

**Propuesta de un modelo de asignación de recursos que minimice los costos en el centro  
de efectivo Prosegur.**

Daniel Prada García

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Programa de Administración de Empresas

Bogotá, D.C.

2020

**Propuesta de un modelo de asignación de recursos que minimice los costos en el centro de  
efectivo Prosegur.**

Daniel Prada García

Director

Olga Lucía Torres Acuña

Trabajo de grado para optar al título de Administrador de Empresas

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Programa de Administración de Empresas

Bogotá, D.C.

2020

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por bendecir la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutor de tesis, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores. A la Universitaria Agustiniana, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

## **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

## **Resumen ejecutivo**

El presente documento consiste en desarrollar un modelo para la asignación de recursos que permitan minimizar los costos de la empresa Prosegur.

El objetivo principal es entregar un modelo para la correcta distribución de turnos de trabajo en el centro efectivo Bogotá logrando minimizar el costo. Se pretende orientar las decisiones del jefe de centro efectivo para mejorar el indicador de calidad para cada uno de los clientes con los que interviene.

La propuesta consta de diez capítulos en los que se estudiaron distintos tópicos según la importancia que reportaran al estudio, esto se limitó teniendo en cuenta la maximización de la operatividad y los objetivos que tiene la empresa con sus nuevos productos.

Por último se propone el modelo a seguir, las conclusiones y recomendaciones dadas en función de minimizar el costo de los recursos.

## Tabla de contenidos

Introducción .....	1
Capítulo 1. Descripción de la empresa.....	2
1.1. Empresa.....	2
1.2. Misión.....	2
1.3. Visión .....	2
1.4. Valores .....	2
Capítulo 2. Antecedentes y descripción del problema .....	5
2.1. Antecedentes del problema .....	5
2.2. Análisis de la industria .....	8
2.3. Análisis del mercado y la competencia .....	9
2.4. Descripción del problema.....	9
Capítulo 3. El problema, los objetivos y su importancia. ....	10
3.1. El problema. ....	10
3.2. Objetivos .....	11
3.2.1. Objetivo general.....	11
3.2.2. Objetivos específicos .....	11
3.3. Importancia.....	11
Capítulo 4. Marco referencial .....	12
4.1. Marco conceptual .....	12
4.1.1. Teoría de la investigación de operaciones .....	12
4.1.2. Técnicas para modelos de investigación de operaciones .....	12
4.1.3. Fases de un estudio de investigación de operaciones .....	13
4.1.4. Elementos básicos de un modelo matemático .....	14
4.2. Marco teórico .....	15

4.2.1. Importancia de la programación de turnos.....	15
4.2.2. Programación lineal para la programación de turnos de trabajo.....	16
4.3. Marco legal.....	16
Capítulo 5. Metodología del proyecto.....	18
Capítulo 6. Diagnóstico del proyecto.....	19
Capítulo 7. Propuesta de mejora .....	23
Capítulo 8. Desarrollo de la propuesta de mejora .....	26
Capítulo 9. Indicadores que miden la propuesta de mejora .....	37
Capítulo 10. Conclusiones .....	38
Capítulo 11. Recomendaciones .....	39
Referencias.....	40

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa - puestos de trabajo del Centro de Efectivo. Autoría propia (2019).....	6
Figura 2. Cumplimiento en certificaciones. Autoría propia (2019) .....	20
Figura 3. Aperturas de fecha. Autoría propia (2019).....	20
Figura 4. Causales aperturas de fecha Ene - Jul. Autoría propia (2019).....	21
Figura 5. Clientes afectados el mes de Julio. Autoría propia. (2019).....	22
Figura 6. Distribución de Turnos. Autoría Propia (2019).....	24
Figura 7. Distribución de Carga Operativa (Datos del proceso operativo).....	24
Figura 8. Horas extras salario mínimo legal vigente. Tomado de Symplifica. (2019) .....	26
Figura 9. Costo diario del modelo de asignación de recursos. Autoría propia. (2019).....	27
Figura 10. Cantidad de funcionarios limite por turno. Datos del Jefe de CEF. (2019).....	28
Figura 11. Lista de restricciones. Autoría propia. (2019) .....	29
Figura 12. Ingreso de datos en la herramienta Solver de Excel. Autoría propia (2019) .....	30
Figura 13. Pantalla emergente de Solver encontrando la solución. (2019).....	30
Figura 14. Informe de respuestas. Herramienta Solver (2019) .....	31
Figura 15. Informe de confidencialidad. Herramienta Solver (2019).....	32
Figura 16. Informe de límites. Herramienta Solver (2019).....	32
Figura 17. Modelo de asignación de turnos laborales. Solver. (2019).....	33
Figura 18. Distribución de empleados por turno laboral actual. Autoría propia. (Datos de la empresa 2019).....	34
Figura 19. Análisis de sensibilidad ausentismo. Autoría propia. (2019) .....	35
Figura 20. Costo diario actual de los recursos asignados. Autoría propia. (2019) .....	37

## **Introducción**

En la actualidad las empresas se diferencian por su grado de competitividad, es decir, se miden a través de parámetros de eficiencia y calidad que brindan a sus clientes el cumplimiento y valor agregado resultado de su labor. Lo anterior se mide con indicadores que permiten evaluar la efectividad del servicio que ofrecen.

La empresa Prosegur CASH (Logística y Gestión de Efectivo) dedicada al transporte y procesamiento de efectivo busca el crecimiento de la producción a través del ingreso de clientes y el incremento de la participación de los vinculados.

En los últimos años su crecimiento ha generado aumento de operatividad y mayor compromiso a la hora de asignar recursos para el correcto desempeño, razón por la cual debe asegurar un 100% de cumplimiento en oportunidad y calidad.

En este sentido, la propuesta de un modelo de asignación de recursos proporcionará una optimización en el rendimiento del centro efectivo, lo que permitirá brindar cumplimiento al cliente como lo es exigido.

## Capítulo 1. Descripción de la empresa

### 1.1. Empresa

Prosegur S.A., Cía. de Seguridad, conocido como Prosegur, es una empresa de servicios globales de seguridad fundada en 1976, y que en 1987 se convierte en la primera empresa española de seguridad que cotiza en la Bolsa de Madrid. Prosegur es, además, la tercera compañía mundial en el sector de la seguridad privada.

La Compañía cuenta con cuatro unidades de negocio: sistemas integrales de seguridad (SIS), logística de valores y gestión de efectivo, alarmas y Ciberseguridad. Estos ámbitos de la seguridad privada, a su vez, engloban muchos otros servicios como servicios fijos de seguridad, protección personal, solución integral de cajeros, sistemas de protección contra incendios, servicios de consultoría y servicios de mantenimiento.

### 1.2. Misión

Nuestra Misión o razón de ser (para qué trabajamos cada día), es generar valor para nuestros clientes, la sociedad y accionistas, ofreciendo soluciones de seguridad integrales y especializadas, incorporando la tecnología más avanzada y contando con el talento de los mejores profesionales.

### 1.3. Visión

Nuestra Visión o nuestro sueño (la meta que queremos conseguir en Prosegur), es ser el referente global de seguridad, respetado y admirado como líder, con el objetivo de construir un mundo más seguro.

### 1.4. Valores

- **Proactividad.**

Tomamos siempre la iniciativa para tratar de superar las expectativas. Intentamos transformar las necesidades y problemas en oportunidades, siempre con una actitud positiva porque sabemos que, trabajando así, podemos hacer que las cosas sucedan.

- **Creación de valor.**

Somos una empresa y como tal, estamos orgullosos de generar valor económico a la vez que creamos un mundo más seguro. Esto es lo que nos mueve a innovar de forma eficiente, eficaz y rentable en todos los ámbitos de la organización, generando también valor en los puestos de trabajo de las personas que formamos Prosegur.

- **Orientación al cliente.**

Trabajamos por y para ellos, y por ellos nos esforzamos constantemente para conocer en todo momento qué necesitan y qué sienten. Que todos nuestros clientes estén satisfechos con nosotros es el principal objetivo, y su seguridad la gran motivación que nos inspira en cada momento.

- **Transparencia.**

Sabemos que la transparencia es la única vía para ganarnos la confianza y el respeto de nuestros empleados, compañeros, accionistas, proveedores y, especialmente, de nuestros clientes. La transparencia es el valor que hace posible la comunicación y la participación, elementos fundamentales para construir un proyecto común.

- **Excelencia.**

La excelencia es la sincera voluntad de servir y atender a nuestros clientes, sabiendo que podemos mejorar continuamente y que trabajamos constantemente para conseguirlo. La excelencia, más que un objetivo en sí mismo, es una actitud personal, una manera permanente de ser, de hacer todas las cosas bien, desde el principio hasta el final. Desde las más pequeñas a las más grandes.

- **Liderazgo.**

El liderazgo es una consecuencia natural del respeto y la confianza. Liderazgo para conseguir objetivos y para ayudar a los demás a superarse con actitud positiva y de colaboración. Un líder da ejemplo, enseña, genera buen clima y hace que la responsabilidad y el éxito sean compartidos por todos. Prosegur es líder mundial y nosotros su equipo; juntos trabajamos para lograr un mundo más seguro.

- **Trabajo en equipo.**

Todos sumamos, todos nos necesitamos, todos somos protagonistas de un mismo proyecto y una misma historia. Somos miles de personas en todo el mundo, cada una diferente, con aptitudes diferentes, con conocimientos y responsabilidades diferentes, que trabajan juntas y comparten el compromiso de alcanzar un objetivo común.

- **Marca.**

Nuestra marca nos diferencia, transmite nuestros valores, nos une, nos representa. Nuestra marca está viva; entre todos la vamos construyendo día a día con cada decisión que tomamos, con nuestra actitud positiva de mejora constante, con la manera de comunicarnos dentro y fuera. Cada una de las personas que trabajamos en Prosegur somos sus embajadores, su cara, su voz, su alma. La marca es nuestra bandera.

## Capítulo 2. Antecedentes y descripción del problema

### 2.1. Antecedentes del problema

Prosegur Security en el primer semestre del año ha generado ventas a nivel mundial de alrededor de US\$1.133 millones. Han tenido crecimiento de la facturación cercano al 11% y las ventas de las soluciones integrales que es el foco estratégico sobre el cual están trabajando están creciendo alrededor del 26% dentro de la cartera de los clientes de Prosegur. Actualmente Prosegur Security cuenta con 8.000 trabajadores en seguridad y 4.000 en cash y 1.000 en alarmas y cypher.

- Ventajas que tiene Prosegur es generar empleo para de más 300 mil personales al año aproximadamente.
- Desventajas de Prosegur en el país es que cuentan con muchas compañías de seguridad están aproximadamente 1.000 es por ello que los porcentajes de participación son muy bajos y cuando se ven se pueden generar distracciones.

Prosegur es la primera empresa de seguridad privada que integró el negocio de transporte de efectivo donde cuenta con 27 centros de efectivos ubicados en diferentes ciudades a nivel nacional. El área de gestión de efectivo abarca diversos servicios según las necesidades de cada cliente, entre estos podemos destacar:

- Administración de Valores a nivel nacional teniendo en cuenta efectivo y documentos redimibles por valores monetarios como es el caso de Bonos.
- Procesamiento de Efectivo en las diferentes divisas manipuladas por las entidades bancarias tales como (Peso Colombia, Dólar Americano y Euro).
- Cajas recaudadoras donde se deposita dinero para transportar a la sede y generar su posterior conteo, organización y almacenamiento para que el cliente disponga de este en el momento solicitado.

En el centro de efectivo Bogotá se cuenta con la asignación de 50 puestos de trabajo operativos destinados para el conteo de efectivo en 3 turnos de trabajo. Su organización se representa en la siguiente imagen:

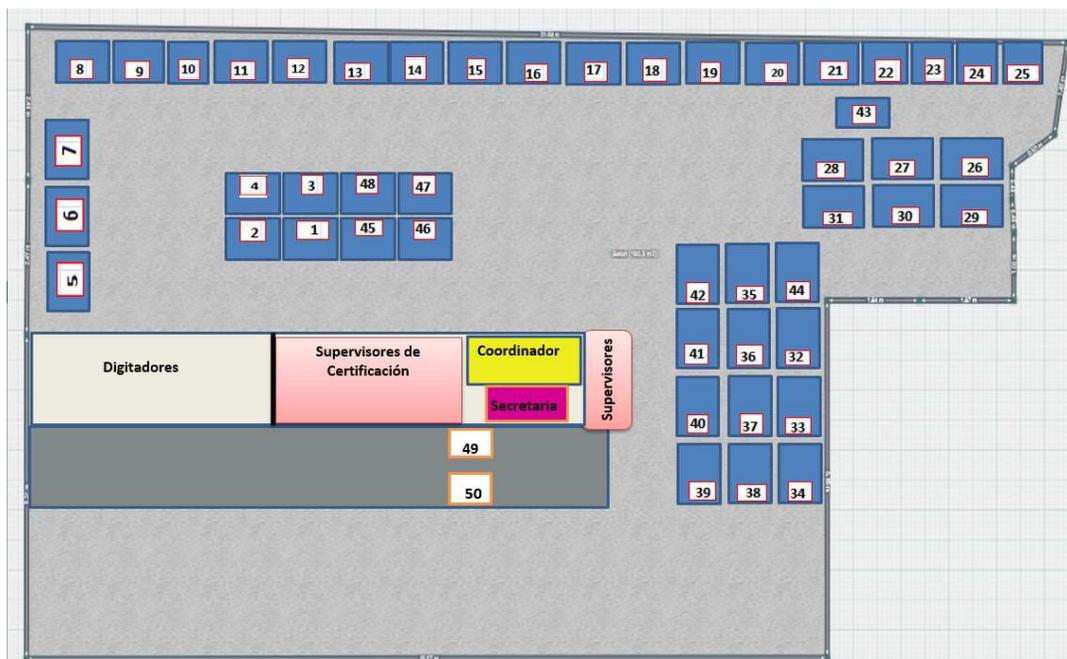


Figura 1. Mapa - puestos de trabajo del Centro de Efectivo. Autoría propia (2019).

De acuerdo al análisis del estado actual de la economía del país y el desarrollo de la empresa Prosegur, se tienen las siguientes ventajas.

- Inclusión de nuevas líneas de negocio cómo la ciberseguridad el cual se encuentra en auge.
- Implementación de nuevas tecnologías a nivel interno para el aumento de eficiencia y productividad.
- Desarrollo de nuevas subdivisiones de negocio cómo el centro de recaudos el cual se encarga de realizar el control sobre el efectivo del banco cómo de llevar un completo registro contable.
- Crecimiento geográfico lo cual le ofrece una mayor cobertura a nivel nacional en cada uno de los tipos de negocios.
- Desarrollo de herramientas y máquinas automatizadas enfocadas a clientes.

La empresa cuenta con algunas desventajas como:

- El continuo crecimiento de las compras, pagos y operaciones económicas virtuales en general, se reducen las oportunidades de aumentar o mantener su línea de negocio principal que consiste en el transporte de valores.
- Nuevas empresas que incursionan en el mercado con precios muy competitivos.

La industria del transporte de valores se encuentra actualmente muy centralizada contando solo con tres transportadoras de valores a nivel nacional las cuales son Atlas, Brinks y Prosegur. Su principal negocio son las recolecciones y entregas de efectivo a clientes ya sea en oficinas bancarias o cajeros, las cuales se realizan por personal altamente calificado y transportado en vehículos blindados o motocicletas.

Los principales competidores de la compañía Prosegur son las dos transportadoras mencionadas anteriormente: Atlas y Brinks siendo esta última la compañía de transporte de valores con mayor índice de satisfacción al cliente. (J.D. Power, 2018)

Para cada cliente existente a nivel nacional es importante mantener sus valores asegurados, realizar su procesamiento y llevar un control sobre la disponibilidad del mismo para realizar sus negocios con otros clientes, allí es donde nace la industria del transporte de valores las cuales ofrecen pero no se limitan a:

- Recolección del efectivo en la ubicación de cada uno de los clientes.
- Entrega de dotaciones de efectivo en la ubicación del cliente.
- Provisión de cajeros ATM.
- Procesamiento del efectivo recolectado.
- Clasificación de billetes.
- Generación de certificaciones donde se registra cada una de las operaciones realizadas a los clientes.

El área de gestión de efectivo es la encargada de realizar todo respecto a procesamiento del dinero, realizando la verificación, certificación y generación de reportes para los clientes.

El portafolio de productos de Prosegur se compone por los siguientes negocios:

- Prosegur Seguridad. Servicio de vigilancia con la última tecnología.
- Prosegur Cash. Soluciones para el transporte de efectivo o mercancías valiosas y automatización de la gestión del efectivo.
- Prosegur Alarmas. Solución para hogares y negocios que va desde la instalación de alarmas hasta localización de personas o vehículos.
- Prosegur Ciberseguridad: Protección contra ataques virtuales que puedan comprometer información confidencial de la empresa o clientes.

El área de gestión de efectivo de la sucursal de Bogotá acarrea con un problema en la organización de turnos del personal desde hace muchos años. Este problema ha generado pérdidas de dinero por malos procedimientos, pago de horas extras, incumplimiento ante los clientes y extensión de horarios de trabajo que en muchas ocasiones conllevan a renuncia del personal.

## **2.2. Análisis de la industria**

Este proyecto se relaciona con la empresa PROSEGUR SECURITY quien está ubicada en varias partes del país y quien es muy reconocida también internacionalmente. Sus principales y mayores competidores son SECURITAS quien fue fundada en el año 1934 en Helsingborg Suecia y quien actualmente cuenta con más de 300.000 mil empleados en 53 países en todo el mundo.

Por otro lado, encontramos la empresa CESS Y ECS quienes fueron sus competidores durante más de 20 años, pero PROSEGUR realizó su compra por el valor de 54,3 millones de euros y quienes se encuentran actualmente formando parte de la compañía Prosegur. El desarrollo de la empresa Prosegur fue a partir del año 1976 y quien en 1987 se convierte en la primera empresa española de seguridad que cotiza en la bolsa de Madrid, Prosegur es, además, la tercera compañía mundial en el sector de la seguridad privada y primera en España. (Martín, 2017)

### **2.3. Análisis del mercado y la competencia**

El mercado que maneja actualmente Prosegur es con Brasil ya que por la compra del cypher dio acceso a uno de los más grandes mercados brasileños y con mayor tasa de crecimiento, complementando a España y Portugal, Uruguay, Paraguay, Chile y Perú.

Cerrando negocio a nivel mundial de 100.000 millones de euros y registrando crecimiento hasta del 15% anual y teniendo en cuenta los países Brasil y Argentina por el total del 60% de crecimiento en el mercado.

Los participantes del mercado actual de la empresa Prosegur son: Argentina, España y Brasil quienes han provocado el mayor crecimiento del mercado para esta empresa sobre el 60% y 80% teniendo a nivel mundial ventas sobrepasadas de más del 90% en seguridad privada. (Abra Invest Corporate Finance, 2019)

### **2.4. Descripción del problema**

En el centro efectivo sucursal Bogotá de la empresa Prosegur, se cuenta con 202 funcionarios con el cargo de Operario Moneda Corriente los cuales se encargan de las actividades de conteo, verificación y clasificación de efectivo. Actualmente se encuentran distribuidos en 3 turnos rotativos para los cuales no se cuenta con un esquema de distribución de personal óptimo para suplir la operación actual y dar cumplimiento a los acuerdos pactados con los clientes.

El área de gestión de efectivo de la sucursal de Bogotá acarrea con un problema en la organización de turnos del personal desde hace muchos años. Este problema ha generado pérdidas de dinero por malos procedimientos, pago de horas extras, incumplimiento ante los clientes y extensión de horarios de trabajo que en muchas ocasiones conllevan a renuncia del personal.

## Capítulo 3. El problema, los objetivos y su importancia

### 3.1. El problema

En el centro de efectivo sucursal Bogotá ha presentado altos índices de incumplimiento debido a las inconsistencias y retrasos de la información enviada al cliente de manera diaria, los funcionarios llegan a extenderse de 10 a 16 horas diarias, pero no se logra el cumplimiento en un 100%.

Con base en lo anterior se realiza una descripción de las variables que interaccionan en la productividad de un centro de conteo de efectivo, la cuales son: los turnos de trabajo estipulados en 3 con horarios de: (06:00 a 14:00 horas, 14:00 a 22:00 horas y 22:00 a 06:00 horas); y la cantidad de trabajadores que dispone la empresa los cuales en total son 202 y los costos en horas extras en que se incurre actualmente.

Teniendo en cuenta las variables anteriormente mencionadas se realizara la construcción de un modelo para la asignación de recursos el cual permita se generar optimización en la producción del centro efectivo Bogotá y reducir el costo de horas extras.

Por lo tanto, es de gran valor desarrollar herramientas de soporte para la toma de decisiones sobre la asignación, rotación del personal y aumento en la competitividad, las cuales deben cumplir cada una de las obligaciones legales, técnicas y de seguridad para dicha labor.

¿Cómo desarrollar un modelo de asignación de recursos que minimice el costo operativo del centro efectivo Prosegur Bogotá?

## **3.2. Objetivos**

### **3.2.1. Objetivo general.**

Generar un modelo de asignación de recursos para minimizar el costo de las horas extras en el centro efectivo Bogotá.

### **3.2.2. Objetivos específicos.**

- Realizar un diagnóstico del área de centro efectivo para identificar la distribución del personal en la planta.
- Identificar los turnos de trabajo asignados y su respectivo costo.
- Plantear el modelo de asignación de recursos y realizar un comparativo con la situación actual.

## **3.3. Importancia**

El desarrollo de una herramienta que permita la correcta asignación de recursos permitirá alcanzar el 97% de cumplimiento que es la meta impuesta, donde se generará una distribución del personal que sea eficiente para el desarrollo de los procesos productivos del efectivo procesado.

## Capítulo 4. Marco referencial

### 4.1. Marco conceptual

#### 4.1.1. Teoría de la investigación de operaciones.

Es un enfoque científico de la toma de decisiones. Se puede decir que la Investigación de operaciones, utiliza un enfoque planeado (método científico) y un grupo interdisciplinario para representar, mediante modelos simbólicos, las relaciones funcionales que se dan en la realidad, lo cual suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones. Algo que es tan general como la definición anterior pero que da mucha claridad sobre lo que hace la Investigación de Operaciones, es que cuando se aplica alguna herramienta de la Investigación de operaciones se busca obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos. Para ello es necesario mencionar lo que compone el modelo matemático. (Ariza, 2015)

#### 4.1.2. Técnicas para modelos de investigación de operaciones.

Existen diferentes técnicas para resolver problemáticas de investigación de operaciones se diseñan para modelos con funciones objetivo y restricciones, las más importantes son:

- Programación lineal, resuelve modelos con función objetivos y restricciones estrictamente lineales. (Vásquez, 2015)
- Programación entera, la variable toman valores enteros.
- Programación dinámica, en la que el modelo original se puede descomponer en subproblemas más pequeños.
- Programación de red, en la que el problema se puede modelar como una red.
- Programación no lineal, en la que las funciones del modelo son no lineales.

#### 4.1.3. Fases de un estudio de investigación de operaciones.

Un estudio de operaciones es una herramienta para tomar decisiones, es una ciencia ya que contiene técnicas matemáticas y sus principales fases de la implementación práctica comprenden:

- La definición del problema.

Define el alcance del problema que se investiga. Su resultado final será identificar tres elementos principales del problema de decisión, que son: 1) la descripción de las alternativas de decisión; 2) la determinación del objetivo, y 3) la especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelo. (Osorio, 2014)

- La construcción del modelo.

Hace referencia al resultado óptimo luego de la ejecución del modelo matemático teniendo en cuenta los parámetros estimados. Es importante tener en cuenta que las soluciones que tienen este proceso deben ser interpretadas a la vida real. (Osorio, 2014)

- La validación del modelo.

Se debe comprobar si el modelo propuesto hace lo que se requirió inicialmente ya que este debe encargarse de predecir y convencer que es funcional y puede generar eficiencia o mejora a la problemática propuesta para llegar a la implementación. En esta fase se podrá recurrir a la simulación de la herramienta trabajada. (Osorio, 2014)

- La implementación de la solución.

La implementación da solución de un modelo validado que implica la traducción a instrucciones de la operación para generar una mejora operativa en la asignación e investigación de operaciones. (Osorio, 2014)

#### 4.1.4. Elementos básicos de un modelo matemático.

Un modelo matemático es producto de la abstracción de un sistema real, eliminando las complejidades y haciendo suposiciones pertinentes; se aplica una técnica matemática y se obtiene una representación simbólica del mismo. (Milla, 2019)

- **Variables de decisión y parámetros.**

Las variables de decisión son incógnitas que deben ser determinadas a partir de la solución del modelo. Los parámetros representan los valores conocidos del sistema o que se pueden controlar. Las variables de decisión se representan por:  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  ó  $X_i, i = 1, 2, 3, \dots, n..$  (Milla, 2019)

- **Función objetivo.**

La función objetivo es una relación matemática entre las variables de decisión, parámetros y una magnitud que representa el objetivo o producto del sistema. Es la medición de la efectividad del Modelo formulado en función de las variables. Determina lo que se va optimizar (Maximizar o Minimizar). (Milla, 2019)

- **Solución óptima.**

Se obtiene cuando el valor de la Función Objetivo es óptimo (valor máximo o mínimo), para un conjunto de valores factibles de las variables. Es decir, hay que reemplazar las variables obtenidas  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ; en la Función Objetivo  $Z = f(C_1X_1, C_2X_2, C_3X_3, \dots, C_nX_n)$  sujeto a las restricciones del modelo matemático. (Milla, 2019)

- **Restricciones.**

Son relaciones entre las variables de decisión y los recursos disponibles. Las restricciones del modelo limitan el valor de las variables de decisión. Se generan cuando los recursos disponibles son limitados.

En el Modelo se incluye, adicionalmente de las restricciones, la Restricción de No Negatividad de las Variables de decisión, o sea:  $X_i = 0$ . (Milla, 2019)

- **El modelo de programación lineal**

Es una representación simbólica de la realidad que se estudia, o del problema que se va a solucionar. Se forma con expresiones de lógicas matemáticas, conteniendo términos que significan contribuciones: a la utilidad (con máximo) o al costo (con mínimo) en la Función Objetivo del modelo. Y al consumo de recursos disponibles (con desigualdades = ó = e igualdades =) en las restricciones. (Milla, 2019)

## **4.2. Marco teórico**

### **4.2.1. Importancia de la programación de turnos.**

Según un artículo Modelo de la programación de turnos de trabajo, la fuerza laboral es un recurso clave y limitado, por lo que es importante utilizarlo de manera eficiente. Por lo tanto es necesario para realizar el análisis del personal requisitos para todo el día, especialmente en empresas de servicios donde hay una gran variación en demanda por franjas horarias. Al mismo tiempo tiene el asignación óptima de turnos y cargas de trabajo a empleados que cubren los requisitos de demanda mantiene un nivel de servicio adecuado para optimizar capacidad de uso disponible y evita los altos costos de no tener el número apropiado de empleados para satisfacer la demanda o la mala utilización de este recurso. (Orejuela, Peña, & Bustamante., 2014).

Algunas técnicas de la investigación operativa se recogen bajo el nombre de optimización o programación matemática. La optimización consiste en la selección de una alternativa mejor en relación con las demás alternativas posibles y permite tomar decisiones adecuadas para el problema planteado (Castillo, Conejo, Pedregal, & García, 2002)

Teniendo en cuenta un estudio publicado en una revista de la universidad del Bío-Bío en la ciudad de México, dentro de cualquier organización, determinar la cantidad de personal y los horarios en que estos laboran, es un aspecto que ha cobrado gran importancia en el área de la investigación operativa. Se ha detectado que la escasez de empleados puede significar que los servicios no se presten o se presten con baja calidad, entre otras situaciones. (Canseco, Sánchez, Olivares, & Elías, 2016)

#### **4.2.2. Programación lineal para la programación de turnos de trabajo.**

Según un artículo publicado por la ciudad universitaria de México la programación lineal da pauta a resolver eficientemente el complejo problema de asignación de personal a horarios de trabajo en la empresa telefónica aludida con anterioridad donde poseen más de 3.000 turnos y busca la asignación de personal a los diferentes horarios de trabajo en un centro de atención telefónica que tiene 181 operadoras con 67 horarios diferentes de trabajo. (Villagómez & Ojeda, 2012)

#### **4.3. Marco legal**

- **Artículo 1º, El artículo 160 del Código Sustantivo del Trabajo**

Artículo 160. Trabajo Diurno y Nocturno. 1. Trabajo diurno es el que se realiza en el período comprendido entre las seis horas (6:00 p.m.) y las veintiún horas (9:00 p. m.). 2. Trabajo nocturno es el que se realiza en el período comprendido entre las veintiún horas (9:00 p. m.) y las seis horas (6:00 a. m.) (Congreso de Colombia, 2017, pág. 1).

- **Artículo 2. El literal d) del artículo 161 del Código Sustantivo del Trabajo**

d) El empleador y el trabajador podrán acordar que la jornada semanal de cuarenta y ocho (48) horas se realice mediante jornadas diarias flexibles de trabajo, distribuidas en máximo seis días a la semana con un día de descanso obligatorio, que podrá coincidir con el domingo. Así, el número de horas de trabajo diario podrá repartirse de manera variable durante la respectiva semana teniendo como mínimo cuatro (4) horas continuas y como máximo hasta diez (10) horas diarias sin lugar a ningún recargo por trabajo suplementario, cuando el número de horas de trabajo no exceda el promedio de cuarenta y ocho (48) horas semanales dentro de la jornada Ordinaria de 6 A.M. a 9 P.M (Congreso de Colombia, 2017).

- **(Decreto 995 de 1968, art.1) Artículo 2.2.1.3.1.2. Registro del trabajo suplementario**

En las autorizaciones que se concedan se exigirá al empleador llevar diariamente, por duplicado, un registro del trabajo suplementario de cada trabajador, en el que se especifique: nombre de éste, edad, sexo, actividad desarrollada, número de horas laboradas, con indicación de si son diurnas o nocturnas, y la liquidación del sobre-remuneración correspondiente. El duplicado de tal registro

será entregado diariamente por el empleador al trabajador, firmado por aquel o por su representante. Si el empleador no cumpliera con este requisito se le revocará la autorización (gydconsulting, 2015, pág. 22).

## Capítulo 5. Metodología del proyecto

Para el desarrollo de esta problemática es seleccionado el enfoque de investigación mixto, ya que permite recolectar, analizar y difundir datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo estudio. (Teddlie, 2010). Sus ventajas son unir al enfoque cuantitativo y cualitativo, ambos importantes y valiosos, ninguno prevalece respecto al otro; al contrario, se trabajan de forma conjunta, lo cual permite comprender la realidad que se estudia de una manera más integral.

El sujeto al que se destinara el desarrollo de la investigación es el OMC (Operario Moneda Corriente, empleado). Ya que la distribución del equipo de trabajo se compone de la siguiente manera: Prosegur CASH (Universo o la unidad de negocio), Gestión de efectivo (Población o área de negocio), Administración GEF (Muestra o empleados que realizan las actividades operativas y administrativas en el CE) y OMC (Unidad de análisis o empleados con funciones operativas).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado respecto a la unidad de análisis seleccionada para el desarrollo de este proyecto, se realizara recolección de información de la siguiente manera:

- Cantidad de personas por turno laboral.
- Horarios productivos; es decir, horas del día donde aumente o disminuya la operatividad de la operación.
- Costo cada turno laboral.

## Capítulo 6. Diagnóstico del proyecto

Para desarrollar el diagnóstico se hace tiene en cuenta el modelo operativo de la empresa, consiste actualmente en tres turnos, mañana, tarde y noche. El primer turno es el encargado de la clasificación de dinero por calidades, es un proceso que demanda un amplio conocimiento sobre la clasificación de los billetes según su estado, manejo de las máquinas de clasificación, proceso de fajillado, zunchado y armado de pacas. Cabe mencionar que este proceso es sencillo de aprender y solo demandaría unos cinco días en promedio el proceso total de aprendizaje.

El segundo turno consiste en empaques de provisiones para el banco (servicios y ATM), así como verificación de los mismos aunque con prioridad a los ATM. Los procesos realizados en este turno son los más sencillos de aprender, demandando un promedio de tres días el proceso de aprendizaje, sin embargo es el turno más extenso llegando a durar más de 14 horas en algunas ocasiones.

El último turno es el de noche, este turno es el encargado de verificar los servicios de logística y de él depende el cumplimiento de horario para las certificaciones del cliente. Para este turno se requiere alto conocimiento y práctica en los procesos a realizar, es donde más riesgo de errores hay debido a la presión de los horarios y cantidad de servicios, por lo tanto es necesario que el operario haya estado en los dos turnos anteriores antes de estar aquí.

Usualmente cuando se contrata nuevo personal, es época de temporada, este personal se integra al turno de la tarde debido a que es el más sencillo pero no se tiene en cuenta que este turno es el más extenso de todos y teniendo en cuenta la época de temporada es normal que estos turnos se lleguen a un horario promedio de 14 horas o más diarias durante semanas. Al ser personal nuevo, con el alto volumen de trabajo y horarios extendidos la tendencia es que las personas renuncien a los pocos días de haber ingresado.

Como medidas para mitigar este suceso se han cambiado los horarios de los turnos de tal modo que se ajusten de una mejor manera a los volúmenes de operación, sin dar los resultados esperados.

En el grafico presentado a continuación, se representa el cumplimiento en los procesos productivos frente al cliente en lo cursado del periodo Enero – Julio de 2019.

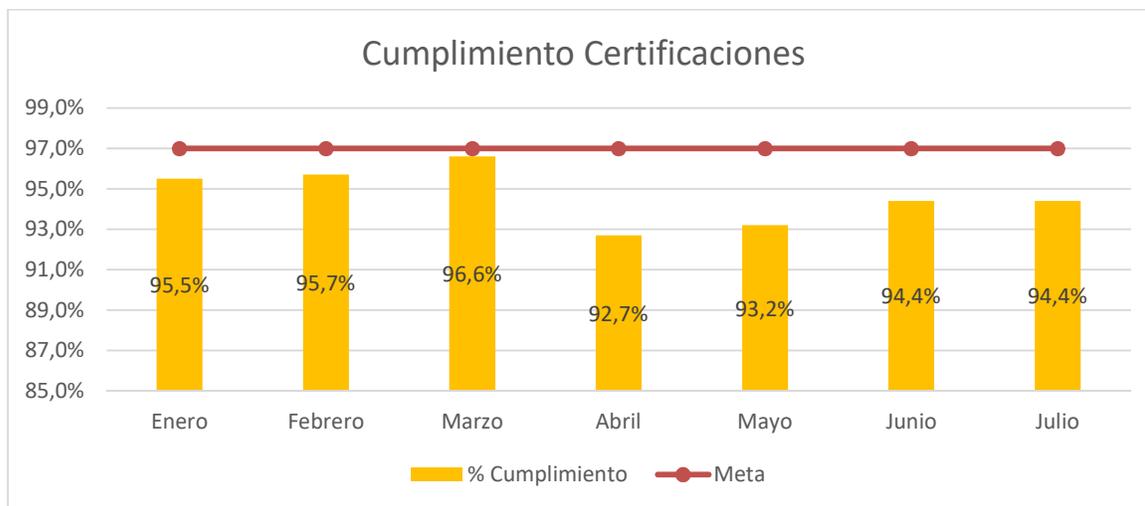


Figura 2. Cumplimiento en certificaciones. Autoría propia (2019)

Además del bajo rendimiento productivo constantemente se presentan errores en la información lo que genera realizar constantes correcciones a las certificaciones, este fenómeno se denomina apertura de fecha; donde se realizar modificación al documento enviado al cliente y es calificado por el cliente también como incumplimiento.

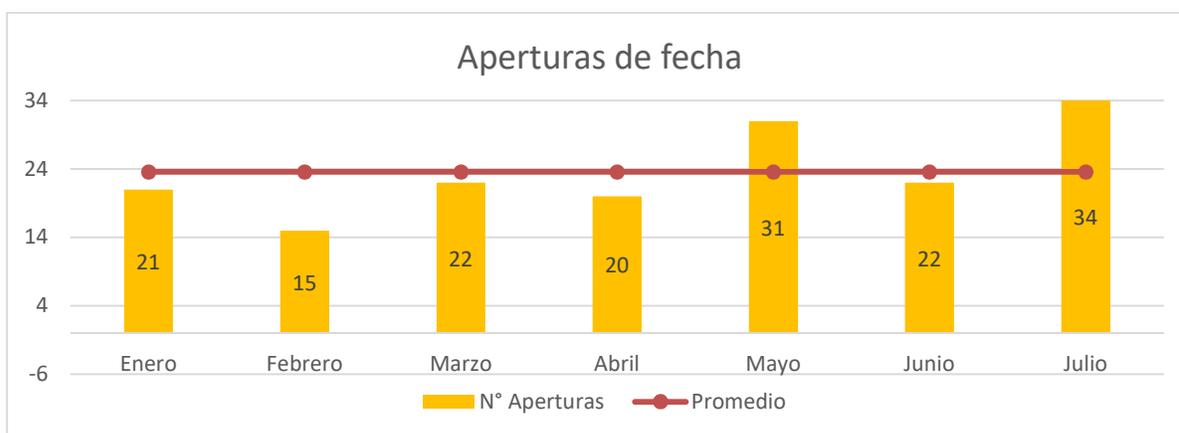


Figura 3. Aperturas de fecha. Autoría propia (2019).

<b>CAUSAL</b>	<b>APERTURAS REALIZADAS</b>
CIERRE DE FECHA SIN INGRESO TOTAL DE SERVICIOS / PLANILLAS	26
TRASLADO INTERNO ENTRE FONDOS NO EJECUTADO	13
ORIGEN O DESTINO DE SERVICIO ERRADO	12
ERROR EN DIGITACIÓN DE VALORES	9
ERROR EN DETALLADO	6
ERROR EN DIGITACION DE CLIENTE/SUBCLIENTE	5
NOVEDAD MAL CERTIFICADA	3
OTRA CAUSAL	1
SERVICIO CANCELADA Y CERTIFICADA	1
ERROR EN ARQUEO/PROVISION ATM	1
TROCADO DE CAJEROS EN CERTIFICACION	1
Total general	78

Figura 4. Causales aperturas de fecha Ene - Jul. Autoría propia (2019).

<b>Cliente</b>	<b>Cantidad de Aperturas</b>
BANCO DAVIVIENDA	6
BBVA	5
BANCO COMERCIAL AV VILLAS	4
BANCO POPULAR	3
BANCO DE BOGOTA	3
SODIMAC	2
ALMACENES ÉXITO	2

VIA 40	1
ROMI	1
MERCADOS ZAPATOCA	1
CRUZ VERDE	1
COLPATRIA	1
GNE SOLUCIONES	1
BANCO COMERCIAL AV VILLAS ATH	1
ITAU CORPBANCA	1
COMPENSAR	1
Total general	34

Figura 5. Clientes afectados el mes de Julio. Autoría propia. (2019).

## Capítulo 7. Propuesta de mejora

El área de gestión de efectivo es la encargada de realizar el procesamiento de todo el dinero recolectado durante el día, cómo también de realizar los empaques de las provisiones solicitadas por los clientes.

Teniendo en cuenta lo anterior se identifican las variables que inciden en esta problemáticas son:

- Tres (3) turnos de trabajo (06:00 a 14:00 horas, 14:00 a 22:00 horas y 22:00 a 06:00 horas)

$X1$  = Cantidad de personas que trabajan turno 06:00 – 14:00

$X2$  = Cantidad de personas que trabajan turno 06:00 – 18:00

$X3$  = Cantidad de personas que trabajan turno 06:00 – 22:00

$X4$  = Cantidad de personas que trabajan turno 14:00 – 22:00

$X5$  = Cantidad de personas que trabajan turno 14:00 – 02:00

$X6$  = Cantidad de personas que trabajan turno 14:00 – 06:00

$X7$  = Cantidad de personas que trabajan turno 22:00 – 06:00

$X8$  = Cantidad de personas que trabajan turno 22:00 – 10:00

$X9$  = Cantidad de personas que trabajan turno 22:00 – 14:00

- Cantidad de personal.

A continuación se relaciona el volumen de trabajo en la operación diaria de acuerdo a cada turno de trabajo, teniendo en cuenta las horas laboradas se distribuyen en los siguientes niveles: *Bajo (80 – 90%), Medio (90 – 95%) y Alto (95 – 100%)*.

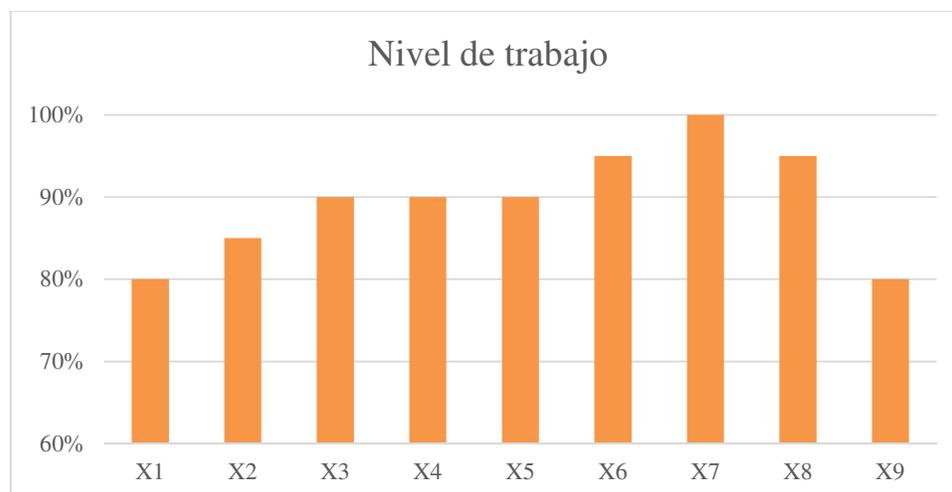


Figura 6. Distribución de Turnos. Autoría Propia (2019).

De acuerdo a la anterior ilustración se representa de forma porcentual el volumen de trabajo para cada turno teniendo en cuenta que *X1*, *X2* y *X3* realizan los procesos de clasificación y empaque de efectivo; *X4*, *X5* y *X6* procesan el dinero recolectado en horas de la mañana y tarde; *X7*, *X8* y *X9* se encargan de terminar el total conteo de efectivo recolectado durante día y noche.

Teniendo en cuenta la anterior, en la siguiente ilustración se representan los niveles por volumen de trabajo. (Bajo, Medio y Alto).

Turno	Volumen operativo de acuerdo al horario		
06:00 - 10:00 <i>h</i>	Bajo		
10:00 - 14:00 <i>h</i>	Bajo		
14:00 - 18:00 <i>h</i>		Medio	
18:00 - 22:00 <i>h</i>		Medio	
22:00 - 02:00 <i>h</i>			Alto
02:00 - 06:00 <i>h</i>			Alto

Figura 7. Distribución de Carga Operativa (Datos del proceso operativo).

Las restricciones o limitaciones son las siguientes:

- La suma de personas distribuidas en los turnos de trabajo no debe superar la cantidad de personas contratadas.
- La cantidad de empleados por turno, no puede exceder la cantidad de puestos de trabajo.

Por lo tanto se implementará la redistribución del personal en (3) turnos los cuales tendrán subdivisiones en los horarios adicionales al turno, lo cual permita anticiparse a eventos que puedan retrasar el funcionamiento de la operación para dar cumplimiento a los clientes.

La meta es reducir el tiempo de horas extras que puede generar una persona en cada turno, con cada subdivisión de horario laboral se pueda atender las novedades para el momento en que se realice la entrega de turno se pueda continuar con la operación sin interrupciones.

## Capítulo 8. Desarrollo de la propuesta de mejora

Tomando como base los problemas que presenta la empresa Prosegur, centro de gestión de efectivo de la sucursal de Bogotá y de acuerdo al análisis de la operación dentro del mismo, se plantea el siguiente modelo para la organización de los turnos. Para esto es necesario entender qué costo tienen los turnos de acuerdo al horario laboral de cada funcionario.

A continuación se presenta una tabla donde se establece el costo de cada turno laboral eligiendo como base el salario mínimo legal vigente para el año 2019, que corresponde al valor a pagar de cada funcionario a diario según el contrato laboral.

<b>Tipo de Hora</b>	<b>Valor Horas</b>
Hora Extra Diurna	\$ 4.313
Hora Extra Nocturna	\$ 6.038
Recargo Nocturno	\$ 4.658

Figura 8. Horas extras salario mínimo legal vigente. Tomado de Symplifica. (2019)

Teniendo en cuenta lo anterior se muestra el costo diario que representa la propuesta de asignación de recursos de cada turno. Se calcula teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior (*Horas extras salario mínimo legal vigente*) donde la base es el costo diario del salario mínimo legal vigente para el año 2019 (\$27.600) y se realiza el aumento teniendo en cuenta la cantidad de horas en que varía cada turno.

<b>Turno</b>	<b>Valor Día</b>	<b>Horas E.D.</b>	<b>Horas E.N.</b>	<b>R.N.</b>	<b>Costo Diario</b>
<i>X1</i>	\$ 27.600	0	0	0	\$ 27.600
<i>X2</i>	\$ 27.600	4	0	0	\$ 44.852
<i>X3</i>	\$ 27.600	8	0	0	\$ 62.104
<i>X4</i>	\$ 27.600	0	0	0	\$ 27.600
<i>X5</i>	\$ 27.600	0	4	0	\$ 51.752
<i>X6</i>	\$ 27.600	0	8	0	\$ 75.904
<i>X7</i>	\$ 27.600	0	0	1	\$ 32.258
<i>X8</i>	\$ 27.600	4	0	1	\$ 49.510
<i>X9</i>	\$ 27.600	8	0	1	\$ 66.762

Figura 9. Costo diario del modelo de asignación de recursos. Autoría propia. (2019)

Ya que el objetivo es minimizar los costos de horas extras de acuerdo al número de empleados asignados para los turnos de trabajo, la función objetivo corresponde a:

$$\text{Minimizar } Z = 27.600X1 + 44.852X2 + 62.104X3 + 27600 X4 + 51.752 X5 + 75.904 X6 \\ + 32.258X7 + 49.510X8 + 66.762X9$$

Las restricciones o limitaciones teniendo en cuenta un histórico de turnos programados por el jefe de centro efectivo Bogotá de la empresa Prosegur, este indica requerir la siguiente cantidad de personas en cada uno de los turnos para cumplir con las metas de certificación a los clientes y organizar el efectivo de cada fondo.

A continuación se representa un promedio histórico de la programación de turnos que tienen los funcionarios, donde se evidencia el gran número de personas en turnos de 12 y 16 horas lo que genera altos costos de horas extras.

<b>CANTIDAD DE FUNCIONARIOS LIMITE POR TURNO</b>				
Turnos		Horas de trabajo		
N	Horarios	8 Horas	12 Horas	16 Horas
1	06:00 a 14:00	41	8	5
2	14:00 a 22:00	65	8	5
3	22:00 a 06:00	60	7	3

Figura 10. Cantidad de funcionarios limite por turno. Datos del Jefe de CEF. (2019)

Teniendo en cuenta la anterior tabla se aclara lo siguiente:

- Turno 1 está compuesto por 54 personas.
- Turno 2 está compuesto por 78 personas.
- Turno 3 está compuesto por 70 personas.

Se crean sub-grupos de cada turno basados en la cantidad de horas que trabajan a diario, de acuerdo a lo anterior la cantidad total de empleados, es (202).

Una vez definida la función objetivo, las variables las cuales corresponden a los turnos y costo de cada turno, se procede a realizar las restricciones que permitirán el desarrollo del modelo mediante la herramienta Solver por método de programación lineal.

- **Restricciones.**

De acuerdo a lo anteriormente expresado se procede a representar simbólicamente las restricciones para ejecutar la operación de Solver.

<b>Restricciones</b>		
$X1$	$\leq$	54
$X2$	$\leq$	13
$X3$	$\leq$	5
$X4$	$\leq$	78
$X5$	$\leq$	13
$X6$	$\leq$	5
$X7$	$\leq$	70
$X8$	$\leq$	10
$X9$	$\leq$	3
202	$\leq$	202
$X1+X2+X3 +X9$	$\geq$	56
$X3+X4+X5+X6$	$\geq$	75
$X6+X7+X8+X9$	$\geq$	71
$X1 \geq 0; X2 \geq 0; X3 \geq 0; X4 \geq 0; X5 \geq 0; X6 \geq 0; X7 \geq 0; X8 \geq 0; X9 \geq 0$	$\geq$	0 = No negatividad

Figura 11. Lista de restricciones. Autoría propia. (2019)

Teniendo cantidad de personas de cada variable y las restricciones se procede a realizar el cálculo mediante la herramienta Solver de Excel, demostrando que este es el panorama habitual de turnos programados. De la siguiente manera:

- Ingreso de datos teniendo en cuenta las restricciones programadas de los turnos requeridos por el jefe de la operación.

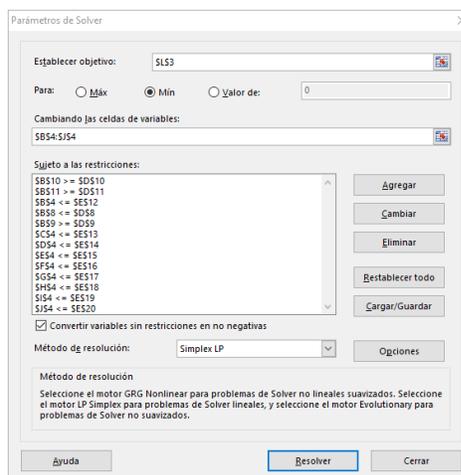


Figura 12. Ingreso de datos en la herramienta Solver de Excel. Autoría propia (2019)

- Seleccionar la opción resolver:

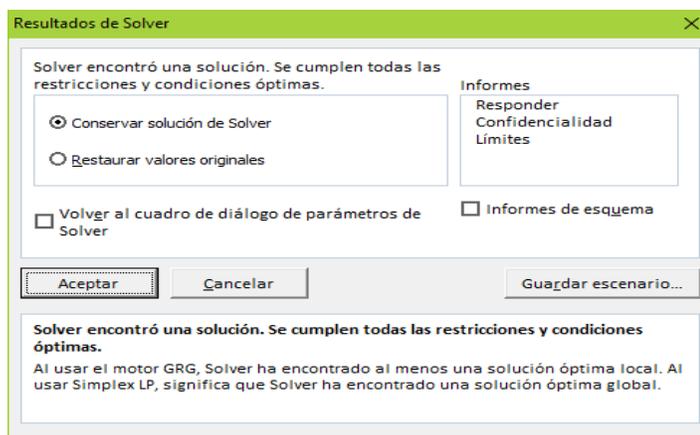


Figura 13. Pantalla emergente de Solver encontrando la solución. (2019)

Luego de realizar el cálculo mediante la herramienta ofimática Solver nos muestra los siguientes datos:

Celda objetivo (Min)					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final		
\$L\$3	z	\$ 5.919.726	\$ 5.919.726		

Celdas de variables					
Celda	Nombre	Valor original	Valor final	Entero	
\$B\$4	Valores X1	54	54	Continuar	
\$C\$4	Valores X2	0	0	Continuar	
\$D\$4	Valores X3	0	0	Continuar	
\$E\$4	Valores X4	75	75	Continuar	
\$F\$4	Valores X5	0	0	Continuar	
\$G\$4	Valores X6	0	0	Continuar	
\$H\$4	Valores X7	69	69	Continuar	
\$I\$4	Valores X8	0	0	Continuar	
\$J\$4	Valores X9	2	2	Continuar	

Restricciones						
Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora	
\$B\$10	X1	75	\$B\$10>=\$D\$10	Vinculante	0	
\$B\$11	X1	71	\$B\$11>=\$D\$11	Vinculante	0	
\$B\$8	X1	200	\$B\$8<=\$D\$8	No vinculante	2	
\$B\$9	X1	56	\$B\$9>=\$D\$9	Vinculante	0	
\$B\$4	Valores X1	54	\$B\$4<=\$E\$12	Vinculante	0	
\$C\$4	Valores X2	0	\$C\$4<=\$E\$13	No vinculante	13	
\$D\$4	Valores X3	0	\$D\$4<=\$E\$14	No vinculante	5	
\$E\$4	Valores X4	75	\$E\$4<=\$E\$15	No vinculante	3	
\$F\$4	Valores X5	0	\$F\$4<=\$E\$16	No vinculante	13	
\$G\$4	Valores X6	0	\$G\$4<=\$E\$17	No vinculante	5	
\$H\$4	Valores X7	69	\$H\$4<=\$E\$18	No vinculante	1	
\$I\$4	Valores X8	0	\$I\$4<=\$E\$19	No vinculante	10	
\$J\$4	Valores X9	2	\$J\$4<=\$E\$20	No vinculante	1	

Figura 14. Informe de respuestas. Herramienta Solver (2019)

De acuerdo a la ilustración anterior la herramienta Solver muestra:

- Celda objetivo. Minimiza el costo con un valor de \$5.919.726, distribuido en cada turno de trabajo.
- Celda de variables. Asigna la cantidad de personas teniendo en cuenta las restricciones dadas para lograr minimizar el costo total de los turnos.
- Restricciones. Son los datos de los turnos programados históricamente para satisfacer la necesidad de cumplimiento.

## Celdas de variables

Celda	Nombre	Valor	Final	Reducido	Objetivo	Permisible	Permisible
			Coste	Coeficiente	Aumentar	Reducir	
\$B\$4	Valores X1	54	-6904		27600	6904	1E+30
\$C\$4	Valores X2	0	10348		44852	1E+30	10348
\$D\$4	Valores X3	0	0		62104	1E+30	0
\$E\$4	Valores X4	75	0		27600	0	27600
\$F\$4	Valores X5	0	24152		51752	1E+30	24152
\$G\$4	Valores X6	0	16046		75904	1E+30	16046
\$H\$4	Valores X7	69	0		32258	6904	0
\$I\$4	Valores X8	0	17252		49510	1E+30	17252
\$J\$4	Valores X9	2	0		66762	0	6904

## Restricciones

Celda	Nombre	Valor	Final	Sombra	Restricción	Permisible	Permisible
			Precio	Precio	Lado derecho	Aumentar	Reducir
\$B\$10	X1	75	27600		75	2	75
\$B\$11	X1	71	32258		71	1	69
\$B\$8	X1	200	0		202	1E+30	2
\$B\$9	X1	56	34504		56	1	1

Figura 15. Informe de confidencialidad. Herramienta Solver (2019)

Objetivo		
Celda	Nombre	Valor
\$L\$3	z	\$5.919.726

Celda	Nombre	Valor	Inferior		Superior	
			Limite	Resultado	Limite	Resultado
\$B\$4	Valores :	54	54	5919726	54	5919726
\$C\$4	Valores :	0	0	5919726	2	6009430
\$D\$4	Valores :	0	0	5919726	2	6043934
\$E\$4	Valores :	75	75	5919726	77	5974926
\$F\$4	Valores :	0	0	5919726	2	6023230
\$G\$4	Valores :	0	0	5919726	2	6071534
\$H\$4	Valores :	69	69	5919726	70	5951984
\$I\$4	Valores :	0	0	5919726	2	6018746
\$J\$4	Valores :	2	2	5919726	3	5986488

Figura 16. Informe de límites. Herramienta Solver (2019)

Al realizar mediante el método Solver en la herramienta ofimática de Excel se encuentra viable la distribución de los funcionarios ya que cumple con todas las restricciones o limitaciones. Se representa mediante la siguiente ilustración:

<b>Turno</b>	<b>Cantidad T.</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo Total</b>
X1	54	27.600	1.490.400
X2	0	44.852	-
X3	0	62.104	-
X4	75	27.600	2.070.000
X5	0	51.752	-
X6	0	75.904	-
X7	69	32.258	2.225.802
X8	0	49.510	-
X9	2	66.762	133.524

Figura 17. Modelo de asignación de turnos laborales. Solver. (2019)

- **Comparativo modelo actual**

Al indagar la cantidad de funcionarios que laboran en los horarios anteriormente expuestos encontramos los siguientes resultados:

<b>Turno</b>	<b>Cantidad T.</b>
<i>X1</i>	41
<i>X2</i>	8
<i>X3</i>	5
<i>X4</i>	65
<i>X5</i>	8
<i>X6</i>	5
<i>X7</i>	60
<i>X8</i>	7
<i>X9</i>	3
<b>Total empleados</b>	<b>202</b>

Figura 18. Distribución de empleados por turno laboral actual. Autoría propia. (Datos de la empresa 2019)

- **Análisis de sensibilidad**

Al realizar una revisión de los resultados arrojados por Solver en el informe análisis de sensibilidad se identifica la reducción en el costo de la siguiente manera:

- *X2*: \$10.348
- *X5*: \$24.152
- *X6*: \$16.046
- *X8*: \$17.252

Se logró la reducción de estos valores ya que Solver propone que los funcionarios pueden cumplir las necesidades en los turnos de 8 horas diarias.

Para el turno *XI* se evidencia un aumento en el costo por valor de \$6.904 ya que es necesario el pago de horas extras para cumplir con el requisito solicitado por el Jefe de Centro Efectivo Bogotá.

A continuación se muestra una figura donde se evidencia el aumento del costo total de los turnos diarios en caso de que se requiera 1 o 2 personas en turnos laborales diferentes ya sea para cubrir una ausencia o abandono del puesto.

Valor de acuerdo a la distribución de personas dada por Solver:

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Z
Valores	27.600	44.852	62.104	27.600	51.752	75.904	32.258	49.510	66.762	
Costo	1.490.400	-	-	2.070.000	-	-	2.225.802	-	133.524	\$5.919.726

Valor del costo en dado caso de presentarse ausentismo en el turno de la mañana

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Z
Valores	27.600	44.852	62.104	27.600	51.752	75.904	32.258	49.510	66.762	
Costo	1.518.000	-	-	2.070.000	-	-	2.225.802	-	133.524	\$5.947.326

+1,39%

Valor del costo en dado caso de presentarse ausentismo en el turno de la tarde

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Z
Valores	27.600	44.852	62.104	27.600	51.752	75.904	32.258	49.510	66.762	
Costo	1.490.400	-	186.312	2.014.800	-	-	2.225.802	-	133.524	\$6.050.838

+2,63%

Valor del costo en dado caso de presentarse ausentismo en el turno de la noche

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	Z
Valores	27.600	44.852	62.104	27.600	51.752	75.904	32.258	49.510	66.762	
Costo	1.490.400	-	-	2.070.000	-	75.904	2.161.286	-	133.524	\$5.931.114

+0,66%

Figura 19. Análisis de sensibilidad ausentismo. Autoría propia. (2019)

De acuerdo a lo anterior se evidencian situaciones en cada uno de los tres (3) turnos laborales, en donde pueda que ocurra cambio de turno o movilidad de uno o dos funcionarios.

- Para el turno de la mañana se evidencia un incremento del 1,39% respecto al costo mínimo que arrojó Solver, el valor corresponde a \$27.000.

- Para el turno de la tarde se evidencia un incremento del 1,39% respecto al costo mínimo que arrojó Solver, el valor corresponde a \$131.112.
- Para el turno de la noche se evidencia un incremento del 1,39% respecto al costo mínimo que arrojó Solver, el valor corresponde a \$11.388.

## Capítulo 9. Indicadores que miden la propuesta de mejora

El objetivo principal que desempeña esta propuesta es asignar los recursos de forma eficiente que permitan minimizar el costo de las horas extras.

A continuación se muestra el costo real diario que representan los recursos asignados:

<b>Turno</b>	<b>Cantidad T.</b>	<b>Costo Uni.</b>	<b>Valor Diario X</b>
X1	41	\$ 27.600	\$ 1.131.600
X2	8	\$ 44.852	\$ 358.816
X3	5	\$ 62.104	\$ 310.520
X4	65	\$ 32.258	\$ 2.096.770
X5	8	\$ 51.752	\$ 414.016
X6	5	\$ 75.904	\$ 379.520
X7	60	\$ 32.258	\$ 1.935.480
X8	7	\$ 49.510	\$ 346.570
X9	3	\$ 66.762	\$ 200.286
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>\$ 443.000</b>	<b>\$ 7.173.578</b>

Figura 20. Costo diario actual de los recursos asignados. Autoría propia. (2019)

Según lo anterior, la propuesta de modelo dada por Solver para la asignación de recursos logra minimizar el costo en un 17,48% por valor de \$ 1.253.852 diarios. Como el objetivo principal minimizar el costo, la propuesta de asignación de recursos mencionada en este proyecto permitiría ser eficiente en la reducción costos ya que se tiene en cuenta la misma cantidad de funcionarios que actualmente trabajan.

## Capítulo 10. Conclusiones

Se estructura un modelo matemático lineal, junto con los limitantes mencionados anteriormente a partir de las jornadas laborales legales en Colombia; 8 horas diarias de lunes a sábados en el caso de la empresa Prosegur, tres turnos por día los cuales se dividen en dos sub-turnos cada uno y un modelo que permite hacer rotaciones entre todo el personal para lograr una equidad laboral.

Según la propuesta de modelo generada en el proyecto, para la empresa Prosegur es necesario contratar (2) funcionarios más para cumplir con la necesidad de la programación de turnos y reducir el costo elevado de horas extras, puesto que periódicamente se requiere a 2 funcionarios para trabajar turnos de 16 horas, es decir, doblar su turno de trabajo generando costo de horas extras y/o recargos nocturnos.

Teniendo en cuenta la información recolectada se idéntica un costo elevado en los turnos de 12 horas, especialmente los que finalizan en horas de la madrugada. Ya que los incrementos son en los valores más altos por ser Hora Extra Nocturna y Recargo Nocturno, como es el caso del turno (X6) horario 14:00 a 06:00 horas.

Durante el diagnóstico interno en el área de centro de efectivo y externo para solución de este problema se propuso la planificación de los turnos de una manera que permite minimizar el costo en un 17,48% frente al costo actual. Lo que permite economizar \$1.253.578 el cual puede ser utilizado en caso de que se requiera que un funcionario requiera realizar horas extras, esta situación puede presentarse por ausentismo o abandono del empleo.

## Capítulo 11. Recomendaciones

Una idea de modelo que permitiría minimizar el costo de los turnos laborales asignados es contratar a las personas en turnos de 4 horas pero la legislación colombiana no lo permite ya que está no está vigente la remuneración a destajo. A continuación se presentaran las reglamentaciones que lo impiden y como este se compondría.

Teniendo en cuenta el artículo 161 del código sustantivo del trabajo prevé la jornada laboral de la siguiente manera: «El empleador y el trabajador podrán acordar que la jornada semanal de cuarenta y ocho (48) horas se realice mediante jornadas diarias flexibles de trabajo, distribuidas en máximo seis días a la semana con un día de descanso obligatorio, que podrá coincidir con el domingo.

Así, el número de horas de trabajo diario podrá repartirse de manera variable durante la respectiva semana teniendo como mínimo cuatro (4) horas continuas y como máximo hasta diez (10) horas diarias sin lugar a ningún recargo por trabajo suplementario, cuando el número de horas de trabajo no exceda el promedio de cuarenta y ocho (48) horas semanales dentro de la Jornada Ordinaria de 6. a.m. a 9 p. m.» (DMS Ediciones Jurídicas, 2018)

El modelo estaría compuesto por cuatro (4) horas de trabajo diario y los turnos funcionarían de forma rotativa. Por lo tanto se implementaría la distribución del personal en 6 turnos en los cuales los horarios de ingreso tienen variación en lapsos de 4 horas esto para permitir el no abandono de la labor operativa, es decir mientras que algunos funcionarios salen de turno una cantidad de personas continúan laborando para no formar cuellos de botella en la productividad.

## Referencias

- Abra Invest Corporate Finance. (09 de 01 de 2019). *Abra Invest Corporate Finance*. Obtenido de <http://abra-invest.com/que-empresas-esta-comprando-prosegur/>
- Ariza, A. L. (2015). *Manual Práctico de Investigación de Operaciones*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Canseco, A., Sánchez, D., Olivares, C. Z., & Elias, &. (2016). *Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa mexicana*. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2779/3198>
- Castillo, E., Conejo, A., Pedregal, P., & García, R. (2002). *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia*. España.
- Congreso de Colombia. (2017). *LEY No.1846 - 18 JUL 2017*. Obtenido de Documento web: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201846%20DEL%2018%20DE%20JULIO%20DE%202017.pdf>
- DMS Ediciones Jurídicas. (2018). *Código Sustantivo del Trabajo*. Colombia: DMS Ediciones Jurídicas.
- gydconsulting. (2015). *Ministerio del trabajo - DDecreto 2015*. Obtenido de Documento web: <https://gydconsulting.com/userfiles/PD-reglamentacion-al-trabajo-15.pdf>
- J.D. Power. (05 de 11 de 2018). *Ranks Brinks Home Security #1 In Customer Satisfaction*. Obtenido de Cision PR Newswire: <https://www.prnewswire.com/news-releases/jd-power-ranks-brinks-home-security-1-in-customer-satisfaction-300743627.html>
- Martín, C. (17 de 02 de 2017). *Securitas factura la mitad que Prosegur en España, pero sacan tajada del 'boom' de la seguridad privada*. Obtenido de Hispanidad: [https://www.hispanidad.com/confidencial/securitas-factura-la-mitad-que-prosegur-en-espana-pero-sacan-tajada-del-boom-de-la-seguridad-privada\\_272471\\_102.html](https://www.hispanidad.com/confidencial/securitas-factura-la-mitad-que-prosegur-en-espana-pero-sacan-tajada-del-boom-de-la-seguridad-privada_272471_102.html)
- Milla, H. Á. (01 de 04 de 2019). *Monografias.com*. Obtenido de Formulación de Modelos de Programación Lineal: <https://www.monografias.com/trabajos96/formulacion-modelos-programacion-lineal/formulacion-modelos-programacion-lineal.shtml>
- Orejuela, J. P., Peña, D., & Bustamante., N. (2014). *Modelo de la programación de turnos de trabajo*. Obtenido de [http://revistas.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/3709/5668](http://revistas.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/3709/5668)
- Osorio, A. J. (2014). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/167819843/Introduccion-Investigacion-de-Operaciones>
- Teddlie, T. y. (2010). *Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. SAGE Publications, Inc; Second edition.

Vásquez, D. A. (2015). *Aplicación de la investigación de operaciones al problema de la empresa de distribución de logística*. Lima.

Villagómez, & Ojeda, R. (3 de 10 de 2012). *XVII Congreso internacional de contaduría, administración e informática*. Obtenido de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvii/docs/D10.pdf>