UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



ANALISIS Y MODELACION DE UN SISTEMA DE ESPERA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN
PRODUCCION Y CALIDAD

QUE PRESENTA

NYDIA ESTHER RAMIREZ ESCAMILLA

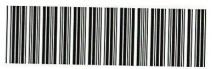
MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1992

TM Z5853

.M2 FIME 1992

R3



1020070641

Mini-Floppy Disks From The Surface Scientists
Mini-disques souples, produits par les spécialistes des surfaces
Mini-Disketten von Oberfläschenbehandlungsspezialisten



.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



ANALISIS Y MODELACION DE UN SISTEMA DE ESPERA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

QUE PRESENTA

NYDIA ESTHER RAMIREZ ESCAMILLA

TM 25853 .M2 FIME 1992 23



63094

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comite de tesis recomendamos que la presente tesis realizada por Nydia Esther Ramírez Escamilla sea aceptada como opción para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El Comite de Tesis

co A. Mendez C. Asesor

Victoriano Alatorre Gzz. Revisor

M.A. Liborio Manjarrez S.

Revisor

SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L.

MAYO DE 1992.

PARA JORGE MI ESPOSO

CON TODO MI AMOR.

GRACIAS

POR TU AYUDA, PACIENCIA

Y BUEN HUMOR.

PROLOGO

La universidad tiene como tareas generales: La formación de profesionistas. la investigación científica y el servicio a la comunidad. Como aspirantes a la obtención del grado de maestro en administración, debemos desarrollar una tesis como requisito indispensable. Para tal efecto, tenemos dos alternativas (de acuerdo a la tarea de la universidad) la investigación científica o el servicio a la comunidad.

Optamos por el servicio a la comunidad, ya que estamos convencidos que de esta manera confrontamos la teoría con la práctica y por otra parte, colaboramos con el reforzamiento de la proyección de nuestra alma mater en la comunidad, haciendo sentir a nuestros conciudadanos que la universidad está atenta a sus necesidades.

En la elaboración de nuestra tesis contamos con la asesoría del M.C. Leopoldo Delgado Garza y el M.C. Marco Antonio Méndez, los cuales estuvieron atentos al desarrollo de nuestro trabajo, orientando y corrigiendo detalles del mismo, cosa que agradecemos infinitamente, estando siempre en deuda con ellos.

Esperamos que este modesto trabajo sea útil a las empresas de la comunidad y a los estudiantes universitarios.

Monterrey, N.L. Marzo de 1992.

SINTESIS

Se estudia un sistema de espera que consiste en la venta y despacho de cemento en sacos. El cual tiene dos tipos de clientes, donde uno de ellos tiene prioridad para entrar a cargar a la planta. Cuatro máquinas despachan cemento: tres para cemento gris y una para cemento blanco.

Se intenta implementar un modelo matemático, lo cual no es posible debido a su complejidad, ya que las máquinas tienen diferente distribución de su tiempo de servicio y además un cliente puede visitar dos máquinas, que es el que lleva cemento gris y blanco.

Luego, se opta por simular el sistema. Se colectan datos y al aplicar pruebas estadísticas de bondad de ajuste, se rechaza dicho ajuste a distribuciones teóricas, de donde, la simulación se implementó con distribuciones empíricas de probabilidad.

Esta simulación se diseñó en FOXPRO, el cual es un lenguaje de cuarta generación y maneja bases de datos relacionales. Todas las pruebas estadísticas se realizaron en el paquete STATGRAPHICS versión 4.2.

Se realizan análisis de sensibilidad y se proponen medidas correctivas.

INDICE

| SINTESIS | PROLOGO | 1 |
|---|--|------|
| INTRODUCCION | SINTESIS | 2 |
| I ASPECTOS TEORICOS I.1 El Metodo Científico | INDICE | 3 |
| I.1 E1 Metodo Científico | INTRODUCCION | 5 |
| I.2 Elementos Teóricos de Lineas de Espera | I ASPECTOS TEORICOS | |
| I.2.1 Antecedentes | I.1 El Metodo Científico | 6 |
| I.2.2 Caracteristicas de la Población con Acceso o en Busca de Servicio | I.2 Elementos Teóricos de Lineas de Espera | 9 |
| Den Busca de Servicio | I.2.1 Antecedentes | 9 |
| I.2.3 Características de las Colas | I.2.2 Características de la Población con Acceso | |
| I.2.4 Características del Centro de Servicio | | • |
| I.2.5 Notación | | |
| I.2.6.1 Solución del modelo I.2.6.1 Solución del modelo M/M/1/m/FIFB | | |
| I.2.6.1 Solución del modelo | | |
| M/M/1/w/FIFD | I.2.6 Algunos Modelos Matemáticos | 13 |
| M/M/1/K/FIFO | | 14 |
| I.2.6.3 Solución del modelo M/M/C/w/FIFO | | |
| M/M/C/m/FIFO | | 15 |
| I.2.6.4 Solución del modelo M/M/C/K/FIFO | | |
| M/M/C/K/FIFO | | 15 |
| I.2.6.5 Solución del modelo M/Ek/1/e/FIFD | | |
| M/Ek/1/e/FIFD | | 16 |
| I.3 Elementos Teóricos de Simulación | | |
| I.3.1 Introducción | M/EK/1/0/F1FU | / |
| I.3.2 Etapas en la Construcción de un Modelo de Simulación | I.3 Elementos Teóricos de Simulación | 18 |
| de Simulación | I.3.1 Introducción | 18 |
| II EL CASO PRACTICO II.1 Descripción del Sistema | | |
| II.1 Descripción del Sistema | de Simulación | 18 |
| II.1 Descripción del Sistema | | |
| II.1 Descripción del Sistema | | |
| | II EL CASO PRACTICO | |
| II.1.1 Antecedentes | II.1 Descripción del Sistema 2 | 22 |
| Alekal Philosophicop a a a a a a a a a a a a a a a a a a a | II 1 1 Antocedantes | 77 |
| II.1.2 Proceso para Compra y Despacho de | | |
| Cemento | | इ.स. |
| Il.1.3 Instalaciones | | |

| II.2 Recopilación de Datos 27 |
|---|
| ll.2.1 Análisis del proceso de Despacho para la Elaboración del Modelo Matemático 27 |
| II.2.2 Oficinas Administrativas 27 |
| II.2.3 Patios |
| II.2.4 Māquinas |
| <pre>[1.3 Anālisis Estadistico</pre> |
| II.4 Establecimiento del Modelo de Simulación 35 |
| 11.4.1 Simulación |
| 11.4.1.1 Distribución Empirica de |
| Probabilidad de Llegadas 40 |
| II.4.1.2 Distribución Empirica del |
| Tiempo de Servicio 56 |
| II.5 implementación del Modelo de Simulación 58 |
| 11.5.1 Diagrama de Flujo General |
| II.5.2 Descripción del Sistema de Simulación 59 |
| II.5.3 Codificación 62 |
| ll.5.4 Validación de Resultados 74 |
| II.5.4.1 Generador de Números Aleatorios 74 |
| 11.5.4.2 Tiempo entre Llegadas 77 |
| |
| 111 Diseño de Experimentos de Simulación. |
| III.1 Analisis de Sensibilidad 79 |
| III.2 Conclusiones y Sugerencias 89 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 90 |
| GLOSARIO |
| ANEXO A |
| ANEXO B |

INTRODUCCION

Realizando algunas visitas a distintas empresas de la localidad para conseguir un proyecto de tesis, nos reunimos con el gerente de desarrollo de distribución y el jefe de ingeniería industrial de una planta cementera de la región. En dicha reunión nos manifestaron su preocupación por la situación del servicio al cliente en el proceso de compra y despacho de cemento en sacos, procediendo a explicarnos en detalle dicho proceso, en el cual el tiempo de estadía del cliente en la planta es demasiado alto.

Buscando mejorar la atención al cliente nos propusieron como objetivos :

- * Analizar el sistema.
- * Representarlo mediante un modelo matemático o en su defecto una simulación.
- * Realizar análisis de sensibilidad.
- * Proponer medidas correctivas.

Para alcanzar los objetivos ya mencionados se utilizará el método científico el cual describimos detalladamente en el capítulo I (Aspectos teóricos).

Basando el desarrollo de nuestro análisis en las siguientes hipótesis:

- * Es un sistema de espera. 🛒
- * Tiene varios canales.
- * Se puede considerar como un sistema multifase.

Trataremos de utilizar uno de los modelos matemáticos que presentamos en la sección I.2. o en su defecto aplicar elementos teóricos de simulación (sección I.3).

En el capítulo II se exponen con todo detalle los antecedentes, la situación en la empresa al momento de realizar el análisis y se describe el proceso para la implementación del modelo, mencionando también la problemática encontrada para ello.

En el capítulo III se realiza el análisis de sensibilidad del modelo y en base a las conclusiones obtenidas se proponen medidas correctivas.