



*El método de la prueba y error como nunca
antes lo había conocido*

OPTIMIZACIÓN EN LA ATENCIÓN AL CLIENTE

Con Software de simulación en tiempo real

LA COMPUTACIÓN A SU SERVICIO Y AL DE SU CLIENTELA

DEL MORAL MORALES FRANCISCO
EMMANUEL
GOMEZ DE LA TORRE HEIDI LIZBETH



Un poco de contexto.

A principios del siglo XX con el crecimiento de las grandes urbes, junto con el aumento del poder adquisitivo de la población hizo posible el nacimiento de un nuevo modelo de negocios: Los supermercados, grandes establecimientos con una variedad asombrosa de productos, desde ropa a comestibles hasta las maravillas que la tecnología llevaba al hogar. Pero un problema que no parecía obvio al principio se hizo evidente con el crecimiento poblacional y la demanda de estos espacios.

Las filas de atención, ese punto donde los clientes se forman para que el establecimiento pueda registrar las compras y realizar las transacciones pertinentes se volvieron un cuello de botella que hacían la atención molesta y le restaba puntos a la propuesta innovadora del supermercado.

Ante este problema pronto surgieron propuestas en particular este proyecto se enfoca en una, las cajas rápidas, módulos de atención para los clientes que solo compran pocos artículos y tienen prisa.

Sin embargo con esta propuesta surge otra interrogante ¿Cuántas cajas rápidas brindarían la mejor atención posible al cliente? Este proyecto propone una posible respuesta usando la mejor herramienta que el humano ha creado, la computación como una forma de emular la realidad de un día en solo unos pocos milisegundos.

La simulación por computadora

Una computadora tiene la capacidad de realizar miles de cálculos en segundos este poder ha crecido a tal grado, que es posible abstraer un sistema complejo en uno que sea computable, obtener las variables esenciales de un proceso y usarlas para emular una situación de la vida cotidiana es la base de la simulación por computadora. Esta es una herramienta que se usa en nuestro entorno todo el tiempo, desde el modelado de partículas y sus interacciones hasta la simulación del movimiento de los cuerpos estelares.

Por lo antes dicho lo importante para una correcta simulación que otorgue información útil es un modelo que abstraiga de forma correcta las variables que influyen en los eventos de la situación.

El modelo del supermercado

Para este programa usamos el paradigma de la programación orientada a objetos, usando el lenguaje java. Es evidente que el uso de este paradigma es particularmente útil cuando de simulaciones se trata. Para nuestro modelado usamos los siguientes paquetes y clases de nuestra autoría para generar información acerca del comportamiento de un supermercado:

- **El paquete almacén:** Todo supermercado contiene productos, así como un número variado de sus existencias, el paquete almacén lo que propone es una forma de emular los productos que uno podría encontrar en un supermercado, siendo ayudado por las clases:
 - Producto:
La clase producto son los huesos del inventario, cada producto fue modelado como un objeto que tiene 4 atributos, nombre, identificador, precio y cantidad, de esta forma podíamos abstraer cualquier insumo que uno pudiese encontrar en el supermercado.
 - Almacén
El almacén solo es la colección de todos los productos que se encontraban disponibles para la compra de los clientes. Como un almacén es una estructura dinámica a la que siempre se le están agregando nuevos productos y donde la consulta rápida y eficaz es imprescindible usamos un Árbol AVL que es una estructura caracterizada por tener un bajo tiempo de búsqueda, así como de inserción de nuevos elementos.
 - Generador de inventario
Finalmente esta clase se creó como una herramienta para ayudar al programa a generar un inventario persistente y evitar la fatiga humana de crear un inventario de cero a partir de insertar uno por uno los productos al supermercado.
- **El paquete cliente:** Ahora que tenemos productos que se pueden vender faltan las personas dispuestas a comprarlos, el paquete cliente lo que modela son los usuarios del supermercado y simula la acción de comprar en el establecimiento.
 - Cliente
La clase cliente es el pilar del comportamiento de los usuarios, estos fueron creados a partir de un carrito de compras, y variables que registran el tiempo que pasan siendo atendidos. La importancia de los clientes radica en su comportamiento, por eso tuvimos especial cuidado en la programación de sus métodos, en particular del método comprar(). A partir de un sencillo algoritmo emulamos la conciencia de consumo del cliente. Entre más artículos comprara un cliente más probable es que dejara de comprar así como si el precio de un artículo es demasiado alto en comparación con sus ingresos era más probable que comprara una cantidad muy baja de estos. Vemos que esto se asemeja mucho a los hábitos de compra de la mayoría, lo cual nos brindaría información más fiable de en promedio cuántos artículos compra un usuario.

- Carrito

La clase carrito funge como deposito e intermediario entre la clase cliente y la clase caja, es una lista de productos que han sido previamente seleccionados por el usuario en su metodo comprar.

- **El paquete supermercado**

Finalmente es la hora de poner al cliente junto con el almacén y dejarlo comprar, la particularidad de este paquete es que es el encargado de simular la interacción que nos interesa analizar, que es la relación entre los clientes que van al supermercado y el tiempo de espera dependiendo del numero de cajas rapidas disponibles.

- **Caja**

Esta es la ultima clase que esta enfocada a la estructura del supermercado y su comportamiento lo podríamos comparar con el de la caja registradora, esta contiene una cola de clientes y mediante sus metodos se encarga tanto de atender a los clientes formados como de realizar las tareas administrativas de manejar el inventario y cobrar a los clientes, a continuacion veremos que solo es una herramienta para su operador:

- **Cajero**

La clase cajero es el encargado de una las partes mas importantes de la simulación, mediante una técnica de computación llamada programación concurrente, podemos generar varios hilos de ejecución que emulan el flujo de trabajo de 15 cajas abiertas a la vez en un supermercado. El cajero simula la atención al cliente mediante el conteo de un tiempo asignado que representa el tiempo real que tardaría un cliente en pasar por el proceso de cobrar cada uno de los artículos. Este tiempo no es constante y es una variable aleatoria que se asigna dependiendo a la "habilidad " de cada cajero.

- **La clase simulación**

La clase simulación es la parte donde todas la piezas se unen para generar un supermercado de verdad, el supermercado es el cerebro que hace los cálculos necesarios para emular la entrada y salida de los clientes así como de controlar las tareas administrativas de reporte de las cajas. A continuacion revisaremos los puntos mas relevantes:

- Generación de clientes:

Todos sabemos que no es lo mismo ir al supermercado a las 7 am que a las 3 pm, pues la afluencia en los supermercados no es una variables estática. Sin embargo si existe un patrón imitable por la simulación. Tras observar y recopilar los datos que proporciona google sobre supermercados locales pudimos observar que la afluencia crece en forma de campana. Tomado la ahora de apertura y cierre como extremos de la gráfica que representa el numero de clientes en el supermercado, podemos notar que la afluencia es menor mientras mas cerca estamos de los extremos y aumenta mientras mas cerca estamos del intervalo de las 2 p.m a las 5 p.m . Por lo tanto la clase simulación toma esto en cuenta para la generación de clientes.



Ejemplo de la curva de afluencia. Extraído de : horarios populares Walmart Universidad

- Manejo del tiempo

Para este programa nos apegamos al horario tradicional de los supermecados de 7 a.m a 11

p.m. Nuestra medida de tiempo atómica fueron los segundos, entonces la simulación corre en un ciclo que realiza 57 600 iteraciones. Una por cada segundo que transcurre entre las 7 a.m y 11 p.m.

- Manejo de eventos

De manera aleatoria controlada manejamos los eventos que ocurren en un supermercado, como el cierre de una caja por algún motivo, o la generación de clientes nuevos que entran al supermercado, usando el manejo de tiempo del ciclo principal como variable de referencia.

Diagrama de clases

Si bien el programa hace uso de mas clases para la interacción entre el usuario o para realizar operaciones como la escritura en archivos, estas no competen al modelo del programa y pasan mas un plano funcional.

En la pagina siguiente presentamos un diagrama que muestra las relaciones entre la totalidad de las clases.

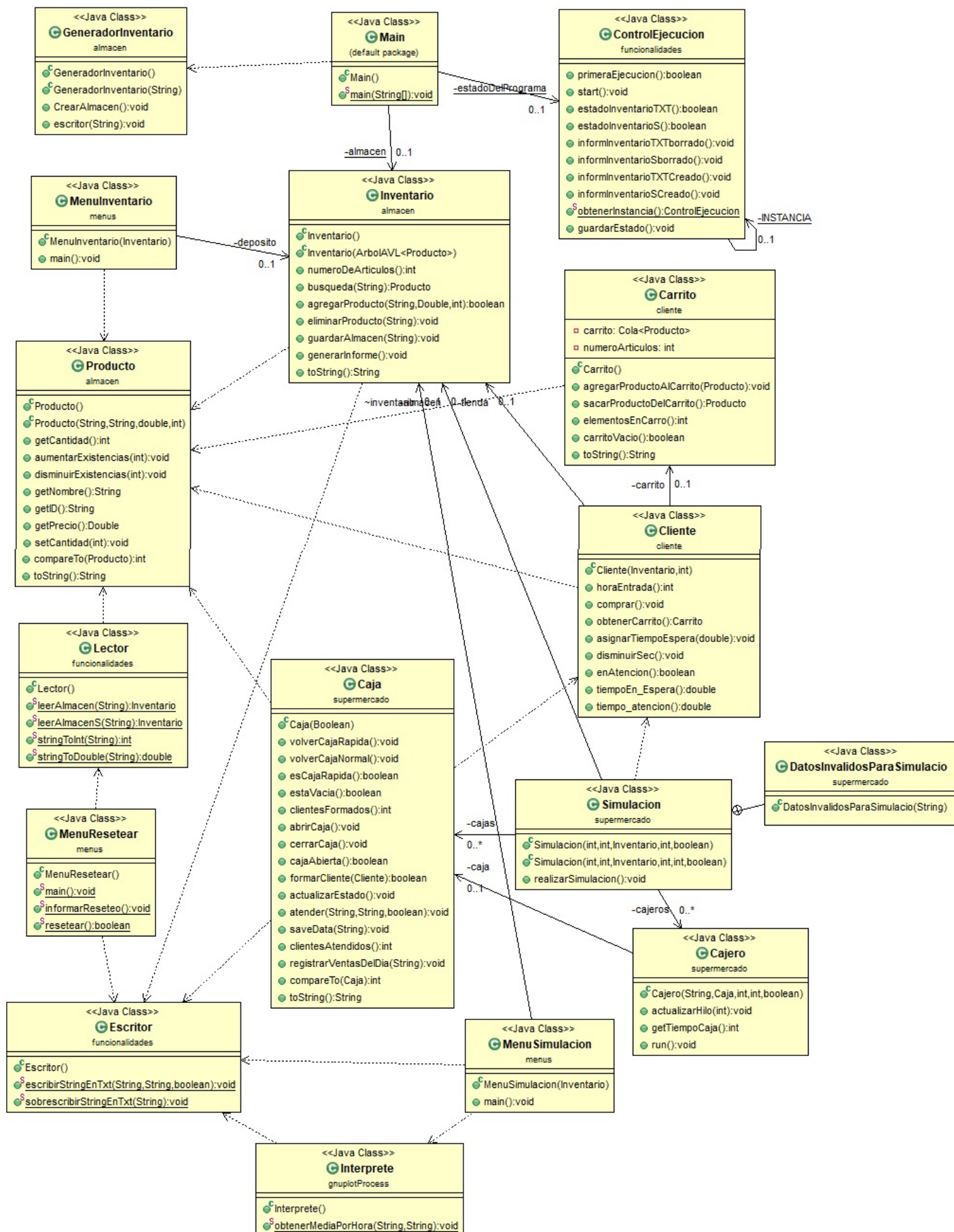
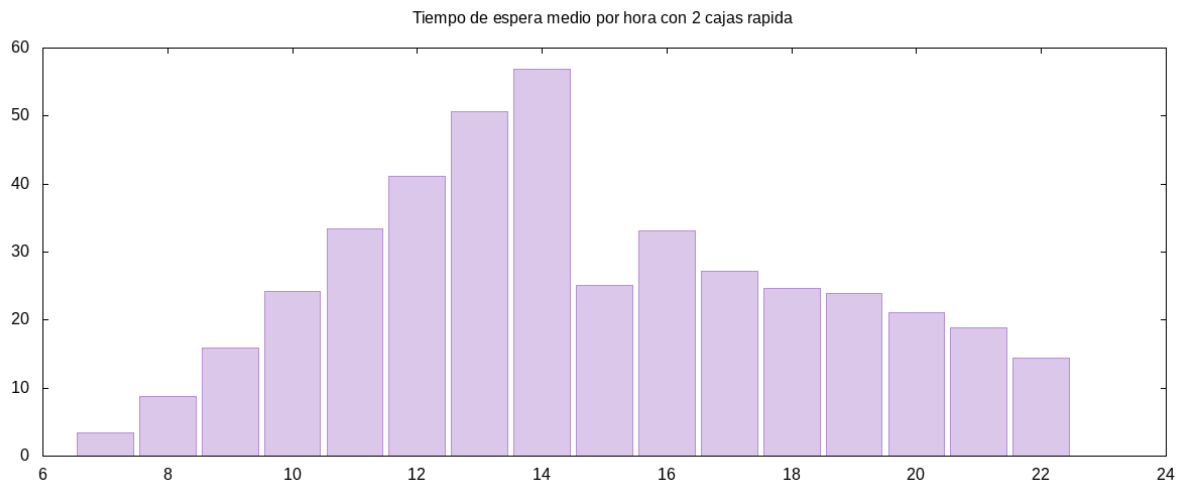
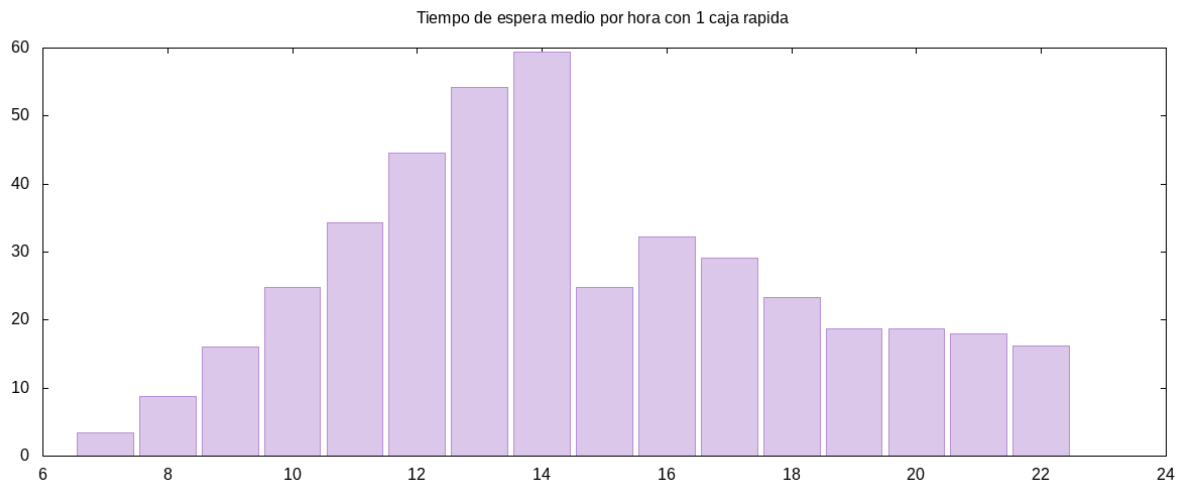
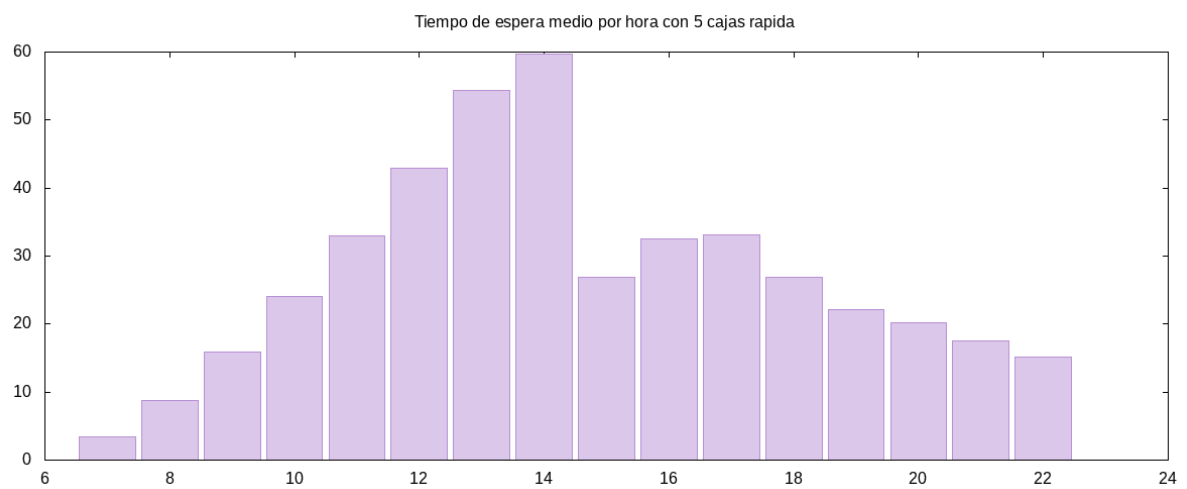
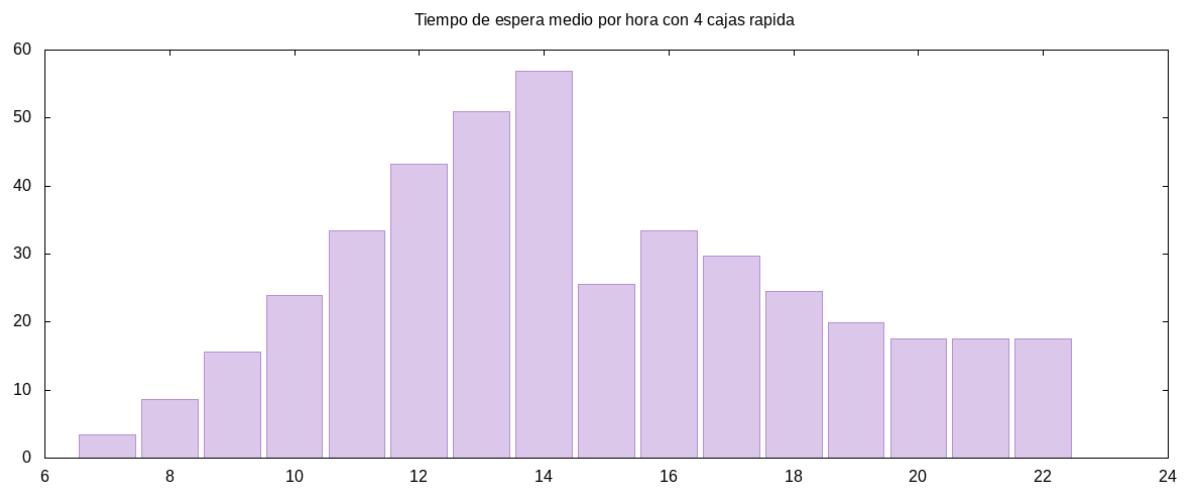
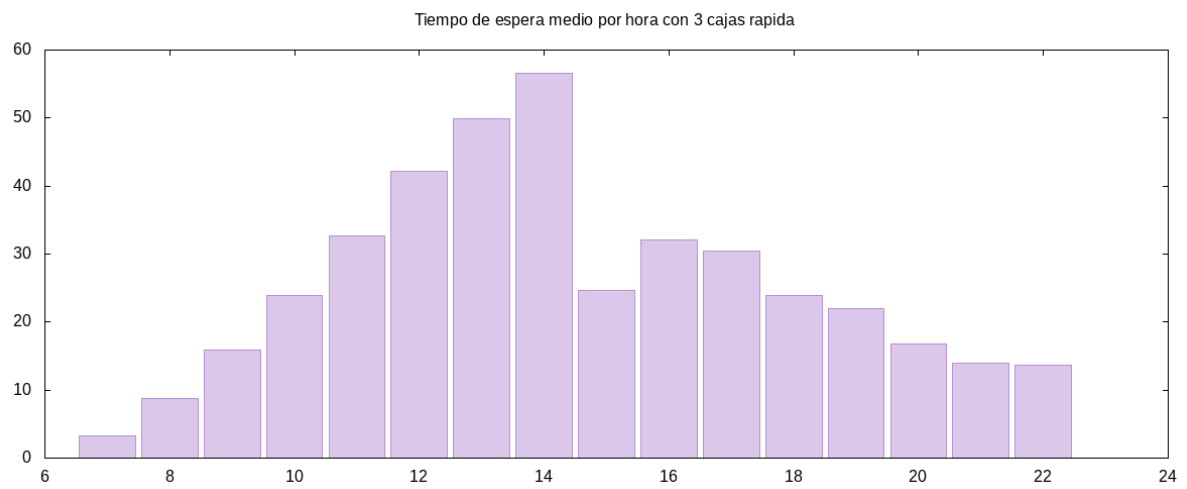


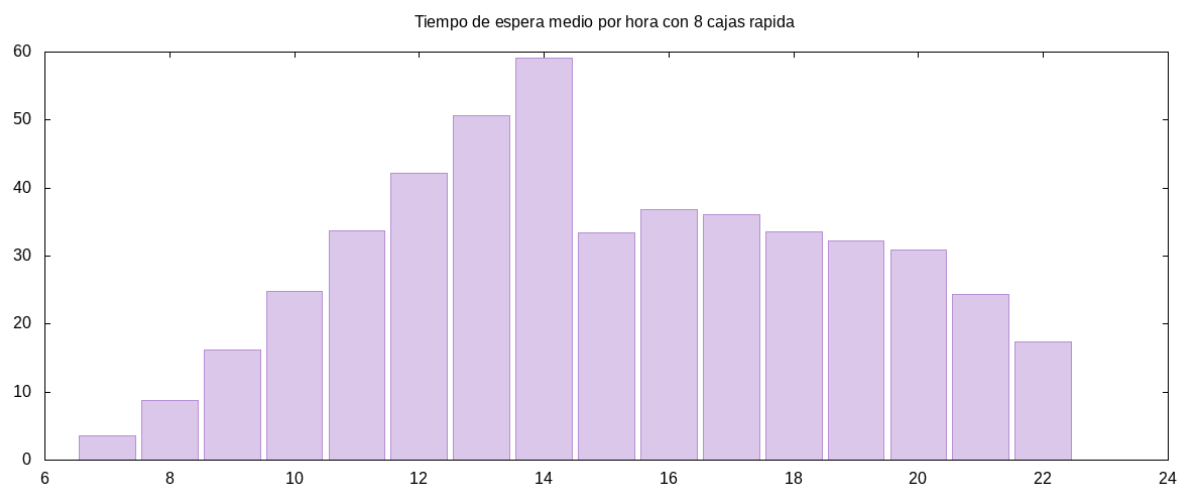
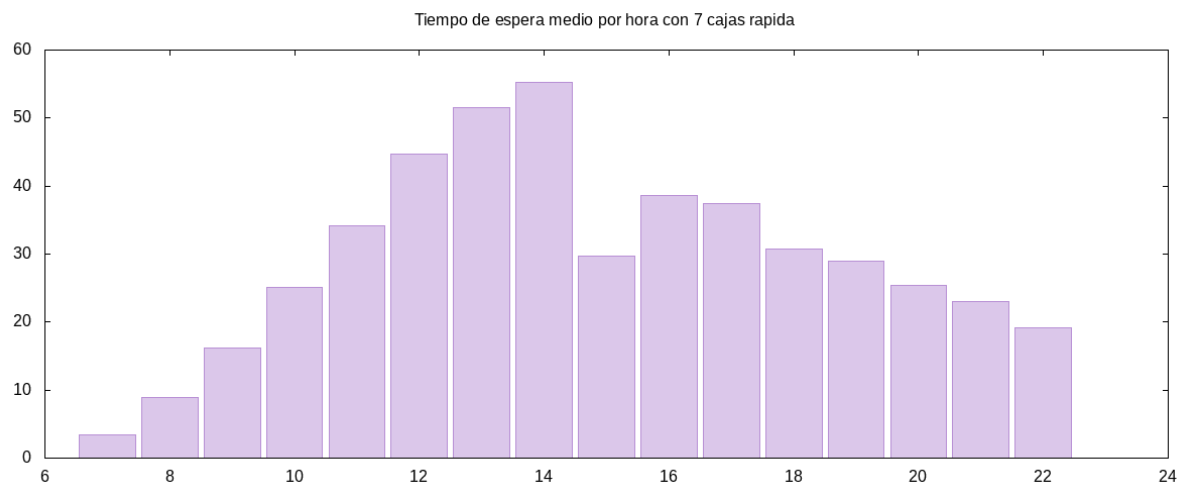
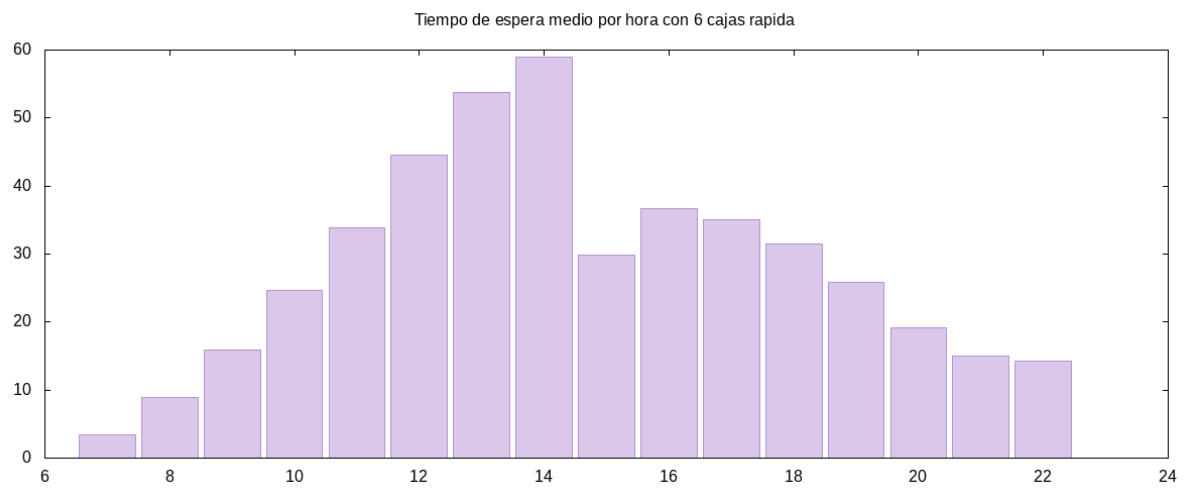
Diagrama UML del proyecto.

Tiempo de atención promedio por hora en relación con el número de cajas rápidas abiertas

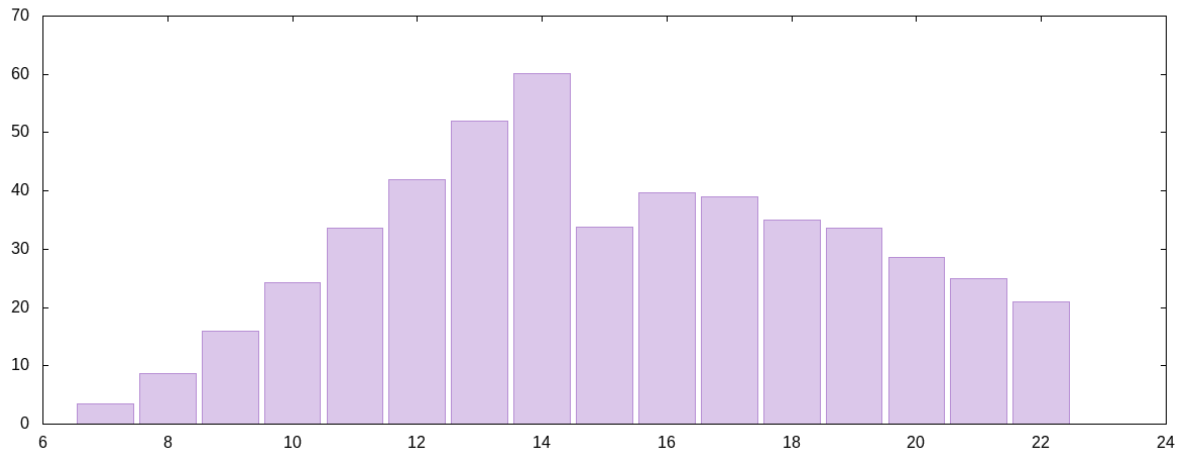
A partir de la simulación pudimos extraer varios datos relevantes, una relación que nos parece importante es la que existe entre el tiempo medio de espera en minutos de un cliente, relacionado con la cantidad de cajas rápidas abiertas y la hora del día a continuación presentamos la información obtenida. El eje y es el tiempo de espera promedio en minutos y el eje x la hora de entrada del cliente. Cada gráfico corresponde a un número n de cajas rápidas abiertas. En particular iteramos desde 1 caja rápida hasta un máximo de 14.



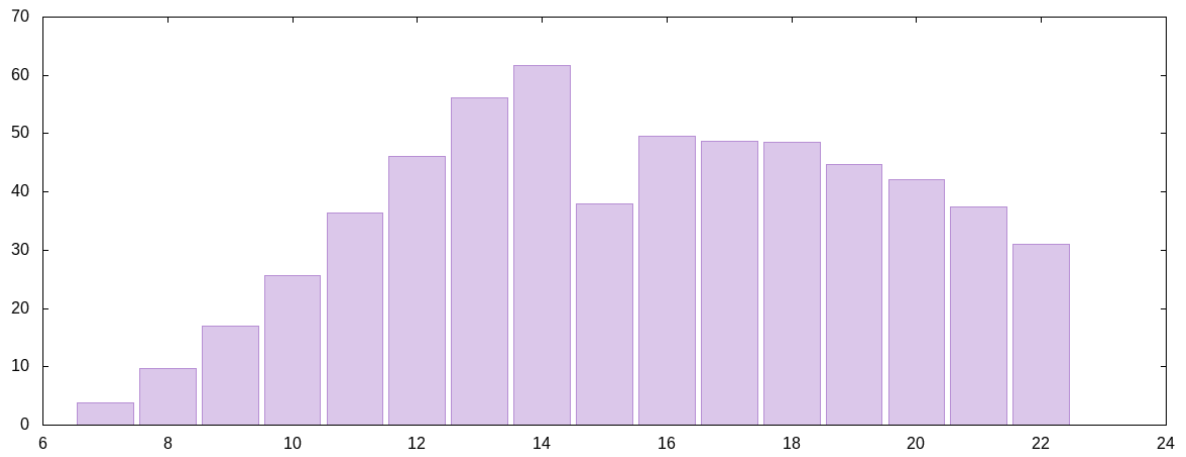




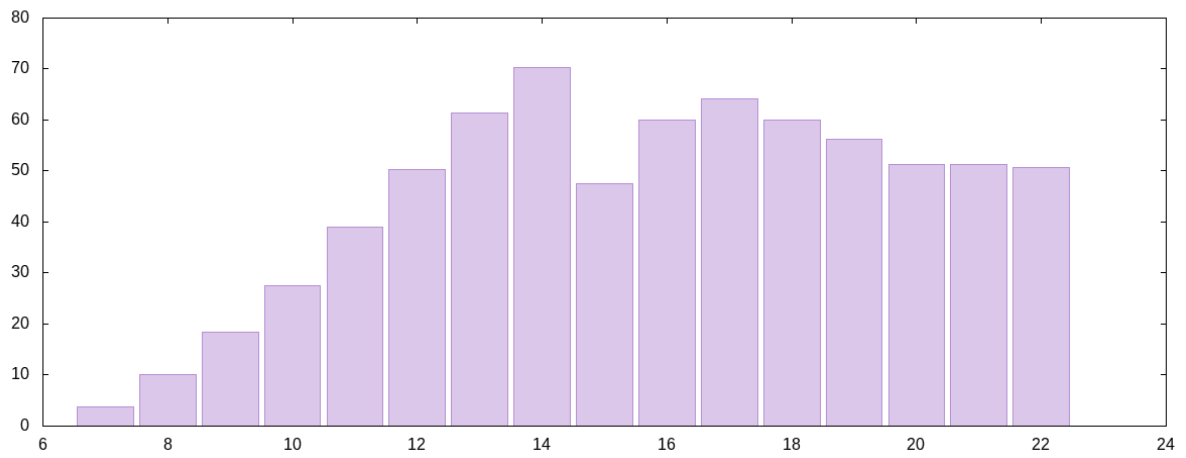
Tiempo de espera medio por hora con 9 cajas rapida

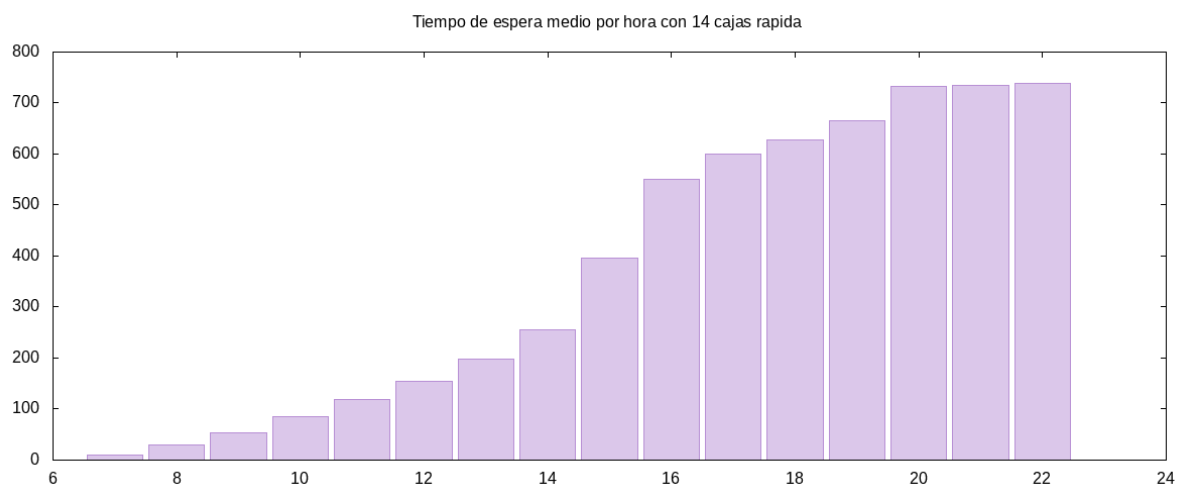
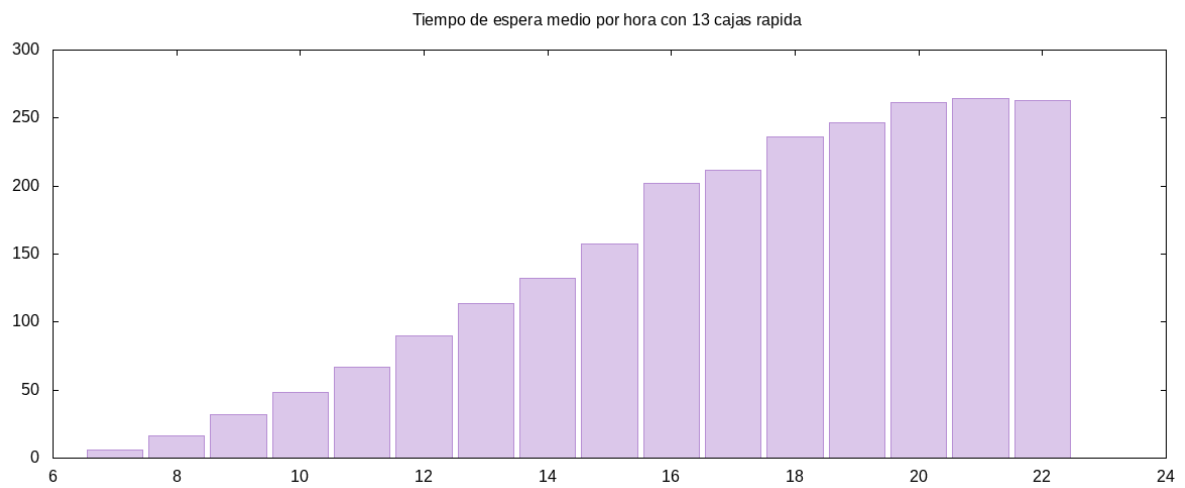
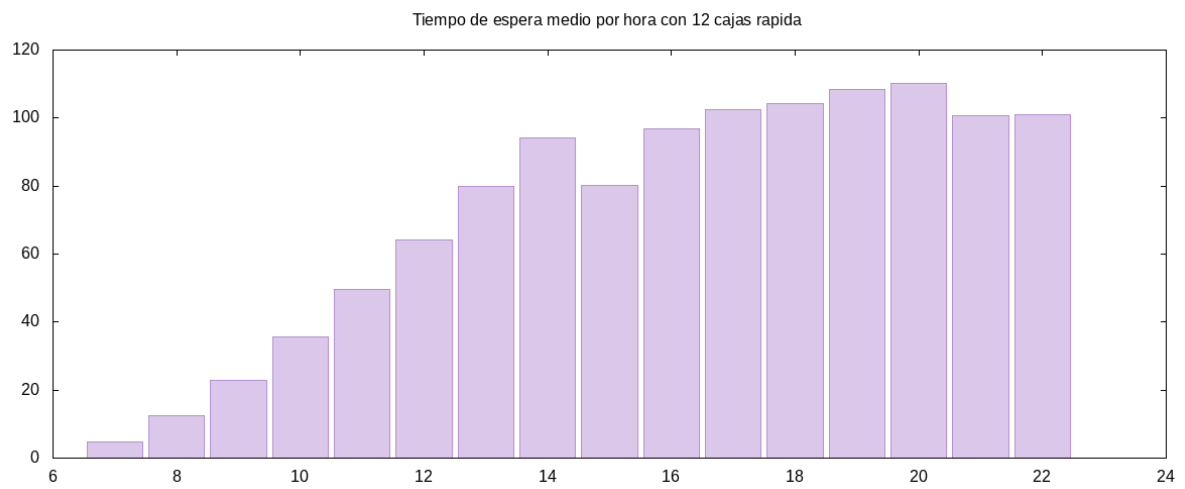


Tiempo de espera medio por hora con 10 cajas rapida

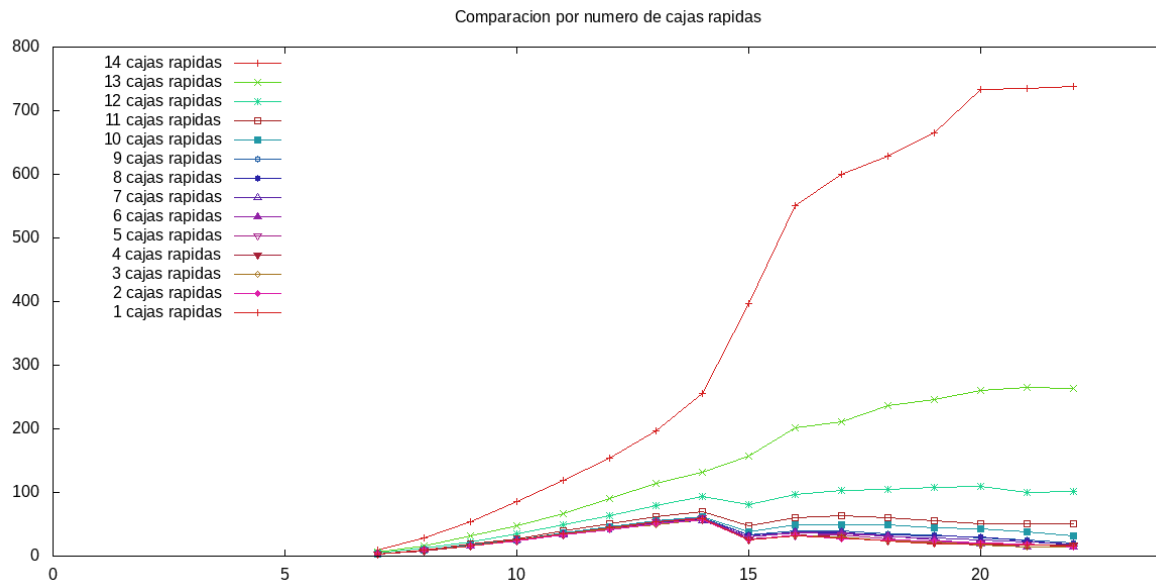


Tiempo de espera medio por hora con 11 cajas rapida



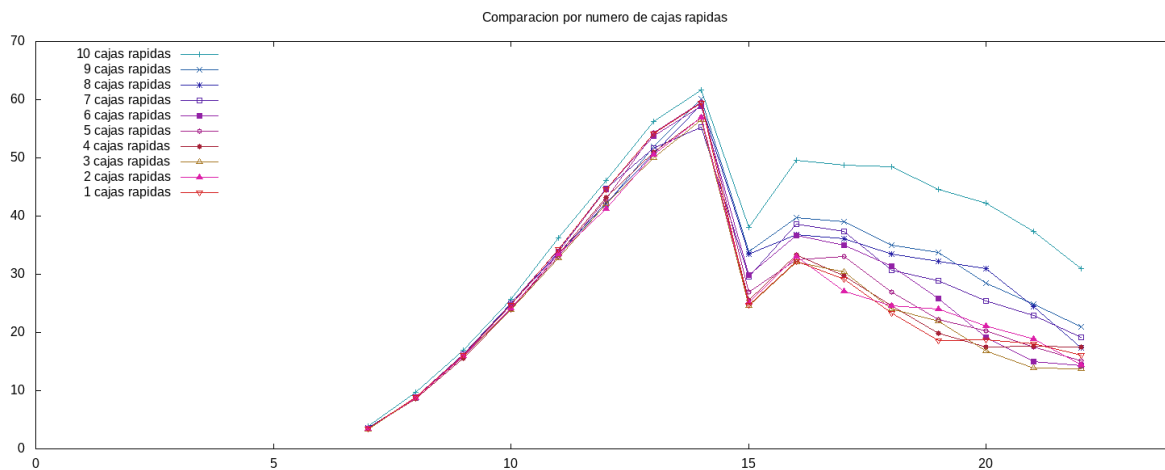


A continuación presentamos una comparación directa entre las curvas de tiempo atención promedio. Notamos de forma evidente que solo abrir una caja normal se presenta como el peor de los casos y es una



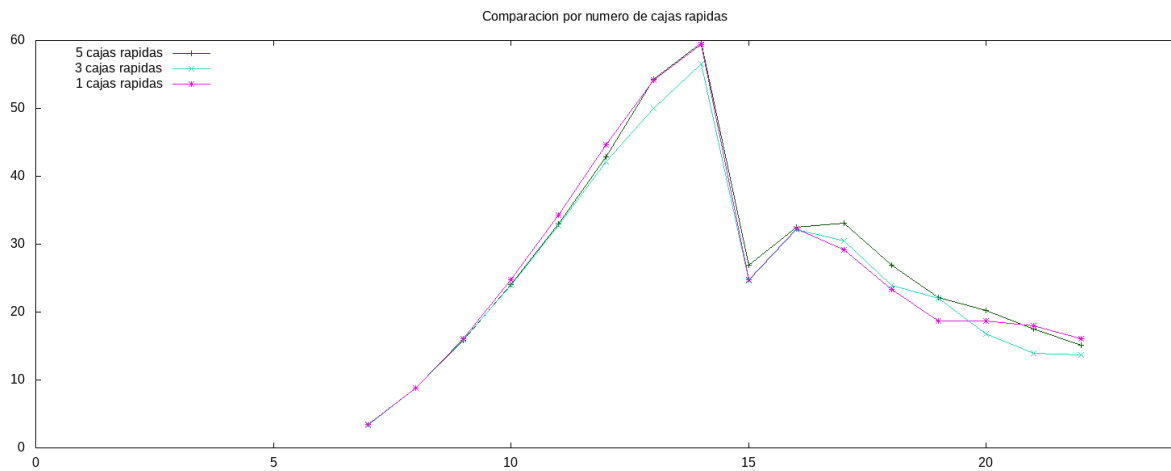
Comparación entre los tiempos promedios de atención

mala idea ejecutiva, por lo cual no recomendamos bajo ninguna circunstancia realizar esa practica en un supermercado real. Sin embargo si tomamos atención a las curvas con pendientes menos abruptas nos percatamos de algo curioso: Notamos que si bien se presenta un crecimiento similar la diferencia solo es



Acercamiento a las curvas de hasta 10 cajas rapidas abiertas

perceptible al final del día y así vez notamos el patrón de que entre menor cajas rápidas sean abiertas, menor es el tiempo promedio de espera, en particular nos interesamos por la curva de 1,3 y cajas rápidas abiertas.



Acercamiento a las curvas de 1 ,3 y 5 cajas rapidas

Sorprendentemente notamos que en estas curvas no existe una diferencia significativa, y las diferencias podrían relacionarse con eventos aleatorios como la cantidad de productos que los clientes compraron o el margen de error permitido en la simulación.

Conclusión

Nos permitimos concluir a partir de la información presentada que parece que abrir cajas rápidas podría en realidad no presentar una ventaja pero si una practica contraproducente si se abren demasiadas en la atención al cliente. Nuestra recomendación personal es abrir ya sean 1,3 o a lo mas 5 cajas rápidas sin embargo siempre le sugerimos prestar atención a su negocio y escuchar a sus clientes, pues como bien se dice: "El cliente siempre tiene la razón".



*Un sincero agradecimiento a los ayudantes
y al profesor de la materia Estructura de
datos.*

Informacion de contacto

[Redacted]

Francisco Emmanuel Del Moral Morales
Correo: fcoemmandmm@ciencias.unam.mx

Heidi Lizbeth Gomez de la Torre
Correo: liz_gomez04@ciencias.unam.mx

