas, o visto de otra manera, ventas que se podrían estar capturando si se tuviera a los colaboradores necesarios para satisfacer la demanda. En el caso contrario de tener una sobre-dotación, se está gastando de más en remuneraciones.

## Objetivos

### General

Mejorar la eficiencia al momento de asignar los turnos en las áreas de Checkout y Costumer Service, disminuyendo la diferencia de HH requeridas y HH reales, para tener a disposición a los trabajadores cuando los clientes lo necesiten, en un periodo de tres meses.

### Específicos

1. Estandarizar flujos de las tareas y mapear aquellos que no se tiene registro.
2. Ajustar la curva de horas-humano reales a las HH requeridas realmente para cada área.
3. Acortar la brecha de pérdida salarial y aumentar las ventas en un 8%.

## Estado del Arte

### Problema farmacéutico

Aquí se está teniendo un problema de sobre-dotación y de sub-dotación para las distintas tiendas que presenta la cadena. Debido a esta ineficiente asignación de turnos, la empresa está teniendo significativas pérdidas monetarias. Para resolver este problema, se creó un modelo de heurística (Rocco Rocco, 2015) donde se crean distintos esquemas para llegar solución final. Dentro de estos encontramos:

- Modelo de rotación.
- Modelo domingo.
- Modelo de semana.
- Modelo dotación óptima.
- Modelo de reponedores.

Hay que tener en cuenta que el modelo de reponedores es más adecuado hacerlo con heurística porque ellos no dependen de la demanda, ya que no trabajan directamente con los clientes. Luego de resolver y plantear estos problemas se llega a una solución aproximada y no a una exacta.

En paralelo, se realiza un modelo de columnas Branch & Price. Este consiste en ir generando nodos con las restricciones que presenta el problema, relajando así las que no son tan relevantes al momento de ir asignando turnos. Aquí las variables enteras se dividen de forma sucesiva, generando así distintos problemas lineales que se van resolviendo en cada nodo. El fin de esto, es comparar la respuesta con la heurística, ya que como se mencionó anteriormente, este no da un resultado exacto, en cambio, el segundo modelo sí nos da una solución más aproximada respecto a la función objetivo.

## Problema Falabella

Al igual que el anterior, se está teniendo un inconveniente con la asignación de turnos para las tiendas de Falabella, generando una diferencia de horas-hombre requeridas con las horas-hombre reales. Para solucionar este problema, se generó un modelo de programación lineal mixto (Prieto Benavente, 2013). Dentro de este, se desarrollan dos modelos para que el output del primero sea el input del segundo:

- Modelo Planning
- Modelo Sheduling

La elección de hacer estos modelos es porque permite tener una demanda volátil, lo que se ajusta al caso del retail, la cual depende de las temporadas y distintas ofertas que ofrecen. También, son modelos que abarcan distintas restricciones y tienen un tiempo de ejecución en un corto plazo.

El primer modelo nos permite definir la cantidad de colaboradores que se necesitan en base a la estimación de la demanda cumpliendo todas las restricciones y la función objetivo; hay que tener en cuenta que la distribución de turnos no es relevante en esta etapa. Por otro lado, el segundo modelo agrega restricciones de los trabajadores para definir los niveles para cada uno, definiendo los horarios de entrada y de salida. Estos modelos los emplea para todas las tiendas, usando las restricciones que tiene la empresa y las gubernamentales.

## Staff scheduling and rostering

Segun Ernst et al. (2004) se tienen que seguir seis fases para realizar una asignación de turnos de manera efectiva:

1. Estimación de demanda: en esta etapa se calcula y define la demanda que hay para así definir de manera más exacta cuánto personal se necesita para diferentes bloques horarios.
2. Scheduling de días libres: aquí se definen los descansos de las diferentes jornadas laborales que se puedan tener y la distribución de estos.
3. Scheduling de turnos: define los turnos para trabajar y la cantidad de trabajadores requeridos para cada uno.
4. Tour Scheduling: Aquí se realiza la distribución de los diferentes turnos para cierto periodo de tiempo.
5. Asignación de tareas: Se asignan las tareas a las distintas líneas de trabajos.
6. Asignación de personal: Por último, se asigna a cada trabajador individualmente a cada línea de trabajo.

## Solución

Para obtener a la solución, se van a tomar en consideración las seis etapas descritas por el autor anteriormente mencionado. Estas se pueden simplificar en las siguientes etapas:

1. En la fase inicial, hay que identificar cuántos y quiénes son los clientes; esto con el fin de definir mejor la demanda y así saber cuántos colaboradores se necesitan para satisfacerla. El objetivo de este proceso es lograr determinar la cantidad de personal que se requiere para cada ubicación y periodo en específico. Para lograr esto, se utilizan patrones y variables tangibles y observables, los cuales pasan por un factor de conversión para calcular las horas-hombre necesarias.
2. En la segunda fase, se quiere determinar las restricciones presentes en los colaboradores. Dentro de estas se encuentran los horarios a trabajar, los turnos que tienen disponibles, las capacidades que tienen para desarrollar diferentes tareas, las legales, etc.
3. En la última etapa se asignan los trabajadores en las distintas jornadas con algún modelo que facilite la asignación de turnos.

En esta última etapa es cuando podemos ver diferentes maneras y propuestas para resolver esta controversia.

## Propuestas de solución

### 1. Heurísticas

Para solucionar la problemática de dotación se propone un plan de modelo heurística. Siguiendo un plan de distintos modelos para llegar a la solución final. Entre estos podemos encontrar de rotación de colaboradores y de creación final de mallas.

La idea de generar modelos por separado es para que las restricciones no sean tan complejas y estos no sean tan extensos. Las heurísticas nos ayudan en este caso a tener soluciones de manera rápida y aproximadas.

### 2. Branch & Price

El árbol con nodos nos va creando modelos lineales con variables enteras, relajando las restricciones que no son tan relevantes al momento de la asignación de turnos.

Se propone este enfoque como una opción al tener un modelo de optimización con todas las restricciones que se necesitan para poder llegar a un resultado específico.

### 3. Modelos Planning y Scheduling

Se propone crear un plan de dos pasos: el primero para determinar cuántos colaboradores se requieren para satisfacer la demanda y el segundo para establecer las mallas de turnos específicos para cada trabajador.

El beneficio de usar esta opción es que cada modelo no cuenta con restricciones tan complejas, considerando diferentes enfoques para cada modelo, con el fin de que puedan darnos la mejor solución posible en un tiempo acotado de tiempo.

## Solución para implementar

Para resolver el inconveniente de sub-dotación y sobre-dotación, se eligió la propuesta número tres: Modelos planning y scheduling.

Esta elección se hace porque, en primer lugar, el modelo planning nos permite tener una demanda volátil, toma poco tiempo en ejecutarse y nos da una solución acertada respecto a la cantidad de personal que se requiere. Así mismo, al poder separar el problema en dos partes la complejidad de

cada uno se ve disminuida, ya que cada uno tiene menos parámetros y restricciones. En segundo lugar, el modelo scheduling nos permite añadir todas las restricciones que no fueron relevantes para el primer modelo; se agregan las restricciones por las que se rigen los trabajadores y la distribución de demanda modelada en 24 intervalos. Este nos permite saber de manera acertada el calendario de turnos, asignando a los distintos trabajadores a las diferentes áreas y horarios disponibles.

El modelo de heurísticas queda descartado al no entregarnos una solución exacta. Y el árbol de Branch & Price no es una buena opción al demorar mucho tiempo en ser ejecutado, ya que en cada nodo se realiza un problema lineal distinto. Además, no se sabe con exactitud si se tendrá una cantidad alta o una baja de nodos.

### Matriz de riesgo y mitigaciones

Para intentar prevenir problemas, se creó la siguiente matriz de riesgo en donde el valor depende de la probabilidad de que el suceso pueda ocurrir y las consecuencias que este podría traer.

Matriz de riesgo		Consecuencia			
		Insignificante	Moderada	Grave	Catastrófica
Probabilidad	Muy alta	4	8	12	16
	Alta	3	6	9	12
	Media	2	4	6	8
	Baja	1	2	3	4

**Tabla 1: Valores de la matriz de riesgo.**

Estos valores los aplicamos en los distintos escenarios descritos en la tabla 2 con sus respectivas mitigaciones.

Riesgo	Probabilidad De ocurrencia	Impacto	Clasificación	Plan de mitigación
<b>Rotación de colaboradores</b>	Media	Moderada	4	Implementar programas de retención con incentivos.
<b>Regulaciones laborales</b>	Media	Grave	6	Estas al tanto de los cambios de leyes laborales
<b>Fallas tecnológicas</b>	Media	Catastrófica	8	Realizar pruebas y capacitar al personal para usarlo correctamente
<b>Insatisfacción con los turnos</b>	Alta	Moderada	6	Tener un buen canal de comunicación con los empleados para agregar las restricciones necesarias y adecuar de mejor manera la distribución de turnos
<b>Volatilidad de la demanda</b>	Media	Grave	6	Ir actualizando constantemente la demanda en el modelo para no asignar los turnos de manera incorrecta.
<b>Inexperiencia de los colaboradores</b>	Media	Grave	6	Tener constantes programas de capacitación disponibles.

*Tabla 2: Riesgos con sus mitigaciones.*

## Evaluación económica

Para evaluar la viabilidad económica de la solución propuesta, se realizará un flujo de caja correspondiente a tres meses: octubre, noviembre y diciembre. Aquí se presentan diversos costos separados en distintas categorías.

Para realizarlo, se debe tener claro dos variables: la cantidad de periodos, que como se dijo son tres, y la tasa de descuento, siendo esta del 5%.

## Costos fijos

Los costos fijos son aquellos que se mantiene invariables independientemente del volumen de ingresos y gastos de la empresa. Dentro de estos encontramos distintos costos como el software que se usa actualmente para la asignación de turnos, los computadores usados para programar y realizar la asignación de turnos y las licencias de Excel necesarias. Hay que tener en cuenta que el precio del software está multiplicado por un factor para no revelar el costo real de IKEA Chile y, por otro lado, los demás costos están siendo aproximados.

<b>Categorías</b>	<b>Costo fijo [pesos chilenos]</b>
<b>Software</b>	\$50.000.000
<b>Computadores</b>	\$2.500.000
<b>Licencia Excel</b>	\$20.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$52.520.000</b>

*Tabla 3: Costos fijos.*

## Remuneraciones

Por otro lado, dentro de estos costos también tenemos los sueldos. Aquí se toman en cuenta las remuneraciones promedio de los cajeros, del analista que verá la asignación de turnos y del practicante.

<b>Categoría</b>	<b>Remuneraciones [pesos chilenos]</b>
<b>Sueldo cajeros</b>	\$21.600.000
<b>Suelo analista de turnos</b>	\$1.500.000
<b>Sueldo practicante</b>	\$315.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$23.415.000</b>

*Tabla 4: Remuneraciones.*

## Ingresos

En esta categoría se tiene el ingreso esperado al realizar el proyecto; aumentándolo en un 8% respecto al ingreso promedio que se tuvo en junio, julio y agosto. En esta ocasión se usó el mismo factor multiplicador que para el costo fijo con el fin de no mostrar los valores reales de la empresa.

<b>Categoría</b>	<b>Ingresos [pesos chilenos]</b>
<b>Ingreso esperado (8% más)</b>	\$3.100.000.000

*Tabla 5: Ingreso esperado.*

## Flujo de caja

Luego de definir los costos e ingresos, se puede generar el flujo de caja para ver la viabilidad económica que tiene el proyecto. Aquí se obtiene la utilidad, lo que permite calcular el valor actual neto (VAN); indicador que permite calcular la rentabilidad del proyecto. Este es igual a la suma del dinero que se invierte y el valor actual de todos los ingresos y beneficios que se esperan obtener en el futuro.

Categoría	0	1	2
<b>Ingreso esperado</b>		\$3.100.000.000	\$3.100.000.000
<b>Costos fijos</b>	\$-52.520.000	\$-52.520.000	\$-52.520.000
<b>Remuneraciones</b>	\$-23.415.000	\$-23.415.000	\$-23.415.000
<b>Utilidades</b>	\$-75.935.000	\$3.024.065.000	\$3.024.065.000

**Tabla 6: Flujo de caja**

Teniendo la utilidad se procede a calcular el VAN, el cual da un valor de:

$$\text{VAN} = \$5.547.043.005$$

Esto corrobora que la planificación es económicamente viable y, por lo tanto, rentable. Si bien el VAN es elevado, esto se explica por el alto número de ingresos que tiene la empresa.

## Metodología

Para poder llevar a cabo este proyecto, primero se tiene que estandarizar los flujos de ambas tiendas y mapear aquellos que no se tenga registro con el fin de tener claridad de todas las actividades que realiza cada área y poder analizar las curvas de las tareas correspondientes y así, mejorar la afinidad de sus respectivos parámetros. Para esto, se deben tener reunión con los team leader de cada área, así se les muestra el flujo actual y en conjunto se analiza tareas que faltan o, en su defecto, tareas que sobran en el flujo y que no son convenientes realizarlas.

Por otro lado, es necesario alinear las curvas de rotación de clientes con la presencia de trabajadores en las diversas áreas de las tiendas. Para mejorar esto, se tienen que recopilar nuevos datos de cada área para así poder tener mallas cada vez más acertadas respecto a la demanda requerida. Esto se lleva a cabo una vez que se tengan los flujos homologados y claramente definidos para así analizar las tareas que se realizan y ver la mejor opción para recopilar los datos que más adelante serán ingresados al modelo. Luego de alimentar la plataforma, se analizarán los nuevos turnos y se



comparará con lo calculado de manera manual en los modelos de Planning y Scheduling, para ver si el sistema está entregando lo que realmente se necesita.

Una vez establecidas las nuevas mallas de trabajo, se embarcará en la importante etapa de la implementación, donde se pondrá en práctica la solución elegida observando cómo se desenvuelve la demanda con la reconfiguración de la distribución de los colaboradores en las distintas áreas. Luego de esto, podemos recopilar los datos finales para poder comparar el antes y el después de la implementación de las nuevas mallas de trabajo.

## Medidas de desempeño

- **Tiempo por tarea:** Cada tarea debería tener un tiempo promedio asignado a la realización de esta.
- **Horas-humano (dotación de trabajadores):** horas de trabajo por cada trabajador. Se divide en tres jornadas laborales: Full-time de 45 horas y Part-time de 20 y 25 horas respectivamente.
- **Valor monetario:** Si hay menos dotación, se está perdiendo ingresos en ventas. Si hay más dotación, se está gastando en más sueldos de los necesarios

## Implementación

Para llevar a cabo lo mencionado previamente requerimos pasar por diversos puntos:

1. Identificar la demanda de ambas tiendas para tener claridad de cuántos colaboradores se requieren: Se usó un forecast para estimar la demanda de los meses de noviembre y diciembre. Estos datos se usaron en base a los datos recopilados durante el primer año que la tienda estuvo funcionando.
2. Mapear flujos: Para realizar esto se fue a las tiendas para observar los procesos, entenderlos e identificar claramente las tareas asociadas para luego generar el mapa de cada flujo.
3. Estandarizar flujos de ambas tiendas: Se realizaron reuniones con los team leader de cada área para mostrar el flujo mapeado y que deben utilizar.
4. Recopilar las restricciones laborales de los trabajadores. Esto va para las tres jornadas que se presentan en las tiendas, tanto de carácter personales como gubernamentales.

5. Diseñar los modelos Planning y Scheduling con sus conjuntos, parámetros, variables, restricciones y función objetivo. Estos modelos los podemos encontrar en anexos.
6. Programar los modelos: Aquí se usó AMPL para ambos modelos. En anexos se puede encontrar el modelo planning programado a modo de ejemplo del desarrollo de estos.
7. Analizar flujos y decidir qué tareas serán medidas: Dentro del área de checkout se decidió medir el tiempo que demoraba cada transacción en la línea de cajas.
8. Medir tiempos *in situ* para calcular un tiempo promedio de cada transacción. Esto se hace para poder disminuir las HH requeridas con las reales.

Durante tres turnos de 4-5 horas se midió el tiempo de las transacciones del lineal de cajas, anotando las horas de inicio, hora de fin, método de pago y la cantidad de ítems que lleva el cliente. Esto se realizó para ambas tiendas y a continuación se muestran los resultados:

Métrica		Open Kennedy	Plaza Oeste
<b>Observaciones</b>		<b>248</b>	<b>334</b>
<b>Duración</b>	Promedio	2:06	1:50
	<b>Percentil 75</b>	<b>2:28</b>	<b>2:06</b>
<b>Ítems</b>	Promedio	9,7	7,7
	<b>Percentil 75</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

**Tabla 7: Observaciones con todos los datos.**

Si se sacan los valores atípicos (*outlier*) se obtienen los siguientes resultados:

Métrica		Open Kennedy	Plaza Oeste
<b>Observaciones</b>		<b>236</b>	<b>322</b>
<b>Duración</b>	Promedio	1:52	1:40
	<b>Percentil 75</b>	<b>2:21</b>	<b>2:02</b>
<b>Ítems</b>	Promedio	9.07	7,44
	<b>Percentil 75</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

**Tabla 8: Observaciones sin outliers**

En ambas tablas (7 y 8) se puede observar la cantidad de observaciones, es decir, la cantidad de transacciones medidas; el promedio de estas y el percentil 75 de cada categoría.

La decisión de utilizar el percentil 75 en lugar del promedio se fundamenta en la comprensión que estadísticamente resulta más efectiva para estimar el tiempo de transacción en la línea de caja. Al dirigirse al percentil 75, se privilegia una medida más representativa de la mayoría de las transacciones, excluyendo valores que podrían distorsionar la estimación. Esta elección proporciona una perspectiva más realista y útil para la planificación, asegurando una respuesta más precisa a la

demanda. En contraste, depender únicamente del promedio podría conducir a decisiones menos ajustadas a la realidad no considerando los días de mayor flujo.

Para establecer una fórmula representativa para cada tienda se realizó una regresión lineal. En primer paso, se usó la herramienta “Gretl” para poder calcular lo requerido. Se alimentó la plataforma con los tiempos de todas las observaciones junto a los ítems registrados en las mediciones *in situ* de las tiendas. Posteriormente se hace el cruce de datos para que el tiempo que demora la transacción dependa de la cantidad de artículos de esta misma. Este análisis da como resultado la siguiente fórmula 1.

$$Tiempo_{atención} = 76,6s - 5,1s * \delta_{es PO} + 4,4 * unidades$$

**Fórmula 1: Tiempo de atención promedio.**

Esta ecuación entrega un tiempo promedio para ambas tiendas, siendo  $\delta_{es PO}$  el diferenciador que depende de cada tienda. Al final de la ecuación, se declara que el tiempo de atención depende de la cantidad de unidades que lleva cada cliente.

Al llevar estas fórmulas al percentil 75, se puede encontrar una ecuación específica para cada tienda.

$$Tiempo_{atención IOK} = 86,1s + 5,2 * unidades$$

**Fórmula 2: Tiempo de atención P75 IOK**

$$Tiempo_{atención IPO} = 75,6s + 4,9 * unidades$$

**Fórmula 3: Tiempo de atención P75 IPO**

Estas expresiones matemáticas están estipuladas en el percentil 75. Los datos mostrados son los que serán agregados al sistema y al modelo para la asignación de turnos.

9. Agregar datos al modelo tales como: demanda, tiempo de ejecución, jornadas, meses, áreas, etc. Esto se puede encontrar en anexo.
10. Resolver los modelos con AMPL y encontrar la solución: El programa entrega la solución respecto a todas las restricciones proporcionadas cumpliendo siempre con la función objetivo. Dentro de estos resultados podemos encontrar los siguientes.

## Resultados

### Resultado modelo Planning

Esta primera parte, entrega la cantidad de trabajadores que se necesita en cada área con el fin de satisfacer la demanda, minimizando los costos de la dotación. En la tabla 9 se encuentra resumido cuántos colaboradores se necesitan en ambas tiendas para el mes de diciembre.

Dotación		IOK	IPO
Checkout	FT45	4	4
	PT25	10	8
	PT20	8	8
CX	FT45	6	3
	PT25	5	2
	PT20	6	4

**Tabla 9: Resultado modelo planning. Colaboradores necesarios para el mes de diciembre por jornada.**

### Resultado modelo Scheduling

Luego de tener la cantidad de co-workers requeridos, se pueden asignar los turnos con el fin de disminuir diferencia de las HH requeridas con las HH reales. Analizando los resultados, se encuentra la siguiente distribución de turnos para el mes de diciembre. En la tabla 10 se observa un extracto de la asignación de turnos. La visualización completa se puede encontrar en anexos (tabla 11 a 16).

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
Jornada		04-dic	05-dic	06-dic	07-dic	08-dic	09-dic	10-dic	11-dic	12-dic	13-dic
1	FT45	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	Libre	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	Libre	Per.	Per.	Per.
2	FT45	Libre	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:00 a 21:00
1	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre
2	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	Per.	Libre	Libre	Libre	Libre
1	PT25	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	Libre	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
2	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	09:00 a 14:00	Libre	09:30 a 14:30	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre

**Tabla 10: Extracto de malla de turnos cx diciembre**

En la tabla se distribuyen los turnos por día diferenciando la jornada que presenta cada trabajador. Así mismo, indica el horario en el que debe estar el colaborador presente en la tienda dejando claro sus días libres. También, esta muestra los días que diferentes colaboradores solicitaron permisos administrativos en base a los que legalmente tienen disponibles.

## Análisis de resultados

Para partir, se analizarán los resultados del modelo planning.

En la tabla 9, mostrada previamente, se observa la cantidad de trabajadores que serán necesarios para satisfacer la demanda pronosticada. Por otro lado, en la tabla 17 se muestra la comparación de dotación resultante con el mes de agosto para la tienda de IOK. En la tabla 18 se muestra la misma información, pero para IPO. En estas tablas comparativas, se visualiza de mejor manera la diferencia de dotación cuando se le agregan más parámetros al modelo que, en este caso, fue el tiempo medido que demoran ciertas tareas para ambas áreas.

Dotación IOK		Diciembre	Agosto	Diferencia
Checkout	FT45	4	9	5
	PT25	10	6	-4
	PT20	8	4	-4
CX	FT45	6	5	-1
	PT25	5	0	-5
	PT20	6	4	-2

**Tabla 17: diferencia dotación IOK.**

Dotación IPO		Diciembre	Agosto	Diferencia
Checkout	FT45	4	8	4
	PT25	8	6	-2
	PT20	8	11	3
CX	FT45	3	4	1
	PT25	2	3	1
	PT20	4	3	-1

**Tabla 18: diferencia dotación IPO.**

Cuando se tiene diferencia positiva, se está representando que en diciembre se requieren menos trabajadores en comparación con agosto. Por el contrario, si la resta entrega un valor negativo, se muestra la falta de colaboradores que esa jornada tiene.

Si bien la cantidad de trabajadores que entrega el modelo es la mejor opción para lograr satisfacer la demanda, en la realidad de las tiendas existe rotación de colaboradores, lo que causa que no se

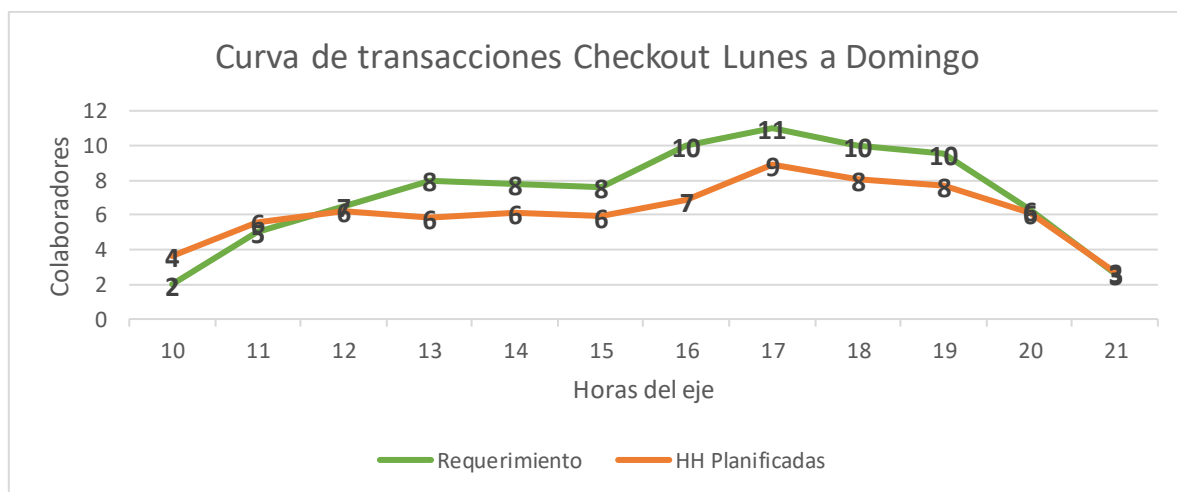
pueda tener la cantidad necesaria que nos entrega el modelo de manera inmediata. Si bien se está buscando personal para poder llegar a lo que el modelo indica para esta asignación de turnos, para distribuir las mallas de trabajos se contará con los colaboradores que se tendrán al inicio del mes. Estos trabajadores se representan en la tabla 19.

Hay que tener en consideración que el resultado del modelo cambió la cantidad de trabajadores aprobados por la empresa para cada área. Es decir, para agosto se tenía aprobado un número específico de colaboradores, y con el resultado el modelo planning se logró cambiar este número. Si bien no se consiguió tener los co-workers necesarios para suplir la demanda, se aprobó que este nuevo número sea el objetivo de dotación a tener.

Dotación Real		IOK	IPO
Checkout	FT45	6	4
	PT25	10	7
	PT20	6	6
CX	FT45	6	3
	PT25	4	2
	PT20	6	5

**Tabla 19: Dotación real a inicios el mes de diciembre**

Luego de tener la cantidad de trabajadores que se tendrán al inicio del mes se pueden analizar la distribución de turnos.



**Ilustración 3: Curva de transacciones checkout IOK con implementación en diciembre.**

En la ilustración 3 se puede observar las HH requeridas, calculadas con el forecast de demanda, y las HH planificadas, las cuales nacen de las mallas de turnos entregadas por el modelo scheduling.

Este gráfico es específicamente de la tienda Open Kennedy, y comparado con la ilustración 1, de manera visual se ve una mejor sincronía entre las curvas. Para corroborar esto, se calculó la diferencia de HH representado en la tabla 20.

	Diciembre	Agosto
<b>Promedio</b>	-1	-2
<b>Desviación estándar</b>	1,41	3,07

**Tabla 20: comparación diferencia HH actuales con las anteriores IOK.**

Aquí tenemos el promedio de la diferencia de HH planificadas y HH requeridas. El valor negativo nos representa la sub-dotación promedio que existe, es decir, la falta de trabajadores que hay. Por otro lado, se presenta la desviación estándar que hay entre cada bloque horario. Con estos datos, se puede ver la mejora en la resta de HH al implementar la solución encontrada. Si bien la diferencia de los promedios es de 1, la desviación estándar nos demuestra que la brecha entre las diferencias ha disminuido para el mes de diciembre, provocando así que efectivamente las curvas tengan una mayor sincronía y que cada vez estén más cerca entre ellas.

El hecho de que estén faltando colaboradores para poder ajustar de mejor manera las curvas se explica por la dotación real que se tiene, ya que como se explicó previamente, para el mes de diciembre se tienen menos colaboradores de los aprobados para este.

Si observamos la ilustración 4 y la tabla 21 representativos de Plaza Oeste ubicada en anexos vemos que algo muy parecido se repite. Las curvas se van ajustando entre ellas y vemos una disminución de la desviación estándar.

## Conclusiones y discusiones

Llevar a cabo un proyecto en una empresa se hace más complicado de lo que uno puede pensar. Al principio, cuando se pudo identificar el problema que estaba ocurriendo se quería avanzar todo lo posible con las tareas descritas en la carta Gantt, pero de a poco se notaba que el tiempo para realizar reuniones es acotado, la mayoría de los colaboradores tenían otras reuniones programadas, y encontrar el tiempo para poder llevar las tareas a cabo no fue sencillo. Por otro lado, para poder realizar todo lo propuesto, se necesitaba de varios datos, los cuales hay que pedirlos a otras personas quienes no siempre envían los datos a la brevedad. Algo que se pudo aprender de esto, es que, si se necesita algún dato o información, hay que pedirlos constantemente para poder conseguirlos, ya que todos tienen trabajo que hace, y enviar datos no es siempre su prioridad.

También se logró descubrir que en el mundo laboral hay que planificar con tiempo todas los objetivos que se quieren realizar para coordinar de mejor manera al equipo.

Por otro lado, dentro del área de operaciones se entendió de manera específica de qué se trata y cuál es su función dentro de la empresa. Trabajan mucho en la eficiencia y la mejora continua y dentro de estas categorías entra el proyecto realizado durante estos meses. La asignación de turnos es un punto clave para la atención al cliente y el funcionamiento de las tiendas. Sin esto, la eficiencia operativa no se está aprovechando al máximo. También al tener un buen scheduling de turnos, se puede adaptar de la mejor manera posible a la demanda minimizando los costos e intentando capturar todas las ventas posibles.

Un inconveniente identificado durante el desarrollo del proyecto es que se puede crear de manera exacta una malla de turnos, pero por detrás existen muchas restricciones que complican todo este proceso. Por otro lado, cuando se logra cumplir con todas las restricciones hay que pasar al próximo paso: tener la dotación real en las tiendas. La rotación de colaboradores es un problema al momento de querer mantener un negocio; no siempre se logra tener la dotación necesaria cuando se necesita causando un impacto a la experiencia del cliente al no tener la presencia de co-workers cuando los requieren.

El propósito de este proyecto era poder calcular la dotación de noviembre y de diciembre, implementarla y analizar los resultados. Por problemas internos esto no pudo ser llevado a cabo al 100%. Se tuvieron inconvenientes y trabas para poder medir los tiempos *in situ* de las tiendas, lo que provoca que la creación de las mallas no pueda generarse sin ese dato. Por ende, no se logró implementar las mallas en el mes de noviembre. En diciembre se pudo implementar el calendario laboral entregado por los modelos, pero no se pudo analizar los resultados de estos. Hay que esperar a fin de mes para obtener la data real y obtener la variación económica que esta implementación ha tenido. Es por lo que a lo largo del informe esta no se calculó. Las HH planificadas son las que se deberían cumplir, pero los inconvenientes siempre pasan y hasta terminado este mes no se podrá saber las HH reales que se marcaron en reloj control. Es por esto que los resultados expresados son los esperados del mes, pero una vez teniendo la información se podrá llegar a una conclusión más certera, aunque esta no debería ser muy distinta a lo esperado.



## Referencias

- Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. y Sier, D. Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. (2004). *CSIRO Mathematical and Information Sciences*, 153, 3-27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037722170300095X>
- Prieto Benavente, A. (2013). Diseño metodológico para el dimensionamiento y asignación de personal de tiendas en Falabella Retail S.A. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113357>
- Rocco Rocco, A. (2015). Metodología heurística para resolver asignación de turnos en una farmacia y búsqueda de cotas del problema. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132318>

## Anexos

- Desarrollo de modelo planning y scheduling.

### Modelo Planning

#### Índice

- Jornadas  $j = \{1, 2, 3\}$  con:

j	Jornada
1	20
2	25
3	45

**Tabla 22: Jornadas.**

- Área  $i = \{1, 2\}$

i	Áreas
1	Checkhout
2	CX

**Tabla 23: Áreas.**

- Mes  $m = \{1, 2\}$
- Día  $d = \{1, 2, 3, \dots, ND_m\}$

#### Parámetros

- $C_{j,i}$  = Costo mensual en remuneraciones asociado a un trabajador de jornada  $j$  en área  $i$ .
- $D_{i,d,m}$  = Demanda pronosticada para el área  $i$ , día  $d$  y mes  $m$ .
- $T_i$  = Tiempo medio de atención de un trabajador en el área  $i$ .
- $H_j$  = Horas ordinarias contratadas semanalmente para un trabajador de jornada  $j$ .

j	$H_j$
1	20
2	25
3	45

**Tabla 24: Horas ordinarias semanales.**

- $FDSF_{d,m} = \begin{cases} 1 & \text{Si día } d \text{ del mes } m \text{ pertenece a fin de semana o festivo.} \\ 0 & \sim \end{cases}$
- $NDP_{j,m}$  = Número de días posibles para trabajar en el mes  $m$  según jornadas.
- $NDT_m$  = Número de días del mes  $m$ .

## Variables

### *Variables de decisión*

$X20_{i,d,m}$  = Número de trabajadores de fin de semana y festivos del área  $i$  asignados al día  $d$  del mes  $m$ .

$X25_{i,d,m}$  = Número de trabajadores part-time y área  $i$  asignados al día  $d$  del mes  $m$ .

$X45_{i,d,m}$  = Número de trabajadores full-time y área  $i$  asignados al día  $d$  del mes  $m$ .

### *Variables de estado*

$Y20_{i,m}$  = Número de trabajadores de fin de semana y festivos del área  $i$  contratados en el mes  $m$ .

$Y25_{i,m}$  = Número de trabajadores part-time y área  $i$  contratados en el mes  $m$ .

$Y45_{i,m}$  = Número de trabajadores full-time y área  $i$  contratados en el mes  $m$ .

## Restricciones

Los índices entre paréntesis luego del nombre de la restricción indica las variables libres que todas las restricciones deben cumplir.

- Relación X e Y (i, m): La cantidad de trabajadores asignados tiene que ser menor a la cantidad de trabajadores disponibles para esa área en ese periodo.

$$\sum_{d=1}^{NDT_m} X20_{i,d,m} \leq NDP_{1,m} * Y20_{i,m}$$

$$\sum_{d=1}^{NDT_m} X25_{i,d,m} \leq NDP_{2,m} * Y25_{i,m}$$

$$\sum_{d=1}^{NDT_m} X45_{i,d,m} \leq NDP_{3,m} * Y45_{i,m}$$

- No asignar en un día más de los contratados en el mes (i, d, m): asegura que se cumplan las HH a nivel mensual.

$$X20_{i,d,m} \leq Y20_{i,m}$$

$$X25_{i,d,m} \leq Y25_{i,m}$$

$$X45_{i,d,m} \leq Y45_{i,m}$$

- X20<sub>i,d,m</sub> solo fin de semana (i, d, m): No asignar trabajadores de fines de semana y festivos en días de semana. Se define M con un valor muy grande, para que cuando la variable tome el valor de 0 esta no se active.

$$X20_{i,d,m} \leq M*(FDSF_{d,m}) \quad \text{Con M grande}$$

- Personal mínimo full-time (i, d, m): Asegura que en todas las áreas existan 2 trabajadores a tiempo completo para abrir o cerrar la tienda.

$$2 \leq X45_{i,d,m}$$

- Naturaleza de las variables (j, d, m):

$$X20_{i,d,m}, X25_{i,d,m}, X45_{i,d,m} \in \mathbb{N}$$

$$Y20_{i,m}, Y25_{i,m}, Y45_{i,m} \in \mathbb{N}$$

### Función Objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_m \sum_{i=1}^2 [Y20_{i,m} * C_{1,i} + Y25_{i,m} * C_{2,i} + Y45_{i,m} * C_{3,i}]$$

### Modelo Scheduling

#### Índices

- Jornadas  $j = \{1, 2, 3\}$
- Área  $i = \{1, 2\}$
- Mes  $m = \{1, 2\}$
- Día  $d = \{1, 2, 3, \dots, ND_m\}$
- Trabajador número  $z = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ , identificador de cada trabajador
- Turnos  $= \{1, 2, 3\}$
- Turno  $t_j = \{1, 2, \dots, N_{tur_j}\}$

Jornada	Turno	t <sub>j</sub>
20	t1	{1,2,3}
25	t2	{1, 2, ...,13}
45	t3	{1, 2, ...,5}

**Tabla 25: Cantidad de turnos por jornadas.**

- Intervalo  $h = \{0, 1, 2, 3, \dots, 23\}$

Para calcular estos intervalos con diferencia de 30 minutos se usó la siguiente fórmula:

$$\text{Intervalo}_j = \lceil [\text{VF}]_j * 48 \rceil$$

Como modo de ejemplificación, en la tabla 9 podemos ver el cálculo y el resultado, así también la asignación a cada intervalo.

Hora	[VFj]	[VFj]*48	intervalo
13:28:00	3:58:00	7,9333333	7
13:29:00	3:59:00	7,9666667	7
13:30:00	4:00:00	8,0000000	8
13:31:00	4:01:00	8,0333333	8

Tabla 26: ejemplo cálculo de intervalos.

Donde  $[\text{VF}]_j$  es la resta entre la hora que inicia el día (9:30) y la hora actual. En total son 24 intervalos.

h	Intervalo	h	Intervalo	h	Intervalo	h	Intervalo	h	Intervalo
0	9:30 – 10:00	5	12:00 – 12:30	10	14:30 – 15:00	15	17:00 – 17:30	20	19:30 -20:00
1	10:00 – 10:30	6	12:30 – 13:00	11	15:00 – 15:30	16	17:30 – 18:00	21	20:00 – 20:30
2	10:30 – 11:00	7	13:00 – 13:30	12	15:30 – 16:00	17	18:00 – 18:30	22	20:30 – 21:00
3	11:00 – 11:30	8	13:30 – 14:00	13	16:00 – 16:30	18	18:30 – 19:00	23	21:00 – 21:30
4	11:30 – 12:00	9	14:00 – 14:30	14	16:30 – 17:00	19	19:00 – 19:30		

Tabla 27: Intervalos de tiempo.

## Parámetros

- $C_{j,i}$  = Costo mensual en remuneraciones asociado a un trabajador de jornada  $j$  en área  $i$ .
- $T_i$  = Tiempo medio de atención de un trabajador en el área  $i$ .
- $\text{NDT}_m$  = Número de días del mes  $m$ .
- $\text{FDSF}_{d,m} = \begin{cases} 1 & \text{Si día } d \text{ del mes } m \text{ pertenece a fin de semana o festivo} \\ 0 & \sim \end{cases}$
- $\text{Turno}_{j,tj,h} = \begin{cases} 1 & \text{Si el turno } tj \text{ de la jornada } j \text{ asigna para trabajar al intervalo } h \\ 0 & \sim \end{cases}$
- $D_{i,d,m,h}$  = Demanda pronosticada para el área  $i$ , día  $d$ , mes  $m$  e intervalo  $h$

## Variables

### Variables de decisión

- $X_{j,z,i,t_j,d,m} = \begin{cases} 1 & \text{Si el trabajador } z \text{ de la jornada } j \text{ y área } i \text{ es asignado al turno } t_j, \text{ día } d \text{ y mes } m \\ 0 & \sim \end{cases}$

### Variables de estado

- $X_{d,j,z,i,m} = \begin{cases} 1 & \text{Si el trabajador } z \text{ de la jornada } j \text{ y área } i \text{ es asignado el día } d \text{ y mes } m \\ 0 & \sim \end{cases}$
- $X_{m,j,z,i,m} = \begin{cases} 1 & \text{Si el trabajador } z \text{ de la jornada } j \text{ y área } i \text{ es asignado el mes } m \\ 0 & \sim \end{cases}$
- $Y_{j,i,m}$  = Número de trabajadores de la jornada  $j$  y área  $i$  asignados el mes  $m$

## Restricciones

- Restricciones horarias
  - Jornada diaria ordinaria no mayor a 10 horas
  - Al menos 12 horas entre turnos.
  - Cuando hay días libres tienen que ser de al menos 24 horas.
- $X_{20,i,d,m}$  solo fin de semana ( $i, d, m$ ): No asignar trabajadores de fines de semana y festivos en días de semana. Se define  $M$  con un valor muy grande, para que cuando la variable tome el valor de 0 esta no se active.

$$X_{20,i,d,m} \leq M \cdot (FDSF_{d,m}) \quad \text{Con } M \text{ grande}$$

$$\forall i = \{1\}$$

- Respetar 5x2 para trabajadores de 45 y 25 horas ( $z, i, m$ ):

$$\sum_d^{d+6} X_{d,i,z,m} \leq 5$$

$$\forall d = \{1, 2, 3, \dots, NDT_m - 6\}$$

- Respetar el feriado irrenunciable: 25 de diciembre:

$$\sum_{z=1}^z \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 X_{d,j,z,i,m} = 0$$

$$\forall d, m = \{25 \text{ de diciembre}\}$$

- Satisfacer demanda (i, h, d, m):

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{z=1}^{Z_i} \sum_{tj=1}^{Ntur_i} \left( \frac{X_{j,z,i,tj,d,m} * Turno_{j,tj,h}}{2} \right) \frac{60}{T_i} \geq D_{i,d,m,h}$$

- Mínimo full-time en apertura y cierre de la tienda (i, d, m):

$$\sum_{z=1}^{Z3} \sum_{t3=1}^{Ntur_3} (X_{3,z,i,t3,d,m} * Turno_{j,t3,0}) \geq 1$$

$$\sum_{z=1}^{Z3} \sum_{t3=1}^{Ntur_3} (X_{3,z,i,t3,d,m} * Turno_{j,t3,23}) \geq 1$$

Relación entre variables

- Relación turno/día para trabajador z (z, i, d, m): Que a cada trabajador sólo se le asigne un turno diario.

$$\sum_{tj=1}^{Ntur_j} (X_{j,z,i,tj,d,m}) = X_{dj,z,i,d,m}$$

- Relación día/mes para trabajador z (z, i, d, m):

$$\frac{\sum_{d=1}^{NDT_m} X_{dj,z,i,d,m}}{31} \leq X_{mj,z,i,m}$$

$$\sum_{d=1}^{NDT_m} X_{di,z,i,d,m} \geq X_{mj,z,i,m}$$

- Relación cantidad de trabajadores en el mes m (j, i, m):

$$\sum_{z=1}^Z X_{mj,z,i,m} = Y_{j,i,m}$$

- Un trabajador z sólo puede ser asignado a un departamento (j, z, m):

$$\sum_{i=1}^2 X_{mj,z,i,m} \leq 1$$

- Naturaleza de las variables (j, i, d, m, h):

$$Y_{j, i, m} \in \mathbb{N}$$

$$X_{j, i, t_j, d, m}, X_{d, i, d, m}, X_{m, j, i, m} = \{0, 1\}$$

Función objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^3 Y_{j, i, m} * C_{j, i}$$



- Modelo planning programado en AMPL

```

set J;
set I;
set M;
set D;
param Cij{i in I, j in J};
param Didm{i in I, d in D, m in M};
param Ti{i in I};
param FDSFdm{d in D, m in M} binary;
param NDPjm{j in J, m in M};
param NDTm{m in M};
param Y20im{i in I, m in M} >=0;
param Y25im{i in I, m in M} >=0;
param Y45im{i in I, m in M} >=0;
param Hj{j in J};
var X20idm{i in I, d in D, m in M} integer >=0;
var X25idm{i in I, d in D, m in M} integer >=0;
var X45idm{i in I, d in D, m in M} integer >=0;
minimize FO: sum{m in M}sum{i in
I}(Y20im[i,m]*Cij[i,20]+Y25im[i,m]*Cij[i,25]+Y45im[i,m]*Cij[i,45]);
s.t. RelacionXeY20{i in I, m in M}: sum{d in D}X20idm[i,d,m] <=
NDPjm[20,m]*Y20im[i,m];
s.t. RelacionXeY25{i in I, m in M}: sum{d in D}X25idm[i,d,m] <=
NDPjm[25,m]*Y20im[i,m];
s.t. RelacionXeY45{i in I, m in M}: sum{d in D}X45idm[i,d,m] <=
NDPjm[45,m]*Y20im[i,m];
s.t. No_asignar_mas_de_contratados_X20{i in I, d in D, m in M}: X20idm[i,d,m] <=
Y20im[i,m];
s.t. No_asignar_mas_de_contratados_X25{i in I, d in D, m in M}: X25idm[i,d,m] <=
Y25im[i,m];
s.t. No_asignar_mas_de_contratados_X45{i in I, d in D, m in M}: X45idm[i,d,m] <=
Y45im[i,m];
s.t. X20_FDS{i in I, d in D, m in M}: X20idm[i,d,m] <= 3000000*FDSFdm[d,m];
s.t. Fulltime{i in I, d in D, m in M}: 1 <= X45idm[i,d,m];

```

**s.t.** Demanda{*i in I, d in D, m in M, j in J*}:  
 $((X_{20idm}[i,d,m] \cdot (H_j[20]/2)) + (X_{25idm}[i,d,m] \cdot (H_j[25]/5)) + (X_{45idm}[i,d,m] \cdot (H_j[45]/5))) \cdot (60/Ti[i]) \geq Didm[i,d,m];$

- Datos agregados en el modelo planning AMPL

```
set J := 20 25 45;
set I := Checkout CX;
set M := Noviembre Diciembre;
set D := 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 31;
param Cij:=
Checkout 20 231920
Checkout 25 289000
Checkout 45 521820
CX 20 231920
CX 25 289000
CX 45 521820;
param Hj:=
20 20
25 25
45 45;
param Didm:=
Por temas de empresa estos datos no pueden ser mostrados.
param Ti:=
Checkout 2,75
CX 3;
```

**param** FDSFdm: Noviembre Diciembre:=

1 1 0  
2 0 1  
3 0 1  
4 1 0  
5 1 0  
6 0 0  
7 0 0  
8 0 1  
9 0 1  
10 0 1  
11 1 0  
12 1 0  
13 0 0  
14 0 0  
15 0 0  
16 0 1  
17 0 1  
18 1 0  
19 1 0  
20 0 0  
21 0 0  
22 0 0  
23 0 1  
24 0 1  
25 1 1  
26 1 0  
27 0 0  
28 0 0  
29 0 0  
30 0 1  
31 - 1;

**param** NDPjm: Noviembre Diciembre:=

20 9 11  
25 30 30  
45 30 30;

```
param NDTm:=  
Noviembre 30  
Diciembre 30;  
param Y20im:=  
Checkout Noviembre  
CX Noviembre  
Checkout Diciembre  
CX Diciembre ;  
param Y25im:=  
Checkout Noviembre  
CX Noviembre  
Checkout Diciembre  
CX Diciembre ;  
param Y45im:=  
Checkout Noviembre  
CX Noviembre  
Checkout Diciembre  
CX Diciembre ;
```

- Mallas de turnos

		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles
		04-dic	05-dic	06-dic	07-dic	08-dic	09-dic	10-dic	11-dic	12-dic	13-dic
Contrato											
1	FT45	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	Libre	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	Libre	Per.	Per.	Per.
2	FT45	Libre	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:00 a 21:00
3	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
4	FT45	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	Libre	Libre	10:00 a 20:00	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
5	FT45	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00
6	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:00 a 21:00	11:00 a 21:00	Libre	Libre	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00
1	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre
2	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	Per.	Libre	Libre	Libre	Libre
3	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:00 a 21:00	10:00 a 21:00	Libre	Libre	Libre
4	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	09:00 a 20:00	09:00 a 20:00	Libre	Libre	Libre
1	PT25	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	Libre	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
2	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	09:00 a 14:00	Libre	09:30 a 14:30	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre
3	PT25	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
4	PT25	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:00 a 21:00	09:30 a 14:30	Libre	09:30 a 14:30
5	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	09:00 a 14:00	Libre	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00
6	PT25	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre	Libre	15:30 a 20:30	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00

**Tabla 11: Primera parte turnos diciembre cx IOK.**

		Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	Contrato	14-dic	15-dic	16-dic	17-dic	18-dic	19-dic	20-dic	21-dic	22-dic
1	FT45	Per.	Libre	10:00 a 20:00	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
2	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00
3	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
4	FT45	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
5	FT45	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30
6	FT45	10:00 a 20:00	10:00 a 20:00	Libre	Libre	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00
1	PT20	Libre	Libre	Per.	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
2	PT20	Libre	Libre	Per.	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
3	PT20	Libre	Libre	10:30 a 21:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
4	PT20	Libre	Libre	09:00 a 20:00	10:00 a 21:00	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
1	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	10:00 a 15:00	10:00 a 15:00	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30
2	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:30 a 14:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	16:30 a 21:30
3	PT25	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
4	PT25	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
5	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	Libre	09:00 a 14:00	Libre	Libre	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00
6	PT25	Libre	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	10:00 a 15:00	10:00 a 15:00	10:00 a 15:00	10:00 a 15:00	10:00 a 15:00

**Tabla 12: Segunda parte turnos diciembre cx IOK**

		Sábado 23-dic	Domingo 24-dic	Lunes 25-dic	Martes 26-dic	Miércoles 27-dic	Jueves 28-dic	Viernes 29-dic	Sábado 30-dic	Domingo 31-dic
1	FT45	Libre	Libre	Feriado , no abre.	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre
2	FT45	Libre	Libre	Feriado , no abre.	Libre	Libre	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00
3	FT45	11:30 a 21:30	Libre	Feriado , no abre.	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	Libre	Libre
4	FT45	11:30 a 21:30	Libre	Feriado , no abre.	Libre	11:30 a 21:30	10:30 a 20:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre
5	FT45	11:30 a 21:30	Libre	Feriado , no abre.	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	10:30 a 20:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre
6	FT45	Libre	Libre	Feriado , no abre.	09:00 a 19:00	09:00 a 19:00	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre
1	PT20	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30	Feriado , no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	09:00 a 20:00	09:00 a 20:00
2	PT20	09:00 a 20:00	09:30 a 20:30	Feriado , no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	09:00 a 20:00	09:00 a 20:00
3	PT20	09:00 a 20:00	09:00 a 20:00	Feriado , no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	10:30 a 21:30
4	PT20	10:30 a 21:30	10:30 a 21:30	Feriado , no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	10:30 a 21:30
1	PT25	10:00 a 15:00	Libre	Feriado , no abre.	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	Libre
2	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Feriado , no abre.	15:00 a 20:00	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre
3	PT25	Libre	Libre	Feriado , no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
4	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Feriado , no abre.	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre
5	PT25	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Feriado , no abre.	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	09:00 a 14:00	Libre	Libre
6	PT25	Libre	Libre	Feriado , no abre.	16:30 a 21:30	16:00 a 21:00	16:00 a 21:00	16:30 a 21:30	Libre	Libre

**Tabla 13: Tercera parte turnos diciembre cx IOK**

	Jornada	Lunes 04-dic	Martes 05-dic	Miércoles 06-dic	Jueves 07-dic	Viernes 08-dic	Sábado 09-dic	Domingo 10-dic	Lunes 11-dic	Martes 12-dic	Miércoles 13-dic
1	FT45	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	Libre	Libre	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre
2	FT45	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC
3	FT45	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
4	FT45	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30
5	FT45	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Vac	Vac	Vac
6	FT45	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
1	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre
2	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
3	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	Libre	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre
4	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre
5	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30	Libre	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre
6	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	Libre	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre
1	PT25	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	09:30 a 14:30	11:30 a 16:30	Libre	11:30 a 16:30	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
2	PT25	10:30 a 15:30	Libre	Libre	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	11:30 a 16:30	15:30 a 20:30	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30
3	PT25	Libre	11:30 a 16:30	10:30 a 15:30	12:30 a 17:30	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	10:30 a 15:30	11:30 a 16:30	Libre
4	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre
5	PT25	Libre	16:30 a 21:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre	Libre	10:00 a 15:00	09:30 a 14:30
6	PT25	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30
7	PT25	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	09:30 a 14:30	Libre
8	PT25	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre	Libre	09:30 a 14:30
9	PT25	Libre	10:30 a 15:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	Libre	12:30 a 17:30
10	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	09:30 a 14:30	10:30 a 15:30	Libre

**Tabla 14: Primera parte turnos diciembre checkout IOK**



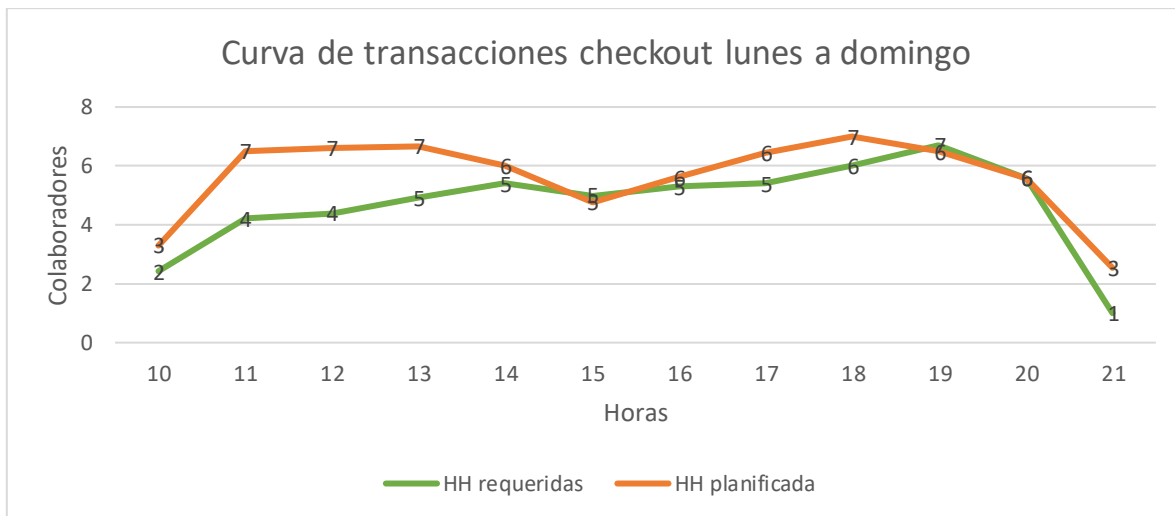
		Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	Jornada	14-dic	15-dic	16-dic	17-dic	18-dic	19-dic	20-dic	21-dic	22-dic	23-dic
1	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	10:30 a 20:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
2	FT45	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC	LIC
3	FT45	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	11:30 a 21:30
4	FT45	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	Libre	Libre	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	Libre	Vac	Vac
5	FT45	Vac	Vac	Libre	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre	Libre
6	FT45	11:30 a 21:30	Libre	10:30 a 20:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Per.	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30
1	PT20	Libre	Libre	09:30 a 20:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30
2	PT20	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
3	PT20	Libre	Libre	09:30 a 20:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30
4	PT20	Libre	Libre	09:30 a 20:30	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30
5	PT20	Libre	Libre	09:30 a 20:30	10:30 a 21:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30
6	PT20	Libre	Libre	09:30 a 20:30	09:30 a 20:30	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30
1	PT25	Libre	Libre	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
2	PT25	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	Libre	10:30 a 15:30
3	PT25	Libre	16:30 a 21:30	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
4	PT25	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre
5	PT25	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	09:45 a 14:45	17:00 a 22:00	Libre	15:30 a 20:30	17:00 a 22:00	17:00 a 22:00	15:30 a 20:30
6	PT25	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	09:45 a 14:45	09:45 a 14:45	10:00 a 15:00	Libre	09:30 a 14:30	09:45 a 14:45
7	PT25	10:30 a 15:30	Vac	Vac	Vac	Vac	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre
8	PT25	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
9	PT25	15:30 a 20:30	13:30 a 18:30	13:30 a 18:30	13:30 a 18:30	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30
10	PT25	Libre	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre	Libre	09:30 a 14:30	12:30 a 17:30

**Tabla 15: Segunda parte turnos diciembre checkout IOK**

	Jornada	Domingo 24-dic	Lunes 25-dic	Martes 26-dic	Miércoles 27-dic	Jueves 28-dic	Viernes 29-dic	Sábado 30-dic	Domingo 31-dic
1	FT45	Per.	Feriado, no abre.	21:00 a 07:00	Libre	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre
2	FT45	LIC	LIC	11:30 a 21:30	10:30 a 20:30	Libre	Libre	11:30 a 21:30	10:30 a 20:30
3	FT45	Libre	Feriado, no abre.	Per.	Per.	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	09:30 a 19:30	10:30 a 20:30
4	FT45	Vac	Vac	Vac	Vac	Vac	Vac	Vac	Vac
5	FT45	10:30 a 20:30	Feriado, no abre.	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Libre
6	FT45	Libre	Feriado, no abre.	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	11:30 a 21:30	Per.	Libre	Libre
1	PT20	09:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30
2	PT20	Libre	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre	Libre
3	PT20	09:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30
4	PT20	09:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	09:30 a 20:30	09:30 a 20:30
5	PT20	09:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30
6	PT20	09:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	Libre	Libre	10:30 a 21:30	09:30 a 20:30
1	PT25	15:30 a 20:30	Feriado, no abre.	09:30 a 14:30	12:30 a 17:30	10:30 a 15:30	10:30 a 15:30	Libre	Libre
2	PT25	Libre	Feriado, no abre.	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30
3	PT25	15:30 a 20:30	Feriado, no abre.	10:30 a 15:30	09:30 a 14:30	12:30 a 17:30	12:30 a 17:30	Libre	Libre
4	PT25	15:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30	15:30 a 20:30
5	PT25	Libre	Feriado, no abre.	Libre	Libre	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	15:30 a 20:30	16:30 a 21:30
6	PT25	Libre	Feriado, no abre.	09:30 a 14:30	Libre	10:00 a 15:00	09:30 a 14:30	09:45 a 14:45	Libre
7	PT25	15:30 a 20:30	Feriado, no abre.	15:30 a 20:30	Libre	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre
8	PT25	Libre	Feriado, no abre.	12:00 a 17:00	Libre	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	09:30 a 14:30	Libre
9	PT25	Libre	Feriado, no abre.	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	16:30 a 21:30	Libre	Libre
10	PT25	15:30 a 20:30	Feriado, no abre.	Libre	09:30 a 14:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	15:30 a 20:30	Libre

**Tabla 16: Tercera parte turnos diciembre checkout IOK**

- Curva y diferencia de HH en IPO



**Ilustración 4:** Curva de transacciones checkout IPO con implementación en diciembre.

	Diciembre	Agosto
Promedio	1	2
Desviación estándar	0.89	1.61

**Tabla 21:** comparación diferencia HH actuales con las anteriores.