

**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  
INVESTIGACION DE OPERACIONES**

**QUE PRESENTA**

**JAIME PEDRAZA VEGA**

**MONTERREY, N. L.**

**MAYO DE 1992**

TM

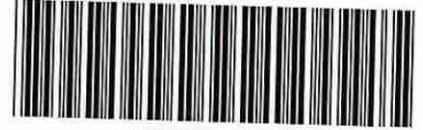
Z5853

.M2

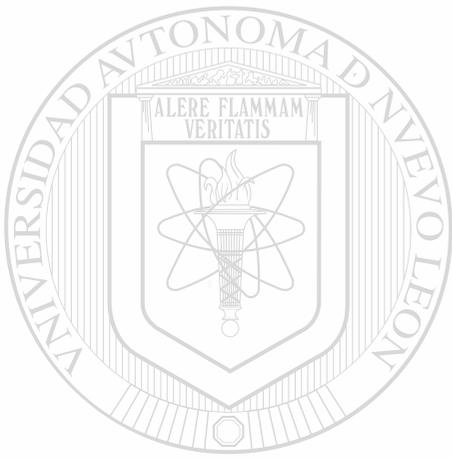
FIME

1992

P4 E1.2



1020070638



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

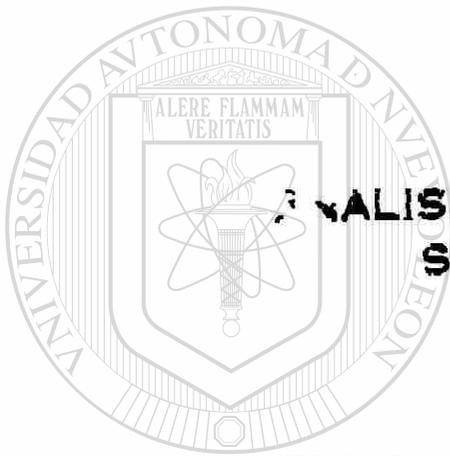


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**ANÁLISIS Y MODELACION DE UN  
SISTEMA DE ESPERA**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**

**DE LA ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN  
INVESTIGACION DE OPERACIONES**

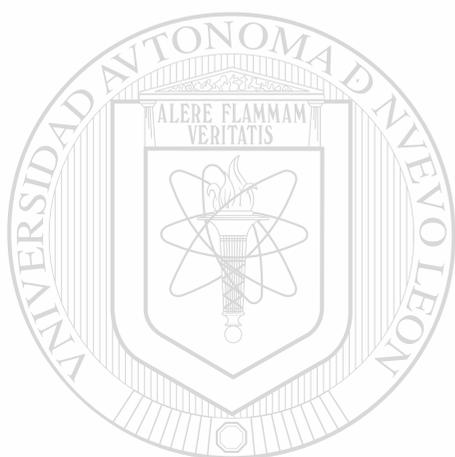
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**JAIME PEDRAZA VEGA**

**MONTERREY, N. L.**

**MARCO DE 1994**

TM  
ZE853  
.M2  
FINE  
1992  
P4  
Ej.2



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**FONDO TESIS**

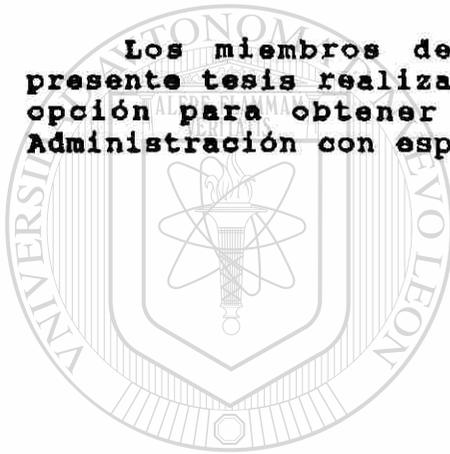
**166526**

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 Jaime Pedraza Vega sea aceptada como opción para obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Investigación de Operaciones.



El Comite de Tesis

UANL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

M.C. Marco A. Mendez C.  
Asesor

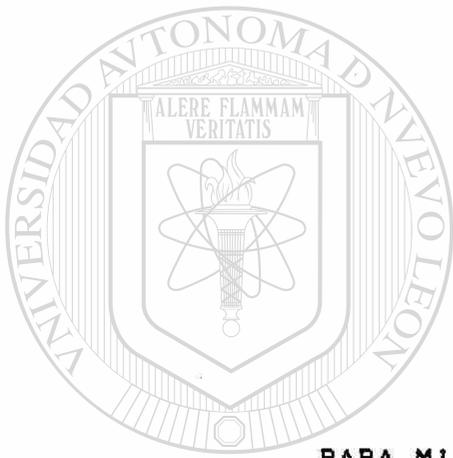
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

M.C. Victoriano Alatorre Gzz.  
Revisor

M.A. Liborio Manjarrez S.  
Revisor

SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L.

MAYO DE 1992.



UANL

PARA MI ESPOSA: ELISA CANALES AGUIRRE

Y MIS HIJOS: JAIME, CARLOTA, DAVID, J. ISAAC.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 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.

## S I N T E S I S

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.

I N D I C E

pag.

PROLOGO . . . . .	1
SINTESIS . . . . .	2
INDICE . . . . .	3
INTRODUCCION . . . . .	5

I.- ASPECTOS TEORICOS

I.1 El Metodo Científico. . . . .	6
-----------------------------------	---

I.2 Elementos Teóricos de Lineas de Espera. . . . .	9
---	---

I.2.1 Antecedentes. . . . .	9
-----------------------------	---

I.2.2 Características de la Población con Acceso o en Busca de Servicio. . . . .	9
---	---

I.2.3 Características de las Colas. . . . .	10
---	----

I.2.4 Características del Centro de Servicio. . . . .	10
---	----

I.2.5 Notación. . . . .	13
-------------------------	----

I.2.6 Algunos Modelos Matemáticos . . . . .	13
---	----

I.2.6.1 Solución del modelo M/M/1/∞/FIFO. . . . .	14
--	----

I.2.6.2 Solución del modelo M/M/1/K/FIFO. . . . .	15
--	----

I.2.6.3 Solución del modelo M/M/C/∞/FIFO. . . . .	15
--	----

I.2.6.4 Solución del modelo M/M/C/K/FIFO. . . . .	16
--	----

I.2.6.5 Solución del modelo M/EK/1/∞/FIFO. . . . .	17
---	----

I.3 Elementos Teóricos de Simulación. . . . .	18
---	----

I.3.1 Introducción. . . . .	18
-----------------------------	----

I.3.2 Etapas en la Construcción de un Modelo de Simulación . . . . .	18
---	----

II.- EL CASO PRACTICO

II.1 Descripción del Sistema. . . . .	22
---------------------------------------	----

II.1.1 Antecedentes . . . . .	22
-------------------------------	----

II.1.2 Proceso para Compra y Despacho de Cemento. . . . .	23
--	----

II.1.3 Instalaciones. . . . .	24
-------------------------------	----

11.2	Recopilación de Datos . . . . .	27
11.2.1	Análisis del proceso de Despacho para la Elaboración del Modelo Matemático . . .	27
11.2.2	Oficinas Administrativas . . . . .	27
11.2.3	Patios . . . . .	27
11.2.4	Máquinas . . . . .	28
11.3	Análisis Estadístico . . . . .	28
11.4	Establecimiento del Modelo de Simulación . . .	35
11.4.1	Simulación . . . . .	35
11.4.1.1	Distribución Empírica de Probabilidad de Llegadas . . . . .	40
11.4.1.2	Distribución Empírica del Tiempo de Servicio . . . . .	56
11.5	Implementación del Modelo de Simulación. . . .	58
11.5.1	Diagrama de Flujo General. . . . .	58
11.5.2	Descripción del Sistema de Simulación. . .	59
11.5.3	Codificación . . . . .	62
11.5.4	Validación de Resultados . . . . .	74
11.5.4.1	Generador de Números Aleatorios . . .	74
11.5.4.2	Tiempo entre Llegadas . . . . .	77
III.-	Diseño de Experimentos de Simulación.	
III.1	Análisis de Sensibilidad. . . . .	79
III.2	Conclusiones y Sugerencias. . . . .	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . .	90
	GLOSARIO . . . . .	91
	ANEXO A . . . . .	92
	ANEXO B . . . . .	145

## I N T R O D U C C I O N

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.

## I. - ASPECTOS TEORICOS

### I.1.- El Método Científico.

En su sentido más general, el método es un orden que se debe imponer a los diferentes procesos necesarios para lograr un fin dado o un resultado deseado. En las ciencias, se entiende por método el conjunto de procesos que el hombre debe emprender en la investigación y demostración de la verdad.

Toda investigación nace de algún problema, el método científico se concretiza en una serie de etapas o pasos que se deben dar para solucionar el problema.

A continuación se describe el proceso que sigue el método:

#### 1.- Observación.

El término observar se puede definir como el aplicar atentamente los sentidos a un objeto para adquirir por este medio un conocimiento claro y preciso.

Para el buen éxito de la observación se exigen:

##### Condiciones físicas:

Organos sensoriales normales e instrumentos científicos que aumenten el alcance y la precisión de las observaciones y que suplan los propios sentidos.

La observación debe ser exacta y completa, para ello, es necesario conseguir dar valores numéricos a todo lo que se observa en el fenómeno.

---

#### 2.- Hipótesis.

Es la suposición de una causa o de una ley destinada a explicar provisionalmente un fenómeno hasta que los hechos la contradigan o invaliden.

La hipótesis tiene doble función:

##### Práctica:

orientar al investigador, dirigiéndolo en la dirección de la causa probable o de la ley que se busca.

##### Teórica:

coordinar y completar los resultados ya obtenidos, agrupándolos en un conjunto completo de hechos, para facilitar su inteligibilidad.

Se pueden obtener hipótesis por deducción de resultados ya conocidos o por la experiencia.

Naturaleza de la hipótesis:

- a) No debe contradecir ninguna verdad ya aceptada o explicada.
- b) Debe ser simple.
- c) Debe ser sugerida y verificable por los hechos.

### 3.- Experimentación.

Consiste en el conjunto de procesos utilizados para verificar las hipótesis. La idea general que rige los procesos de experimentación es la siguiente:

Consistiendo la hipótesis, en tratar de descubrir si realmente B (efecto) varía cada vez que se hace variar A (causa).

El principio general en que se fundamentan los procesos de la experimentación es el determinismo que se enuncia así:

En las mismas circunstancias, las mismas causas producen los mismos efectos o también, las leyes de la naturaleza son constantes.

### 4.- Inducción.

El argumento inductivo se fundamenta en la generalización de propiedades comunes a cierto número de casos ya observados, y a todas las ocurrencias de hechos similares que se verifiquen en el futuro.

El grado de confirmación de los enunciados inducidos depende de las evidencias ocurrentes.

Para que las conclusiones de la inducción sean verdaderas o más comunmente posibles y tengan un mayor grado de sustentación, pueden agregarse al argumento evidencias adicionales bajo la forma de premisas nuevas que figuran al lado de las premisas inicialmente consideradas.

Baste una experiencia para autorizar o concluir una ley. La repetición del experimento es una verificación de la primera prueba y no una condición necesaria de la inducción.

### 5.- Deducción.

Esta argumentación vuelve explícitas verdades particulares contenidas en verdades universales.

El punto de partida es el antecedente que afirma una verdad universal y el punto de llegada es el consecuente, que afirma una verdad menos general, particular, contenida implícitamente en la primera.

El proceso deductivo, por un lado, lleva al investigador de lo conocido a lo desconocido con poco margen de error, pero, por otro lado, es de alcance limitado, pues la conclusión no puede poseer contenidos que excedan al de las premisas.

## 6.- Análisis y Síntesis.

El análisis es la descomposición de un todo en sus partes, partiendo de lo más complejo hacia lo menos complejo.

La síntesis es la reconstrucción de todo lo descompuesto por el análisis y parte de lo más simple hacia lo menos simple.

Sin el análisis, todo el conocimiento es confuso y superficial. Sin la síntesis es fatalmente incompleto.

## 7.- Teoría.

Las teorías científicas reúnen un determinado número de leyes particulares bajo la forma de una ley superior y más universal. En otros términos, un conjunto de leyes particulares, ligadas por una explicación común es una teoría.

Función de las teorías:

- Coordinar y unificar el saber científico.
- Son instrumentos valiosos para el científico, pues le sugiere analogías hasta entonces ignoradas y le posibilita así, nuevos descubrimientos.

## 8.- Doctrina.

Se denomina de esta manera a un encadenamiento de pensamientos, que no se limita a comprobar y a explicar los fenómenos, sino que los aprecia en función de determinadas concepciones éticas y, a la luz de estos juicios, precisa ciertas medidas y prohíbe otras.

La doctrina se sitúa en la línea divisoria de los problemas del espíritu y de los hechos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## I.2 - Elementos Teóricos de Líneas de Espera.

### I.2.1 Antecedentes.

El trabajo pionero en el campo de teoría de colas fue hecho por A. Erlang, un ingeniero danés asociado con la industria telefónica.

En casi todas las organizaciones hay ejemplos de procesos que generan líneas de espera, conocidas como colas. Una línea de espera se presenta cuando algún empleado, cliente, máquina o unidad, solicita un servicio y debe esperar por él, debido a que la instalación o centro de servicio operando a capacidad normal está temporalmente imposibilitada para prestar dicho servicio. Algunos ejemplos son: personas esperando en banco, pacientes en un consultorio médico, autos en un estacionamiento, etc.

Como podemos observar, solicitantes de servicio y servidores no necesariamente son personas. Pueden ser: un grupo de personas, vehículos, máquinas, etc.

Trataremos con algún detalle las tres partes del sistema de colas:

1. - Población en busca de servicio.
2. - La cola o línea de espera misma.
3. - La instalación o centro de servicio.

### I.2.2 Características de la Población con Acceso o en Busca de Servicio.

#### - Tamaño de la población potencial.

La población potencial puede ser finita o infinita. Como los cálculos son mucho más sencillos para el caso infinito, esta suposición se hace muy seguida aún cuando el tamaño real sea un número fijo relativamente grande, y deberá tomarse como una suposición implícita en cualquier modelo que no establezca otra cosa. El caso finito es más difícil analíticamente, pues el número de clientes en la cola afecta el número potencial de clientes fuera del sistema en cualquier tiempo; pero debe hacerse esta suposición finita si la tasa a la que la población potencial genera clientes nuevos queda afectada en forma significativa por el número de clientes en el sistema de líneas de espera.

#### - Características de llegada de la población con acceso.

Los miembros de la población con acceso, llegan a la estación de servicio en algún patrón organizado (determinístico) o en un orden aleatorio (probabilístico). Si el patrón de llegadas es completamente conocido y sin incertidumbre, entonces el patrón de llegadas está determinado por la razón promedio de llegadas o el tiempo promedio entre llegadas. Cuando las llegadas son aleatorias, tenemos que conocer la distribución de probabilidad que describe a las llegadas, específicamente, el tiempo entre llegadas. Los científicos de la administración han

demostrado que las llegadas aleatorias son a menudo descritas mejor con la distribución Poisson. Sin embargo las llegadas no siempre son de este tipo y debemos asegurarnos que la distribución Poisson es la apropiada antes de usarla.

- Conducta de la población con acceso.

Las poblaciones con acceso y sus miembros individuales, tienen diferentes actitudes sobre "como entrar a la línea", Pues puede aceptar o rehusar pertenecer a alguna de ellas, ya sea que lo acepte o no, la mayoría de los modelos de colas suponen que la población con acceso tiene bastante paciencia y acepta esperar.

### I.2.3 Características de las Colas. (Líneas de Espera)

Es práctica común describir las características de la cola en términos de la longitud máxima a la que la cola puede crecer. Esta longitud se clasifica como limitada o ilimitada. Las longitudes de cola limitada son generalmente causadas por la falta de espacio (en una noche muy fría, la línea de espera para un restaurante puede estar limitada al número de personas que puedan amontonarse en el vestíbulo) o por la actitud de los miembros de la población con acceso (a algunas personas no les gusta esperar en líneas). Cuando se supone que la longitud de la cola es infinita, es mucho más fácil utilizar modelos matemáticos.

### I.2.4 Características del Centro de Servicio

- La disciplina de la cola.

Esto se refiere a la manera mediante la cual los clientes son seleccionados para ser atendidos cuando han formado una línea de espera. Estas disciplinas pueden ser:

- a) Primero en llegar primero en recibir servicio.
- b) Ultimo en llegar primero en recibir servicio.
- c) Selección aleatoria (la cual es independiente del tiempo de llegada a la línea de espera)
- d) Prioridad.

En la cual existen dos clasificaciones:

**Perentoria:** La cual permite al miembro de la población con acceso a que interrumpa a los miembros que ya están recibiendo servicio (Si el director de su facultad entra a toda prisa a la cafetería de la facultad, y le pregunta si le molestaría que se metiera a la cola para poder llegar a tiempo a una junta importante y usted acepta, ya entiende lo que es la prioridad perentoria).

**No perentoria:** Arregla la cola para que el miembro con la prioridad más alta reciba la primera estación de servicio abierta.

- La distribución de probabilidad apropiada que describe los tiempos de servicio (patrón de servicio).

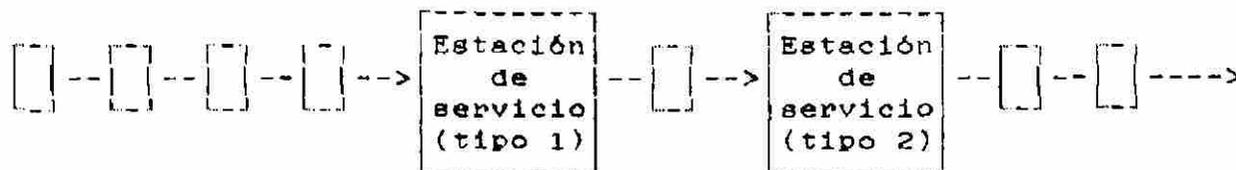
El patrón de servicio se puede describir mediante el número de clientes servidos por unidad de tiempo o bien el tiempo requerido para servir a un cliente. Con ello, nos referimos a razón de servicio o tiempo de servicio, es posible que los tiempos de servicio sean determinísticos (cada miembro de la línea de espera requiere el mismo tiempo para recibir servicio) o probabilístico (aleatorios). Si los tiempos de servicio están distribuidos en forma aleatoria, debemos encontrar la distribución de probabilidad que mejor describa su comportamiento. Los científicos de la administración han encontrado que se describen más frecuentemente por la distribución Exponencial de probabilidad. Otro factor que debe considerarse al evaluar los tiempos de servicio es el hecho de que estos términos están condicionados al hecho de que el sistema no está vacío, es decir, que existe alguien en el sistema requiriendo servicio. Si el sistema está vacío, decimos que el servidor está ocioso. Cuando los tiempos de servicio están distribuidos exponencialmente y las llegadas distribuidas en forma Poisson, estudiar el comportamiento de las líneas de espera es mucho más sencillo.

- La distribución física del sistema de colas.

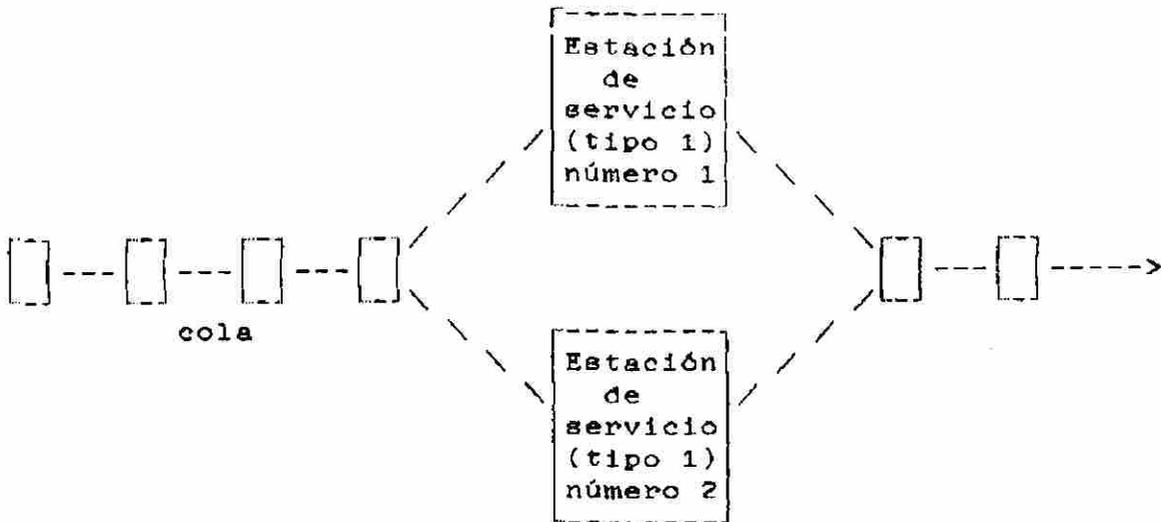
La distribución física de un sistema de colas se describe en los términos del canal y de la fase. Un sistema unicanal tiene una sola estación de servicio, mientras un sistema multicanal tiene más de una estación de servicio en paralelo que puede atender varios clientes simultáneamente. La fase se refiere al número de servidores de quien tiene que recibir servicio (servidores en serie), como ejemplo podemos mencionar un examen médico general, donde cada persona debe pasar por varias estaciones de servicio que pueden ser: examen del oído, vista, garganta, sangre, electrocardiogramas, etc. Con el fin de explicar más claramente el concepto de canal y fase, mostramos a continuación varios ejemplos de cada uno:



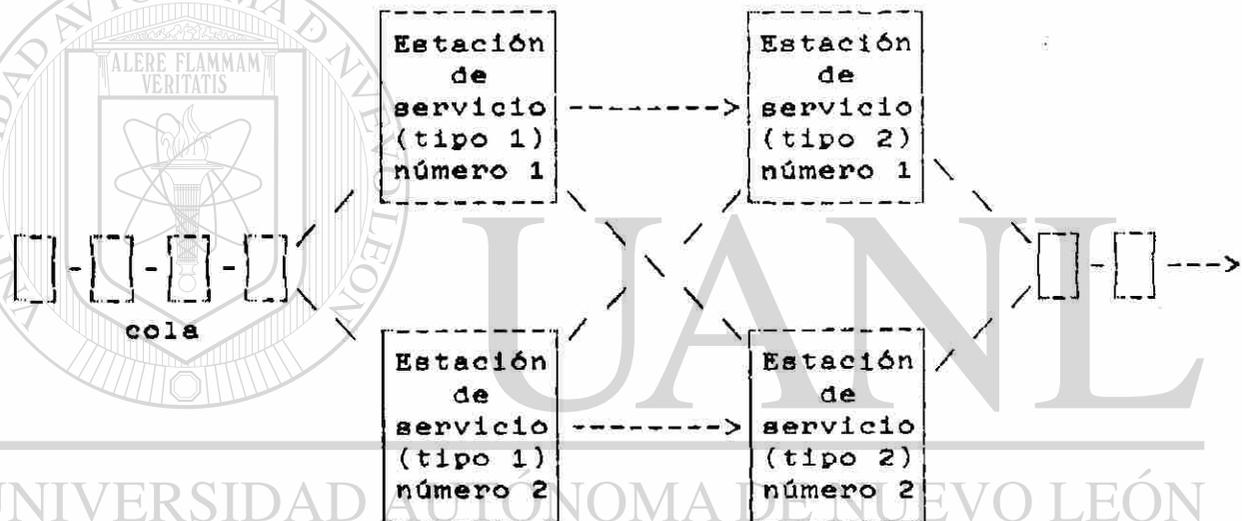
Un solo canal una sola fase



Un solo canal, multifase



Multicanal, una sola fase



Multicanal, multifase

Después de hacer una descripción física de un sistema de líneas de espera, enfocaremos nuestra atención en las medidas de efectividad. Generalmente son tres los aspectos de interés que se tratan de "medir":

- a) El tiempo de espera del cliente para ser atendido.
- b) La manera en la cual, los clientes se van acumulando en la línea de espera.
- c) El tiempo ocioso de los servidores.

El objetivo principal de evaluar estos aspectos es determinar el nivel específico de servicio que minimiza el costo total de proporcionar el servicio y esperar por ese servicio.

### I.2.5 Notación.

Un proceso de espera se describe mediante una serie de símbolos separados por líneas inclinadas A/B/X/Y/Z, donde A indica la distribución del tiempo entre llegadas, B la distribución del tiempo de servicio, X el número de canales, Y la capacidad del sistema, y Z la disciplina de la línea de espera. Los símbolos de cada uno de estos aspectos se presentan en la siguiente tabla:

Característica	Símbolo	Explicación
Tiempo entre Llegadas (A)	M	Exponencial
	D	Determinístico
	Ek	Erlang tipo k (k = 1,2,...)
	GI	General independiente
Tiempo de Servicio (B)	M	Exponencial
	D	Determinístico
	Ek	Erlang tipo k (k = 1,2,...)
	G	General
Número de canales (X)	1,2,3,...,∞	
Capacidad del sistema (Y)	1,2,3,...,∞	
Disciplina de la cola	FIFO	Primero en llegar primero en salir
	LIFO	Ultimo en llegar primero en salir
	SIRO	Selección Aleatoria
	PRI	Con prioridades
	GD	Disciplina general

Por ejemplo : M/D/2/∞/FIFO indica un proceso de espera con tiempo entre llegadas Exponencial, tiempo de servicio determinístico, dos canales, capacidad infinita y disciplina primero en llegar primero en salir.

### I.2.6 Algunos Modelos Matemáticos.

Se define  $\tau$  como la razón promedio de llegadas (número esperado de llegadas de clientes por unidad de tiempo) y  $\mu$  es la razón promedio de servicio (número promedio de clientes atendidos por unidad de tiempo). De donde se obtiene que  $1/\tau$  es el tiempo promedio entre llegadas y  $1/\mu$  es el tiempo promedio de servicio.

Notación para medidas de eficiencia

- Lq = Número promedio de clientes en la línea de espera (excluyendo los que están siendo atendidos).
- L = Número promedio de clientes en el sistema (incluyendo los que son atendidos).
- Wq = Tiempo promedio de espera en la cola (sin incluir el tiempo de servicio).
- W = Tiempo promedio de espera en el sistema (incluyendo tiempo de servicio).

A continuación se presentan los modelos matemáticos más comunes:

1.2.6.1 Solución del Modelo M/M/1/∞/FIFO en Estado Estacionario.

Las soluciones que se mencionan son válidas bajo las siguientes hipótesis:

- 1.- El sistema se encuentra en estado estacionario, por ésto se entiende que : ha estado operando durante un intervalo de tiempo, de tal manera que las influencias de las condiciones iniciales prácticamente se han anulado y las características del funcionamiento del sistema se han estabilizado en valores independientes del tiempo.
- 2.- La distribución del tiempo entre llegadas es Exponencial.  
NOTA: Si el tiempo entre llegadas es Exponencial entonces la llegada de clientes por unidad de tiempo es Poisson.
- 3.- La distribución del tiempo de servicio es Exponencial.
- 4.- El sistema tiene un solo servidor.
- 5.- La capacidad del sistema es infinita.
- 6.- La disciplina de la línea de espera es FIFO (primero en llegar primero en recibir servicio).
- 7.-  $\tau < \mu$

Soluciones:

$$Lq = \frac{\tau^2}{\mu(\mu - \tau)}$$

$$Wq = \frac{\tau}{\mu(\mu - \tau)}$$

$$L = \frac{\tau}{\mu - \tau}$$

$$W = \frac{1}{\mu - \tau}$$

1.2.6.2 Solución del Modelo M/M/1/K/FIFO.

Las soluciones son válidas bajo las siguientes hipótesis:

- 1.- El sistema se encuentra en estado estacionario.
- 2.- La distribución del tiempo entre llegadas es Exponencial.
- 3.- La distribución del tiempo de servicio es Exponencial.
- 4.- El sistema tiene un servidor.
- 5.- La capacidad del sistema es K. (la longitud máxima de la cola es de K clientes).
- 6.- La disciplina de la línea de espera es FIFO
- 7.-  $\tau \neq \mu$  donde  $f = \tau/\mu$

$$L = \frac{f \left[ 1 - (k+1)f^k + kf^{k+1} \right]}{(1-f)^{k+1} (1-f)}$$

$$L_q = L - \frac{f(1-f^k)}{1-f^{k+1}}$$

$$W = \frac{L}{\mu(L-L_q)} \quad W_q = W - 1/\mu$$

1.2.6.3 Solución del Modelo M/M/C/∞/FIFO

Hipótesis de la solución:

- 1.- El sistema se encuentra en estado estacionario
- 2.- El tiempo entre llegadas tiene distribución Exponencial. ®
- 3.- El tiempo de servicio tiene distribución Exponencial.
- 4.- El sistema tiene C canales (servidores) cuyos tiempos de servicio son independientes.
- 5.- La capacidad del sistema es infinita.
- 6.- La disciplina de la cola es FIFO.
- 7.-  $\tau / (C\mu) < 1$

$$L_q = \left[ \frac{(\tau/\mu)^c \tau \mu}{(C-1)! (C\mu - \tau)} \right]^2 P_0$$

$$W_q = \frac{L_q}{\tau}$$

donde

$$P_0 = \left[ \sum_{n=0}^{C-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\tau}{\mu} \right)^n + \frac{1}{C!} \left( \frac{\tau}{\mu} \right)^C \cdot \left( \frac{C\mu}{C\mu - \tau} \right) \right]^{-1} \quad W = \frac{1}{\mu} + Wq$$

$$L = \tau W$$

#### 1.2.6.4 Solución del Modelo M/M/C/K/FIFO

Hipótesis de la solución

- 1.- El sistema se encuentra en estado estacionario.
- 2.- La distribución del tiempo entre llegadas y del tiempo de servicio es exponencial.
- 3.- El sistema tiene C canales.
- 4.- La capacidad del sistema es K
- 5.- La disciplina de la cola es FIFO

$$Lq = \frac{P_0 (Cf)^c f}{C!(1-f)^2} \left[ \frac{1-f^{k-c+1}}{1-f} - (1-f)(K-C+1) f^{k-c} \right] \quad (f = \tau/C\mu)$$

donde  $P_0 = \left[ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\tau}{\mu} \right)^n + \frac{(\tau/\mu)^c}{c!} \frac{1-(\tau/c\mu)^{k-c+1}}{1-\tau/c\mu} \right]^{-1}$  si  $(\tau/c\mu \neq 1)$

$\left[ \sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\tau}{\mu} \right)^n + \frac{(\tau/\mu)^c}{c!} (K-C+1) \right]^{-1}$  si  $(\tau/c\mu = 1)$

$$L = Lq + C - P_0 \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(c-n)(f)^n}{n!} \quad Wq = W - 1/\mu$$

$$W = \frac{L}{\tau(1-P_K)} \quad \text{donde} \quad P_K = \frac{1}{C} \left( \frac{\tau}{\mu} \right)^K P_0$$

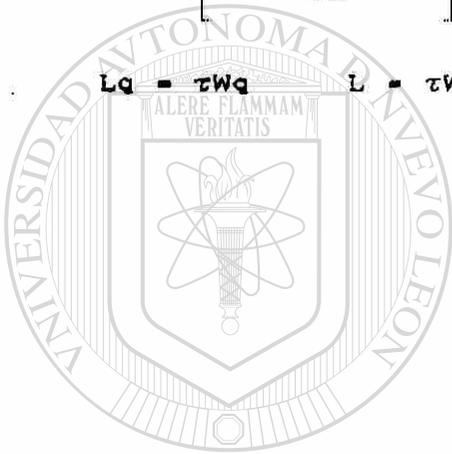
### 1.2.6.5 Solución del Modelo M/Ek/1/∞/FIFO

Hipótesis de la solución.

- 1) El sistema se encuentra en estado estacionario.
- 2) La distribución del tiempo entre llegadas es exponencial y del tiempo de servicio es Erlang tipo K.
- 3) El sistema tiene un canal.
- 4) El sistema tiene capacidad infinita.
- 5) La disciplina de la cola es FIFO.

$$W_q = \left[ \frac{k+1}{2k} \right] \left[ \frac{\tau}{\mu(\mu - \tau)} \right] \quad W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L_q = \tau W_q \quad L = \tau W$$



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### I.3.- Elementos Teóricos de Simulación.

#### I.3.1 Introducción.

Cuando se dificulta o imposibilita la resolución del modelo analítico requerido en un determinado problema, entonces la simulación es una herramienta muy útil.

La simulación se define como un proceso numérico diseñado para experimentar el comportamiento de un sistema en una computadora digital, a través del tiempo. El comportamiento del sistema se presenta a base de modelos matemáticos y lógicos, diseñados para tal fin.

La simulación presenta algunas ventajas y desventajas, las cuales a continuación mencionaremos:

##### Ventajas:

a) Permite estudiar el sistema real sin deformarlo.

Los modelos analíticos requieren la simplificación del sistema real de estudio, con el fin de que se apege a las condiciones que fundamentan la teoría del modelo, por ésto, muchos modelos analíticos resuelven un sistema deformado muy lejano del sistema real.

b) Los procesos de simulación son herramientas muy efectivas del entrenamiento de personal y generan una visión macro y micro del sistema, mucho más profunda y detallada que cualquier modelo analítico.

##### Desventajas:

a) Los procesos de simulación no producen resultados óptimos, sino simplemente buenos.

b) Se consume mucho tiempo en el diseño, prueba y verificación de un modelo de simulación, requiriendo de estudios de campo intensivos para familiarizarse con el sistema real de estudio.

#### I.3.2 Etapas en la Construcción de un Modelo de Simulación. ®

Las simulaciones se llevan a cabo con una secuencia de cinco etapas. Las cuales sirven como una guía de lo que debe incluirse para realizar con éxito un experimento.

##### Etapas:

- 1) Reconocimiento del problema y definir sus límites.
- 2) Recolección de Datos.
- 3) Formulación de un programa de computadora.
- 4) Validación del programa.
- 5) Diseño de experimentos de simulación.

## 1) Reconocimiento del problema y definir sus límites.

En esta primera etapa se recomienda una entrevista con los responsables para definir:

- a) Los objetivos y el alcance del estudio.
- b) Los componentes del sistema.
- c) Las variables (exógenas, de estado y endógenas).
- d) La forma en que éstas interactúan entre sí.

Las variables exógenas son las independientes o de entrada del modelo y deben de estar predeterminadas y proporcionadas independientemente del sistema que se modele. Puede considerarse que estas variables actúan sobre el sistema pero no reciben acción alguna de parte de él.

Las variables de estado describen el estado de un sistema o bien parte de él, ya sea al inicio o al final durante un período de tiempo. Estas variables interactúan con las variables exógenas y endógenas de acuerdo a relaciones funcionales y a respuestas en el sistema.

Las variables endógenas son las dependientes o de salida del sistema y son generadas por la interacción de las variables exógenas con las variables de estado.

## 2) Recolección de Datos.

Recolección es el proceso de capturar los datos disponibles que se requieren para la simulación del comportamiento del sistema.

Existen tres posibles fuentes de información:

- \* Datos históricos
- \* Opiniones de expertos
- \* Estudios de campo

Los datos históricos que han sido previamente limpiados de irrelevancias son datos útiles y de rápido procesamiento para convertirlos en información. La desventaja es que su grado de detalle puede estar limitado y por lo tanto su utilidad es solamente parcial.

La opinión de expertos es generalmente información subjetiva, carente de detalle y de utilidad mínima, pero es una manera barata y rápida de obtener cierto tipo de información complementaria.

Los estudios de campo son el método más efectivo, aunque más costoso y tardado de obtener la información requerida. Esta estrategia requiere del diseño de una muestra estadísticamente representativa del universo bajo estudio, de un cuestionario que asegure la relevancia y confiabilidad de los mismos y de personal entrenado que levante la encuesta.

### 3) Formulación de un Programa de Computadora.

Los pasos a seguir para formular un programa de computadora son:

- a) Elaborar un diagrama de flujo que muestre el efecto de las diferentes actividades sobre los componentes importantes de un sistema.
- b) Diseñar la programación en algún lenguaje especial (GPSS, SIMSCRIPT, GASP, DINAMO, etc. o un lenguaje de propósito general como FORTRAN y BASIC.)
- c) Verificar los errores de codificación del programa.
- d) Probar el programa hasta eliminar todos los errores lógicos y no lógicos.
- e) Generar resultados.

En la formulación de un programa de computadora se deben especificar las condiciones con las que se empezarán a simular el comportamiento del sistema. Esto es importante, porque en el proceso de simulación se distinguen dos fases: una no estable al principio del proceso y una estable al finalizar éste. Para validar a un modelo de simulación se requiere analizar estadísticamente los resultados de la parte estable del proceso, en todas las corridas del mismo.

Los formatos de los resultados de las diferentes corridas de computadora de un proceso de simulación, se deberán diseñar en función a la comunicación inteligente que se tendrá con los usuarios. La presentación de resultados debe ser relevante, inteligible y clara.

### 4) Validación del Programa.

Validar un programa de computadora en un proceso de simulación es un problema difícil, porque requiere una combinación de suposiciones prácticas, teóricas, estadísticas y filosóficas complejas. La validación consiste en realizar una serie de pruebas de hipótesis para verificar o refutar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las múltiples corridas de un experimento de simulación. Paralelamente, se comparan los resultados de la

simulación con series históricas existentes y se verifica la exactitud del pronóstico generado por la simulación o dicho de otra manera, debemos probar:

- a) ¿Qué tan bien coinciden los valores simulados de las variables endógenas con datos históricos conocidos si están disponibles?
  
- b) ¿Qué tan exactas son las predicciones del comportamiento del sistema real hechas por el modelo de simulación, para periodos a futuros?

5) Diseño de Experimentos de Simulación.

Aquí debemos comparar diferentes niveles de las variables controlables del sistema y seleccionar aquellos que nos den mejores resultados. Aquí generalmente se puede aplicar el método estadístico de Análisis de Varianza.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## II.- EL CASO PRACTICO.

### II.1 Descripción del Sistema.

#### II.1.1 Antecedentes.

En el año de 1989 se detectó que había un alto porcentaje de camiones que se encontraban con tiempos de espera (estadia) muy elevados tanto en el estacionamiento como en el interior de la planta, lo que ocasionaba quejas continuas de parte de los clientes y choferes.

Debido a ésto se procedió a detectar cuales eran las causas que generaban dichos aumentos en los tiempos de espera y se encontraron las siguientes:

- \* Un mal control de las unidades tanto en el estacionamiento como en el interior de la planta.
- \* Falta de comunicación interdepartamental.
- \* Elevado tiempo de demoras en las máquinas envasadoras.
- \* Desequilibrio en la carga de las máquinas envasadoras.
- \* Falta de atención hacia los clientes.

Se llevaron a cabo las siguientes medidas correctivas:

- \* La puesta en marcha del sistema de estadias (MOESTA) que incluye la instalación de una terminal de computadora en el estacionamiento.
- \* La asignación de las unidades en el interior de la planta por medio de: Colores en cada una de las máquinas envasadoras y un menor número de unidades destinadas a cada una de las máquinas.
- \* Instalación de teléfono en el estacionamiento.
- \* Se diseñó un nuevo sistema el cual permite visualizar de una mejor manera las demoras.
- \* Se diseñó un sistema que permite visualizar con más claridad el desequilibrio en máquinas envasadoras con la finalidad de corregirlo.
- \* Se impartieron cursos de relaciones públicas al personal de báscula y vigilancia.

Gracias a ésto el porcentaje de camiones con estadia elevada disminuyó notablemente.

Con la implementación de las anteriores medidas no se logró solucionar problemas tales como:

- \* Largos tiempos de estadía. (tiempo promedio de entre 2.5 a 3 hrs.)
- \* Quejas continuas de los clientes por la demora en la carga.

Debido a la inminente instalación de una planta cementera competidora en la región, nos propusieron como tarea analizar los problemas anteriores y tratar de desarrollar un modelo matemático que representara el sistema de espera de clientes que llevan cemento en sacos o en su defecto simular el sistema y hacer análisis de sensibilidad, compromiso que aceptamos.

A continuación expondremos todo el trabajo realizado para lograr nuestro compromiso.

Para iniciar, en la siguiente sección se explica el proceso que se sigue para el despacho de cemento en sacos y se describen las instalaciones involucradas en el sistema.

#### II.1.2 Proceso para Compra y Despacho de Cemento.

El proceso se ilustra en el diagrama de flujo. Explicaremos dicho proceso refiriéndonos al plano de la planta.

- a) Al llegar el chofer a la planta, debe estacionar su unidad en el estacionamiento de camiones, denominado "patios", luego se dirige a pie a las oficinas de ventas de la planta a solicitar su orden de carga.
- b) En las oficinas de la planta se dirige a la caja a pagar el importe de la carga o en su defecto a la ventanilla de crédito, luego pasa a una tercera ventanilla donde le proporcionan su orden de carga en original y copias, posteriormente regresa a patios.
- c) En patios entrega una copia de la orden de carga y el vigilante lo da de alta en el sistema de espera. En patios debe aguardar el chofer a que lo llame el vigilante para autorizarle la entrada a la planta a cargar. A su vez el vigilante llama a los choferes, cuando de la entrada de la planta, (llamada Báscula) le solicitan el envío de camiones.
- d) El chofer dirige su unidad a la entrada de la planta en donde entrega otra copia de la orden de carga al vigilante, quien le indica al chofer en que máquina va a ser despachado, después coloca la unidad en la báscula para registrar el peso sin la carga de cemento.
- e) El chofer hace fila en la máquina asignada por báscula. Llegando su turno, entrega una copia de la orden de carga a

los estibadores, los cuales toman nota del tonelaje que despacharán. Luego el chofer debe dirigirse a una oficina denominada "notero" donde una persona lo da de alta en el sistema de surtido, registrando la máquina y el tonelaje que despachará.

- f) Después de surtir su cargamento, se dirige a báscula donde se registra el peso de la unidad ya cargada de cemento. (si hay un error en el tonelaje se le regresa a la máquina que lo haya surtido) estando todo correcto se le da salida del sistema.

El proceso anterior es para un cliente que envía su propia unidad por cemento, a este tipo de chofer lo llamaremos "chofer no planta" ya que la planta también ofrece el servicio de envío de cemento al lugar que se le solicite dentro del área metropolitana, a este tipo de chofer lo llamaremos "chofer de planta". El proceso de despacho de este último es el de la b) a la f) ya que siempre está en las oficinas de ventas esperando órdenes de carga por enviar. Además los choferes de planta tienen prioridad sobre los choferes no planta al momento de entrar a cargar cemento.

### II.1.3 Instalaciones.

El estacionamiento de camiones denominado "patios" es un terreno localizado en el exterior de la planta aproximadamente a 400 mts. de la entrada. Dichas instalaciones cuentan con una caseta para el vigilante y una área cerrada con ventilación y sanitarios para ser utilizada por los choferes que se encuentran esperando ser llamados a cargar.

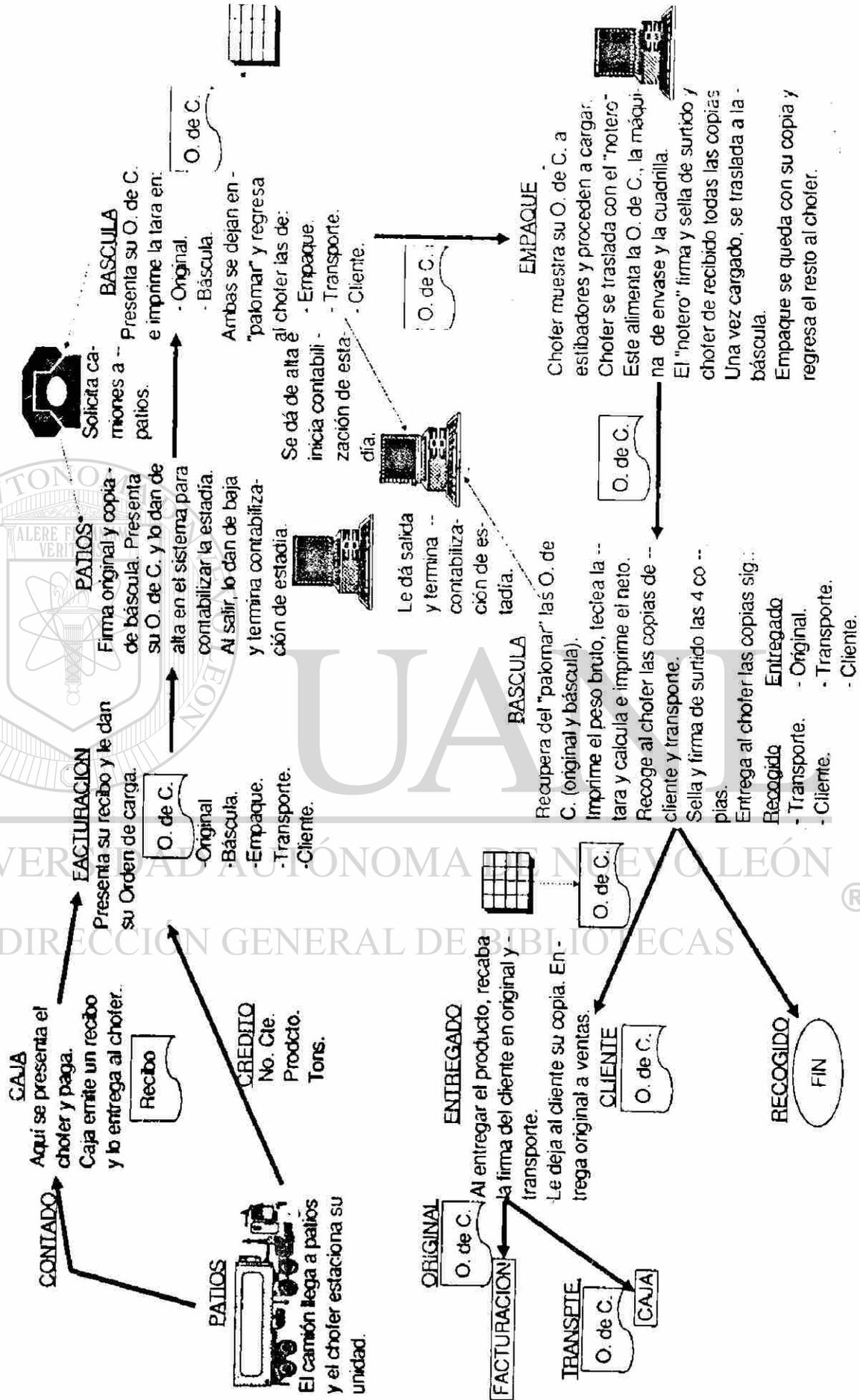
La planta cuenta con cuatro unidades para el despacho de cemento en sacos: las cuales denominaremos máquinas 3,5,6 que surten cemento gris y la máquina 4 que surte cemento blanco o de exportación. En estas máquinas los sacos son transportados en bandas, desde su empaque hasta la tarima del camión.

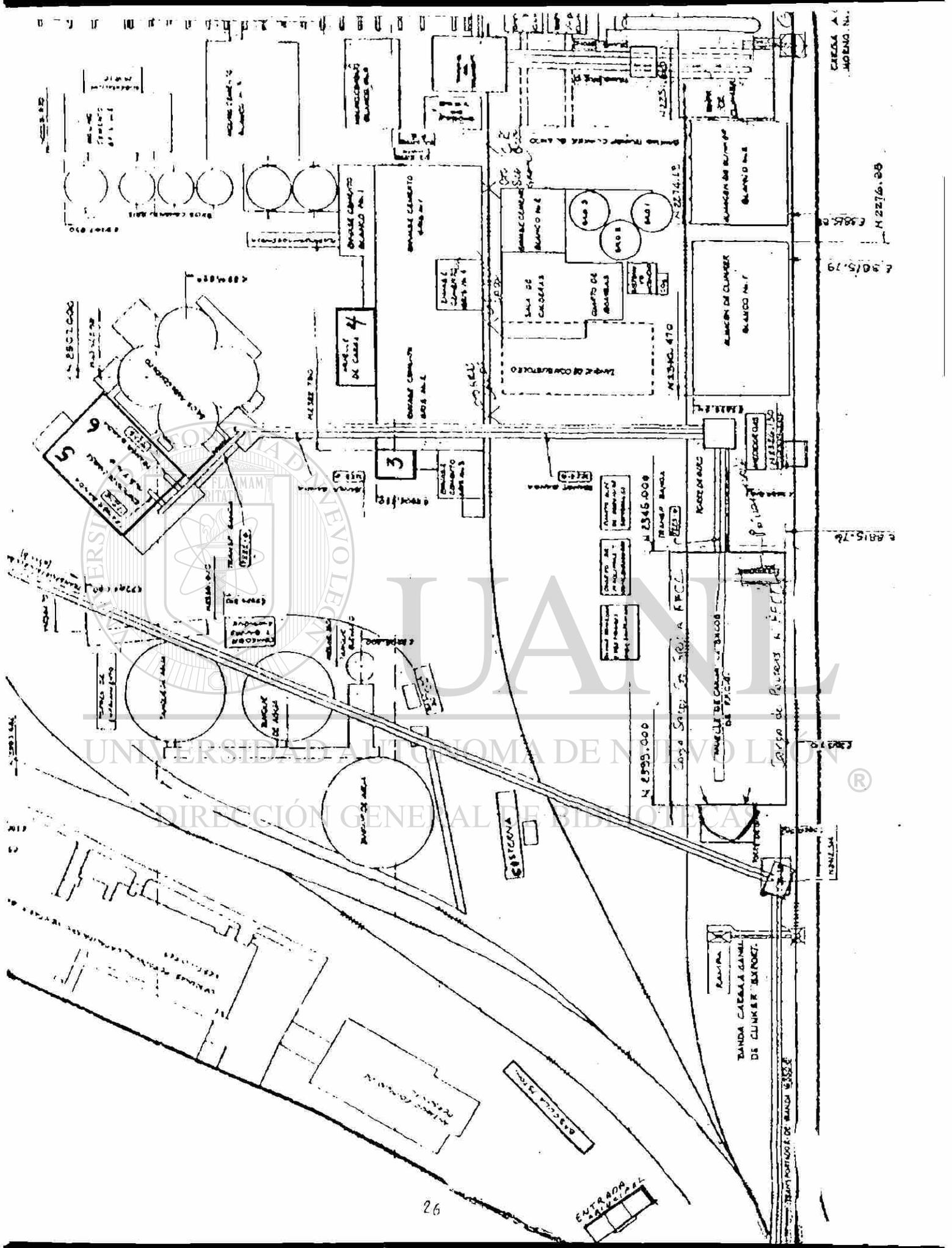
Cada máquina consta de dos bandas transportadoras alimentadas por la misma máquina de empaque. De manera que cuando una banda está sirviendo, la otra se repliega para permitir el acomodamiento del siguiente camión. Así que, al terminar de cargar un camión inmediatamente se empieza a surtir el siguiente, de este modo si empaque no falla, el proceso de carga es continuo.

Cada banda tiene una pareja de estibadores que acomodan los sacos en el camión, a éstos se les paga según la cantidad de toneladas despachadas.

Las oficinas administrativas se encuentran localizadas en el interior de la planta.

# PASOS DEL PROCESO DE DESPACHO ACTUAL (Sacos)





## II.2 Recopilación de Datos.

### II.2.1 Análisis del Proceso de Despacho para la Elaboración del Modelo Matemático.

Se analizó paso por paso el proceso de despacho de cemento centrando nuestra atención en detalles significativos para la elaboración de nuestro modelo matemático.

### II.2.2 Oficinas Administrativas.

No se observó ningún congestionamiento ya que casi todos los clientes solicitan telefónicamente el cemento que se les va a surtir de manera que cuando llega el chofer ya se tiene toda la papelería en orden, lo cual hace que no se presente congestionamiento alguno.

Solo una minoría es la que llega sin previo aviso a realizar todos los trámites lo cual hace que la longitud de la cola sea prácticamente cero.

De lo anterior, se acordó ignorar esta fase en el modelo matemático.

### II.2.3 Patios.

Se procedió a tomar tiempo de llegada a patios y estimar el tiempo de servicio del vigilante al recibir la orden de carga y darla de alta en el sistema.

La recolección de datos referentes a la llegada de camiones, para inferir la distribución del tiempo entre llegadas se presenta en el anexo A.

El muestreo se realizó de 8:00 a 12:00 hrs. y de 14:00 a 18:00 hrs. los días 14 y 17 de Mayo de 1991.

La primer columna indica los intervalos de hora en hora, la segunda columna indica el número de orden al llegar cada conductor, la tercer columna indica la hora exacta a la que llegó el conductor a reportarse al estacionamiento de camiones (patios), la cuarta columna indica el tiempo transcurrido entre llegadas, que es la diferencia en minutos del tiempo de llegada de un conductor y el tiempo de llegada de su antecesor, la quinta columna indica el tipo de chofer, que puede ser de planta o no planta, la sexta columna indica el tipo de producto que va a llevar, el cual puede ser cemento gris, cemento blanco y cemento mixto (cierto número de toneladas de cemento gris y el resto de su carga de blanco), la septima columna indica la cantidad de toneladas que llevará y la octava columna se refiere a observaciones especiales. (en esta columna estamos indicando la longitud de la cola en ese momento y también el tiempo de servicio del vigilante).

## II.2.4 Máquinas.

Nuestro objetivo aquí, es estimar el tiempo de servicio en cada máquina, el cual se inicia al caer el primer saco y termina al caer el último saco de cemento.

Se levantaron muestreos de tiempo de servicio en máquinas el 9.10 y 13 de Mayo de 1991, los cuales se presentan en el anexo B. La primera columna del reporte señala el número de orden progresivo en que fué llegando cada camión, segunda columna indica la hora exacta en que inició el servicio de carga, la tercera columna indica la hora en que terminó el servicio de carga, la cuarta columna indica el tiempo consumido en el servicio de carga que se obtiene restando la tercera columna menos la segunda, la quinta columna indica la cantidad de toneladas que se deben surtir y la sexta columna indica el tiempo de servicio por tonelada que se obtiene dividiendo la cuarta entre la quinta columna.

Solamente se registran las máquinas 3,5,6 que son de cemento gris. La máquina 4 (cemento blanco) tiene un comportamiento muy irregular ya que su servicio está sujeto a la urgencia de surtir cemento de importación y al número de clientes que soliciten el servicio o bien al número de toneladas que dichos clientes deseen cargar, por lo cual no se pudo hacer un muestreo representativo, por lo tanto nuestra atención se concentrará en el funcionamiento de las máquinas de cemento gris.

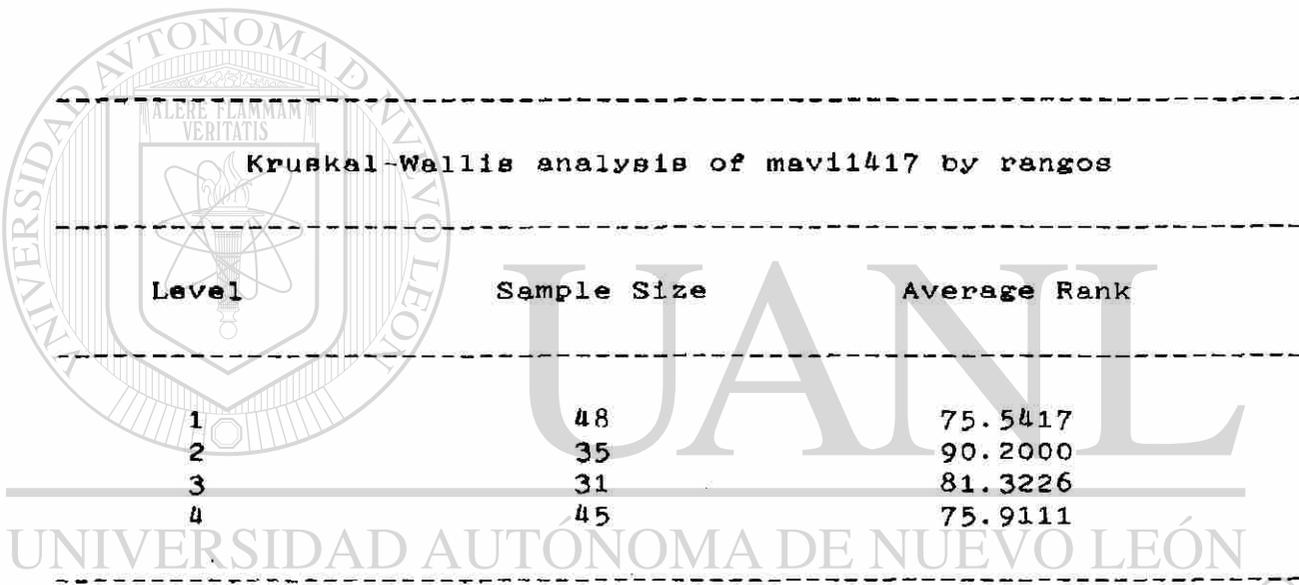
## II.3.- Análisis Estadístico.

A los datos obtenidos en el muestreo de tiempo de llegada a patios se les calculó su media aritmética y desviación típica muestral generando el siguiente resumen estadístico.

ASPECTO	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
	-	-	-	-
tiempo entre llegadas	X = 4.31 S = 5.19 n = 48	X = 5.83 S = 5.14 n = 35	X = 5.45 S = 5.83 n = 31	X = 5.07 S = 7.94 n = 45
Longitud de la cola	X = 0.75 S = 0.98	X = 0.34 S = 0.59	X = 0.74 S = 1.04	----- -----
	-	-	-	-
tiempo de servicio	X = 1.03 S = 0.47 n = 44	X = 0.98 S = 0.51 n = 35	X = 1.24 S = 0.54 n = 31	X = 1.03 S = 0.58 n = 46

De la tabla anterior se deduce que no existe congestión en el tiempo de servicio del vigilante de la caseta de patios ya que el promedio de la longitud de la cola es menor que uno, entonces no se considera esta fase como parte del modelo matemático.

Lo importante aquí, es el tiempo entre llegadas, para lo cual se realizó un análisis de varianza para determinar si son iguales las medias del tiempo entre llegadas, tomándose cuatro bloques: martes en la mañana, martes en la tarde viernes en la mañana y viernes en la tarde. Como no se confirmaron las hipótesis de normalidad, se optó por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, donde el estadístico  $H=2.59$  y Ji-Cuadrada igual a 7.81 con  $\alpha=0.05$  y  $gl=3$ , como  $H$  es menor a 7.81, se concluye que no existe diferencia significativa en las medias por lo tanto se acepta que son iguales. (ver tabla II.1)



Kruskal-Wallis analysis of mavi1417 by rangos

Level	Sample Size	Average Rank
1	48	75.5417
2	35	90.2000
3	31	81.3226
4	45	75.9111

Test statistic = 2.59987 Significance level = 0.457512

Tabla II.1

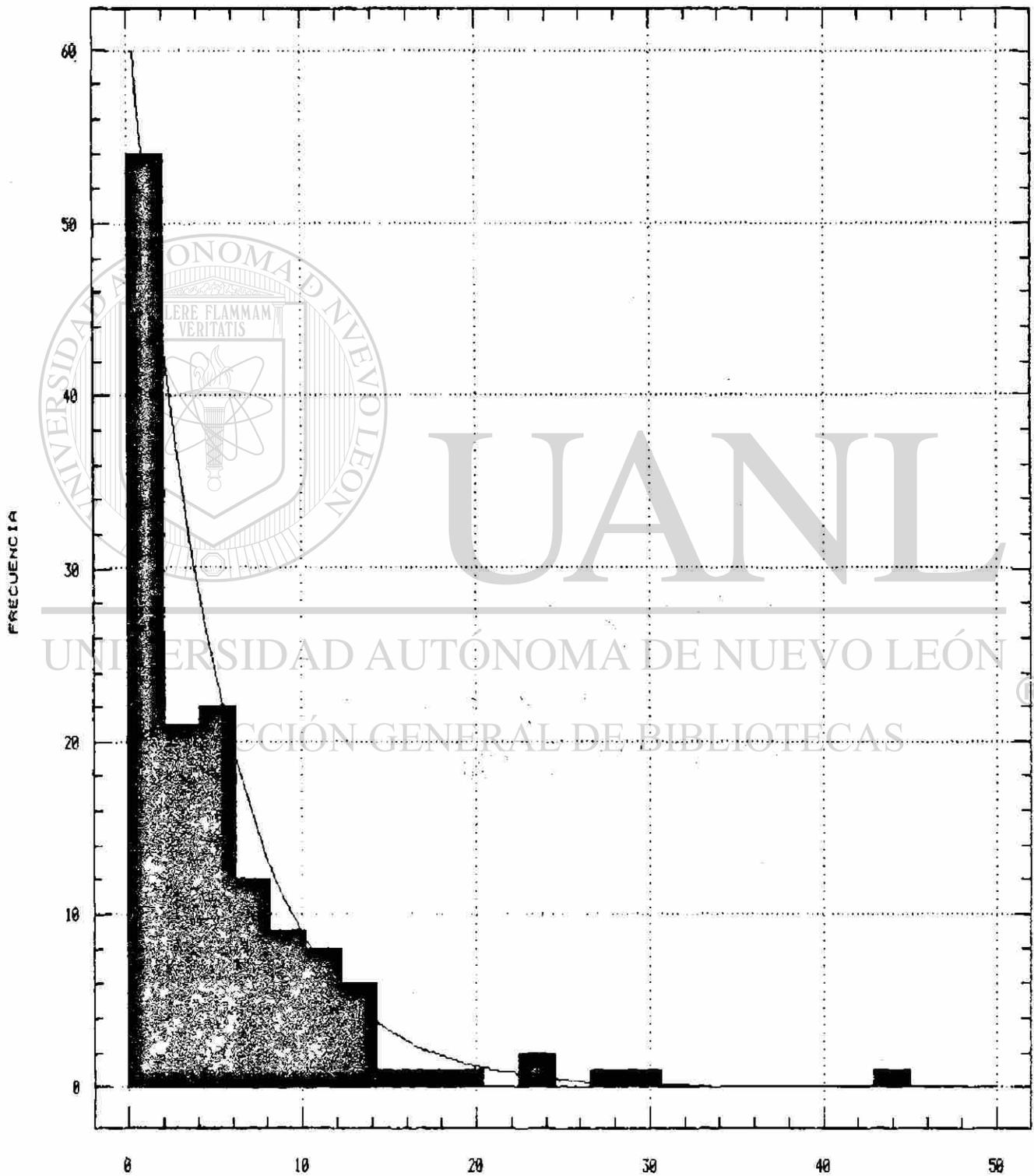
Se realizó una prueba Ji-Cuadrada de bondad de ajuste a una distribución exponencial ( con  $\alpha = 0.05$  ) en los datos de tiempo entre llegadas registrados el martes 14 y viernes 17 de Mayo, agrupados como una sola población la cual consta de 159 datos. los resultados obtenidos se presentan en la tabla II.2. Este ajuste puede observarse también en la figuras II.1.

Tabla II.2 Chisquare Test

Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chisquare
at or below .5000	.5000	19	14.9	1.1287
.5000	1.5000	40	25.7	7.8989
1.5000	2.5000	14	21.1	2.4130
2.5000	3.5000	8	17.4	5.0513
3.5000	4.5000	13	14.3	.1120
4.5000	5.5000	11	11.7	.0437
5.5000	6.5000	11	9.6	.1970
6.5000	7.5000	6	7.9	.4587
7.5000	8.5000	6	6.5	.0373
8.5000	9.5000	7	5.3	.5214
9.5000	11.5000	5	8.0	1.1113
11.5000	13.5000	11	5.4	5.8643
13.5000	17.5000	2	6.1	2.7384
above 17.5000		6	5.1	.1668

Chisquare = 27.7431 with 12 d.f. Sig. level = 6.03109E-3

FIGURA II.1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA  
Y AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXPONENCIAL



Podemos hacer notar que se rechaza dicho ajuste, por consiguiente, se hace necesario la recolección de nuevos datos muestrales y pruebas estadísticas.

La recolección de datos referentes a la llegada de camiones, se realizó los días 27,29,30 de mayo los datos recabados se presentan en el anexo A. calculando a cada muestra su media y desviación típica, de donde se obtiene el siguiente resumen estadístico.

Lunes 27:	n = 127	$\bar{x} = 4.60$ min	s = 7.26 min
Miércoles 29:	n = 127	$\bar{x} = 4.78$ min	s = 5.91 min
Jueves 30:	n = 73	$\bar{x} = 7.76$ min	s = 8.18 min

Posteriormente de este resumen estadístico se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las muestras provienen de una misma población los resultados de la prueba son:

Kruskal-Wallis analysis of lumierju by rangos

Level	Sample Size	Average Rank
-------	-------------	--------------

1	127	143.394
2	127	162.268
3	73	202.863

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Test statistic = 18.7154 Significance level = 8.62972E-5

TABLA II.3

Podemos hacer notar en este bloque de muestreo, que las condiciones mencionadas anteriormente no se cumplen, es decir, las medias no son iguales ya que ya que  $H = 18.7154$  y Ji-Cuadrada es igual a 5.99 con alfa = 0.05.

Pensando en que la información obtenida no era suficiente para el análisis de una situación tan compleja se proyectó otra sesión de muestreo durante otra semana.

Los días 1,8,9,10,11,12 de Julio se realizó un nuevo muestreo de llegadas a patios, cuyos datos obtenidos se presentan en el anexo A.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de bondad de ajuste del tiempo entre llegadas a una

distribución Erlang por ser la distribución típica en estos casos y las gráficas de los mismos.

Se les aplicó la prueba Ji-Cuadrada y de Kolmogorov-Smirnov con  $\alpha = 0.05$

Lunes 8 de Julio de 1991

Estimated parameters: 5.5769  
Chi\*2 Goodness-of-fit Statistic = 7.5498 with 4 degrees of freedom.  
Probability of a larger value = 0.10953

The Kolmogorov-Smirnov test  
Estimated Kolmogorov statistic dplus = 0.15385  
Estimated Kolmogorov statistic dminus = 0.041477  
Estimated overall statistic DN = 0.15385  
Approximate significance level = 0.014553

Martes 9 de Julio de 1991

Estimated parameters: 5.6262  
Chi\*2 goodness-of-fit statistic = 8.0886 with 6 degrees of freedom probability of a larger value = 0.23168

The Kolmogorov-Smirnov test  
Estimated Kolmogorov statistic dplus = 0.14557  
Estimated Kolmogorov statistic dminus = 0.060037  
Estimated overall statistic DN = 0.14557  
Approximate significance level = 0.021457

Miércoles 10 de Julio de 1991

Estimated parameters: 5.8515  
Chi\*2 goodness-of-fit statistic = 3.7014 with 4 degrees of freedom probability of a larger value = 0.44793

The Kolmogorov-Smirnov test  
Estimated Kolmogorov statistic dplus = 0.13624  
Estimated Kolmogorov statistic dminus = 0.048181  
Estimated overall statistic DN = 0.13624  
Approximate significance level = 0.04707

Jueves 11 de Julio de 1991

Estimated parameters: 5.2124  
Chi\*2 goodness-of-fit statistic = 17.189 with 5 degrees of freedom probability of a larger value = 4.1542E-3

The Kolmogorov-Smirnov test  
Estimated Kolmogorov statistic dplus = 0.19711

Estimated Kolmogorov statistic dminus = 0.068104  
 Estimated overall statistic DN = 0.19711  
 Approximate significance level = 3.0732E-4  
 Viernes 12 de Julio de 1991

Estimated parameters: 6.5882  
 Chi\*2 goodness-of-fit statistic = 17.127 with 6 degrees of freedom probability of a larger value = 8.8265E-3

The Kolmogorov-Smirnov test

Estimated Kolmogorov statistic dplus = 0.12834  
 Estimated Kolmogorov statistic dminus = 0.067784  
 Estimated overall statistic DN = 0.12834  
 Approximate significance level = 0.12159

Vemos que en los días 8,9,10, la prueba Ji-Cuadrada acepta el ajuste a una distribución Erlang y la prueba Kolmogorov-Smirnov la rechaza. Para el día 11 ambas pruebas rechazan el ajuste. Para el día 12 la prueba Ji-Cuadrada rechaza el ajuste y la prueba Kolmogorov-Smirnov lo acepta. Tratando de evitar incurrir en el error tipo II (aceptar una hipótesis falsa) se rechaza la hipótesis de que el tiempo entre llegadas tiene distribución Erlang.

A los datos obtenidos en el muestreo de tiempo de servicio en máquinas se les calculó su media aritmética y desviación típica muestral generando el siguiente resumen estadístico.

Maq. 3	n = 60	$\bar{x} = 12.96$ min	s = 8.07 min
Maq. 5	n = 37	$\bar{x} = 12.24$ min	s = 5.00 min
Maq. 6	n = 24	$\bar{x} = 14.83$ min	s = 7.66 min

Se aplicó un análisis de varianza a una muestra de 121 datos con la prueba de Kruskal-Wallis donde el estadístico  $H = 8.57$  con Ji-Cuadrada igual a 5.99 donde alfa es 0.05 y  $gl = 2$ , de donde se rechaza la hipótesis de que las medias son iguales.

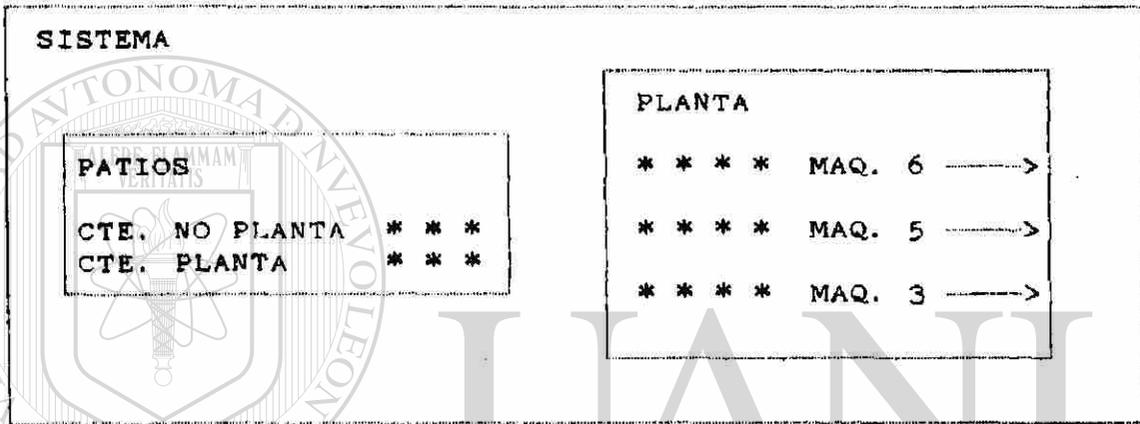
Este análisis estadístico nos permite observar que la construcción y manejo de un modelo matemático resulta complicada, si a esto se añade el que un cliente puede cargar en más de una máquina (mixtos) dificulta la manipulación del modelo matemático, por ello se descarta el uso de dicho modelo y se procede a estudiar el sistema de espera mediante simulación.

II.4 Establecimiento del Modelo de Simulación.

II.4.1 Simulación

Para poder establecer el modelo de simulación, utilizaremos el procedimiento indicado en el capítulo I.

A estas alturas, ya tenemos una visión más completa del problema, de tal manera que el sistema de espera se puede resumir en: Dos filas, una de choferes de planta los cuales tienen prioridad y la otra de choferes de no planta, los cuales son atendidos por tres servidores que son las máquinas 3,5,6. ver diagrama:



Las variables por determinarse son: El patrón de llegadas a patios y el patrón de servicio, en el análisis estadístico se observó que la primera de estas variables no se ajusta a ninguna distribución teórica por lo que se decidió utilizar la distribución empírica en la simulación. Con respecto a el patrón de servicio es necesario inferir la distribución del tiempo de servicio para cada máquina ya que en el análisis estadístico se obtuvo que sus distribuciones son diferentes.

Para complementar los datos ya obtenidos se realizó una nueva sesión muestreo del tiempo de servicio en máquinas los días 28 y 31 de mayo, también los días 24 y 25 de junio de 1991, la cual se presenta en el anexo B. Debemos aclarar que para implementar la simulación lo más cercano posible a la realidad, consideramos adecuado el manejo de tiempo de servicio por tonelada, es decir para cada cliente dividimos el tiempo total de servicio entre el tonelaje que lleva para obtener un tiempo de servicio por tonelada.

Como pretendemos inferir la distribución del tiempo de servicio por tonelada, se aplicaron las pruebas de bondad de ajuste a una distribución Erlang al los datos obtenidos (del 9 de mayo al 25 de junio de 1991), siendo las pruebas de Ji-Cuadrada y Kolmogorov-Smirnov, utilizando un valor de alfa de 0.05.

A continuación se presentan los resultados obtenidos y las graficas de ajuste.

	PRUEBA CHI-CUADRADA	PRUEBA KS
D. TEORICA	ERLANG	ERLANG
MAQ. 3	$\chi^2_{.05,4} = 9.49$	$D = 0.1724$
	$\chi^2_{cal} = 22.86$	$\alpha = 0.0245$
MAQ. 5	$\chi^2_{.05,6} = 12.59$	$D = 0.1612$
	$\chi^2_{cal} = 26.98$	$\alpha = 0.0254$
MAQ. 6	$\chi^2_{.05,4} = 9.49$	$D = 0.2254$
	$\chi^2_{cal} = 27.17$	$\alpha = 0.00549$

Observamos que en todas las máquinas ambas pruebas estadísticas rechazan el ajuste a una distribución Erlang. De lo anterior se determinó utilizar distribuciones empíricas para efectos de la simulación.

FIGURA 11.2 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

Y AJUSTE A UNA DISTRIBUCION ERLANG

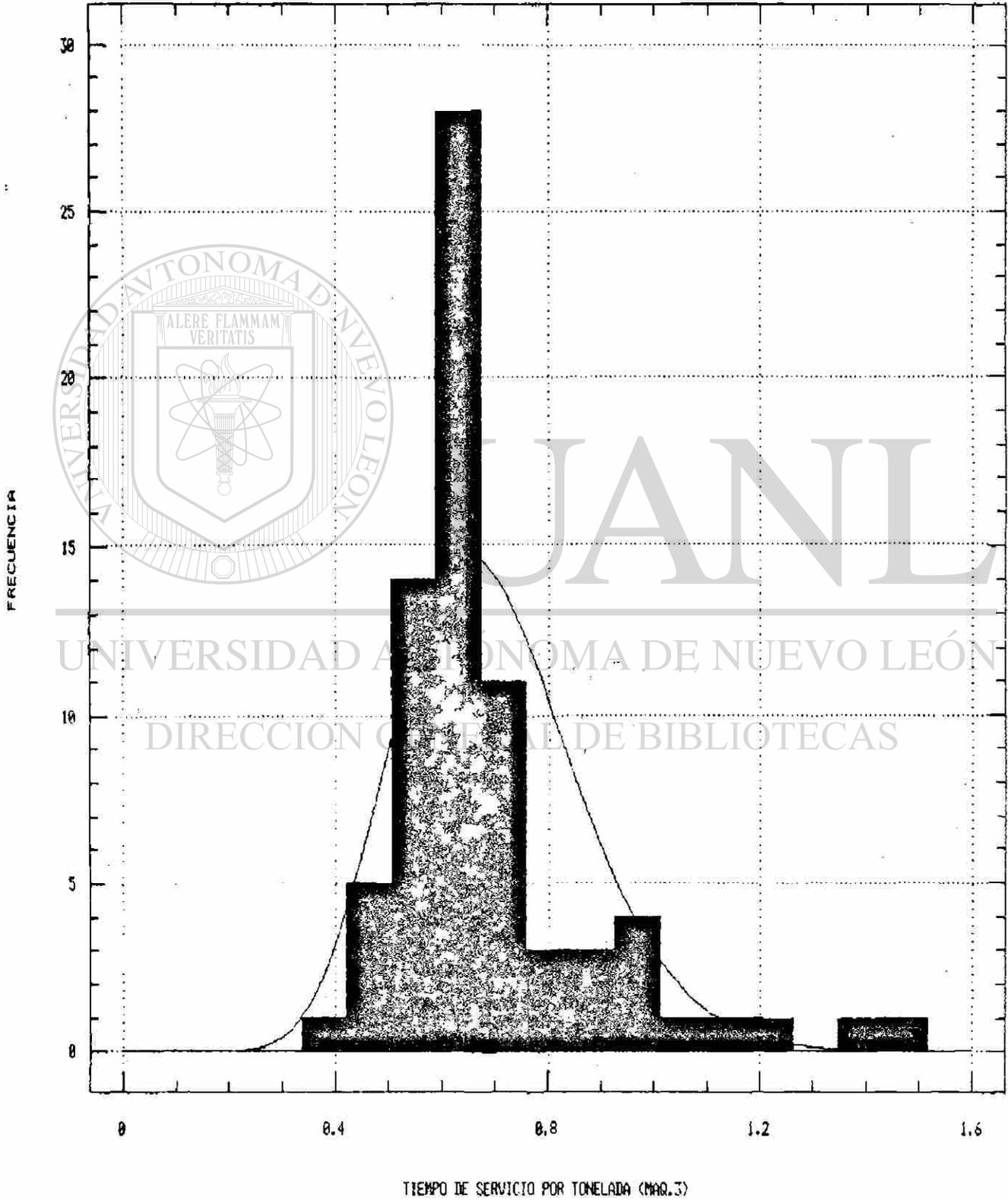


FIGURA 11.3 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA  
Y AJUSTE A UNA DISTRIBUCION ERLANG

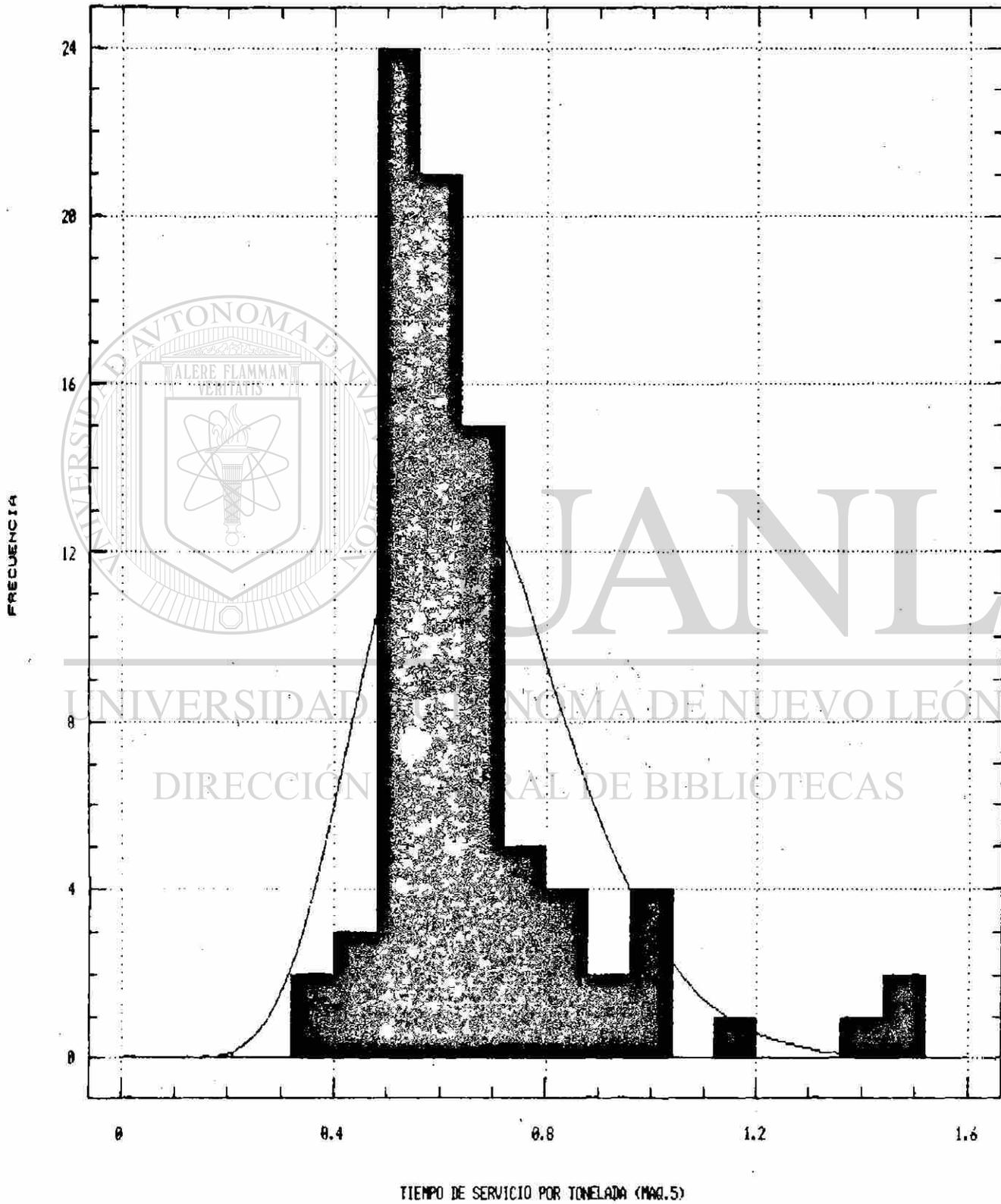
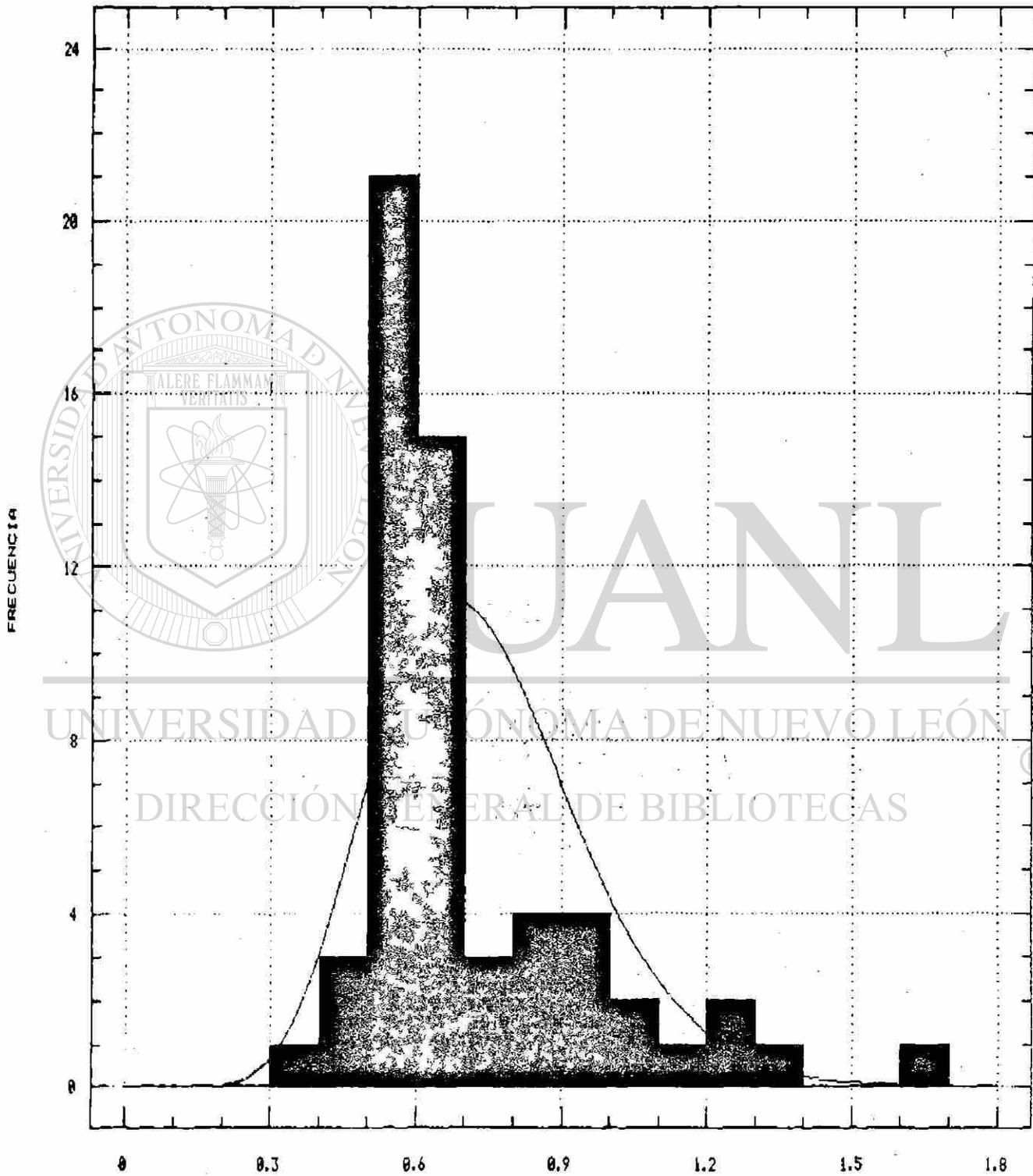


FIGURA 11.4 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

Y AJUSTE A UNA DISTRIBUCION ERLANG



TIEMPO DE SERVICIO POR TONELADA (MAQ.6)

### II.4.1.1 Distribución Empírica de Probabilidad de Llegadas.

Como se puede observar en los muestreos de llegadas a patios ( anexo A ), el comportamiento de 8 a 9 horas, es diferente al comportamiento de 12 a 13 horas, por lo tanto, utilizando una distribución general diaria se llegaría a resultados diferentes a lo observado y acatando el deseo de la planta en el sentido de simular el sistema lo más real posible; se decidió manejar una distribución de probabilidad para cada hora, las cuales son presentadas a continuación:

8 - 9 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.20000	0
0.20000 < A(I) <= 0.41760	1
0.41760 < A(I) <= 0.58820	2
0.58820 < A(I) <= 0.68820	3
0.68820 < A(I) <= 0.76470	4
0.76470 < A(I) <= 0.81760	5
0.81760 < A(I) <= 0.87060	6
0.87060 < A(I) <= 0.89410	7
0.89410 < A(I) <= 0.91760	8
0.91760 < A(I) <= 0.93520	9
0.93520 < A(I) <= 0.95290	10
0.95290 < A(I) <= 0.97060	11
0.97060 < A(I) <= 0.97650	12
0.97650 < A(I) <= 0.98230	14
0.98230 < A(I) <= 0.99410	15
0.99410 < A(I) <= 1.00000	16

9 - 10 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.18070	0
0.18070 < A(I) <= 0.39760	1
0.39760 < A(I) <= 0.52410	2
0.52410 < A(I) <= 0.67470	3
0.67470 < A(I) <= 0.74700	4
0.74700 < A(I) <= 0.77110	5
0.77110 < A(I) <= 0.83740	6
0.83740 < A(I) <= 0.86150	7
0.86150 < A(I) <= 0.86750	8
0.86750 < A(I) <= 0.90970	9
0.90970 < A(I) <= 0.91570	10
0.91570 < A(I) <= 0.93980	11
0.93980 < A(I) <= 0.95180	12
0.95180 < A(I) <= 0.96990	13
0.96990 < A(I) <= 0.98190	14
0.98190 < A(I) <= 0.99390	17

0.99390 < A(I) <= 1.00000

21

10 - 11 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.12410	0
0.12410 < A(I) <= 0.32850	1
0.32850 < A(I) <= 0.47450	2
0.47450 < A(I) <= 0.56940	3
0.56940 < A(I) <= 0.67890	4
0.67890 < A(I) <= 0.73730	5
0.73730 < A(I) <= 0.78840	6
0.78840 < A(I) <= 0.81760	7
0.81760 < A(I) <= 0.86140	8
0.86140 < A(I) <= 0.88330	9
0.88330 < A(I) <= 0.89790	10
0.89790 < A(I) <= 0.92710	12
0.92710 < A(I) <= 0.95630	13
0.95630 < A(I) <= 0.96360	14
0.96360 < A(I) <= 0.97090	15
0.97090 < A(I) <= 0.97820	16
0.97820 < A(I) <= 0.98550	17
0.98550 < A(I) <= 0.99280	20
0.99280 < A(I) <= 1.00000	21

11 - 12 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.09170	0
0.09170 < A(I) <= 0.25680	1
0.25680 < A(I) <= 0.43110	2
0.43110 < A(I) <= 0.48610	3
0.48610 < A(I) <= 0.57780	4
0.57780 < A(I) <= 0.64200	5
0.64200 < A(I) <= 0.68790	6
0.68790 < A(I) <= 0.73380	7
0.73380 < A(I) <= 0.80720	8
0.80720 < A(I) <= 0.85310	9
0.85310 < A(I) <= 0.88060	10
0.88060 < A(I) <= 0.90810	11
0.90810 < A(I) <= 0.92640	12
0.92640 < A(I) <= 0.93560	14
0.93560 < A(I) <= 0.95390	15
0.95390 < A(I) <= 0.96310	17
0.96310 < A(I) <= 0.97230	18
0.97230 < A(I) <= 0.98150	20
0.98150 < A(I) <= 0.99070	27
0.99070 < A(I) <= 1.00000	29

12 - 13 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.15690	0
0.15690 < A(I) <= 0.35300	1
0.35300 < A(I) <= 0.46080	2
0.46080 < A(I) <= 0.55880	3
0.55880 < A(I) <= 0.62740	4
0.62740 < A(I) <= 0.71560	5
0.71560 < A(I) <= 0.78420	6
0.78420 < A(I) <= 0.80380	7
0.80380 < A(I) <= 0.81360	8
0.81360 < A(I) <= 0.84300	9
0.84300 < A(I) <= 0.88220	10
0.88220 < A(I) <= 0.90180	11
0.90180 < A(I) <= 0.93120	12
0.93120 < A(I) <= 0.95080	15
0.95080 < A(I) <= 0.96060	16
0.96060 < A(I) <= 0.98020	17
0.98020 < A(I) <= 0.99000	23
0.99000 < A(I) <= 1.00000	24

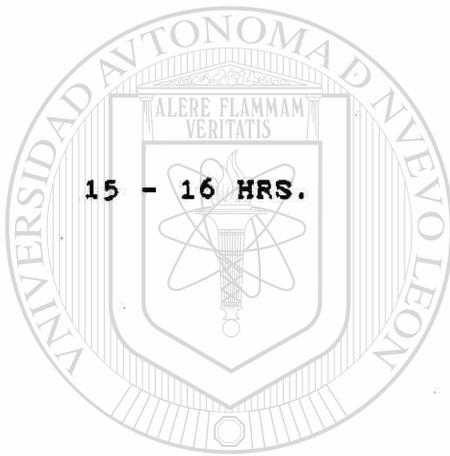
13 - 14 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.05360	0
0.05360 < A(I) <= 0.23220	1
0.23220 < A(I) <= 0.35720	2
0.35720 < A(I) <= 0.41080	3
0.41080 < A(I) <= 0.46440	4
0.46440 < A(I) <= 0.53580	5
0.53580 < A(I) <= 0.66080	6
0.66080 < A(I) <= 0.67870	7
0.67870 < A(I) <= 0.75010	8
0.75010 < A(I) <= 0.76800	9
0.76800 < A(I) <= 0.80370	10
0.80370 < A(I) <= 0.82160	11
0.82160 < A(I) <= 0.87520	12
0.87520 < A(I) <= 0.89310	14
0.89310 < A(I) <= 0.91100	19
0.91100 < A(I) <= 0.92890	21
0.92890 < A(I) <= 0.94680	24
0.94680 < A(I) <= 0.96470	28
0.96470 < A(I) <= 0.98260	30
0.98260 < A(I) <= 1.00000	51

14 - 15 HRS.

NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <= 0.02940	0
0.02940 < A(I) <= 0.11760	2

0.11760 < A(I) <=	0.17640	3
0.17640 < A(I) <=	0.26460	4
0.26460 < A(I) <=	0.32340	5
0.32340 < A(I) <=	0.35280	7
0.35280 < A(I) <=	0.44100	9
0.44100 < A(I) <=	0.47040	11
0.47040 < A(I) <=	0.55860	12
0.55860 < A(I) <=	0.58800	14
0.58800 < A(I) <=	0.61740	15
0.61740 < A(I) <=	0.64680	16
0.64680 < A(I) <=	0.67620	17
0.67620 < A(I) <=	0.70560	18
0.70560 < A(I) <=	0.73500	19
0.73500 < A(I) <=	0.76440	20
0.76440 < A(I) <=	0.79380	21
0.79380 < A(I) <=	0.82320	23
0.82320 < A(I) <=	0.85260	24
0.85260 < A(I) <=	0.88200	26
0.88200 < A(I) <=	0.91140	27
0.91140 < A(I) <=	0.94080	32
0.94080 < A(I) <=	0.97020	44
0.97020 < A(I) <=	1.00000	51



	NUMERO ALEATORIO	MINUTOS
0.00000 < A(I) <=	0.11190	0
0.11190 < A(I) <=	0.32090	1
0.32090 < A(I) <=	0.45520	2
0.45520 < A(I) <=	0.55970	3
0.55970 < A(I) <=	0.61940	4
0.61940 < A(I) <=	0.69400	5
0.69400 < A(I) <=	0.77610	6
0.77610 < A(I) <=	0.82090	7
0.82090 < A(I) <=	0.82840	8
0.82840 < A(I) <=	0.85080	9
0.85080 < A(I) <=	0.88070	10
0.88070 < A(I) <=	0.90310	11
0.90310 < A(I) <=	0.92550	12
0.92550 < A(I) <=	0.94790	13
0.94790 < A(I) <=	0.95540	14
0.95540 < A(I) <=	0.97030	15
0.97030 < A(I) <=	0.97780	16
0.97780 < A(I) <=	0.98530	17
0.98530 < A(I) <=	0.99280	20
0.99280 < A(I) <=	1.00000	23

16 - 17 HRS.

NUMERO ALEATORIO		MINUTOS
0.00000	< A(I) <= 0.12240	0
0.12240	< A(I) <= 0.23460	1
0.23460	< A(I) <= 0.34680	2
0.34680	< A(I) <= 0.41820	3
0.41820	< A(I) <= 0.54060	4
0.54060	< A(I) <= 0.63240	5
0.63240	< A(I) <= 0.69360	6
0.69360	< A(I) <= 0.73440	7
0.73440	< A(I) <= 0.74460	8
0.74460	< A(I) <= 0.77520	9
0.77520	< A(I) <= 0.81600	10
0.81600	< A(I) <= 0.84660	11
0.84660	< A(I) <= 0.87720	12
0.87720	< A(I) <= 0.89760	13
0.89760	< A(I) <= 0.91800	14
0.91800	< A(I) <= 0.92820	16
0.92820	< A(I) <= 0.93840	17
0.93840	< A(I) <= 0.94860	18
0.94860	< A(I) <= 0.95880	20
0.95880	< A(I) <= 0.96900	21
0.96900	< A(I) <= 0.97920	22
0.97920	< A(I) <= 0.98940	24
0.98940	< A(I) <= 1.00000	47

17 - 18 HRS.

NUMERO ALEATORIO		MINUTOS
0.00000	< A(I) <= 0.09380	0
0.09380	< A(I) <= 0.26570	1
0.26570	< A(I) <= 0.34380	2
0.34380	< A(I) <= 0.40630	3
0.40630	< A(I) <= 0.43760	4
0.43760	< A(I) <= 0.54700	5
0.54700	< A(I) <= 0.62510	6
0.62510	< A(I) <= 0.64070	7
0.64070	< A(I) <= 0.73450	8
0.73450	< A(I) <= 0.75010	9
0.75010	< A(I) <= 0.76570	10
0.76570	< A(I) <= 0.79700	12
0.79700	< A(I) <= 0.81260	13
0.81260	< A(I) <= 0.84390	14
0.84390	< A(I) <= 0.85950	15
0.85950	< A(I) <= 0.89080	16
0.89080	< A(I) <= 0.90640	17
0.90640	< A(I) <= 0.92200	18
0.92200	< A(I) <= 0.93760	22
0.93760	< A(I) <= 0.95320	23
0.95320	< A(I) <= 0.96880	32
0.96880	< A(I) <= 0.98440	39
0.98440	< A(I) <= 1.00000	48

El muestreo general de llegadas se desglosa hora por hora identificando primeramente el tipo de chofer, calculando para cada uno de ellos la frecuencia relativa del: tipo de producto y tonelaje. Esta frecuencia relativa se tomó como la probabilidad de que dicho evento ocurriera.

De esto, se generaron los siguientes resultados:

8 - 9 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.00000 < A(I) <= 0.12170

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 0.56520	ES CEMENTO GRIS
0.56520 < A(I) <= 0.78260	ES CEMENTO BLANCO
0.78260 < A(I) <= 1.00000	ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.61530	10.00
0.61530 < A(I) <= 0.92300	20.00
0.92300 < A(I) <= 1.00000	40.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.80000	10.00
0.80000 < A(I) <= 1.00000	15.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.80000	5.00	5.00
0.80000 < A(I) <= 1.00000	8.00	2.00

8 - 9 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.12170 < A(I) <= 1

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 0.84940	ES CEMENTO GRIS
0.84940 < A(I) <= 0.91570	ES CEMENTO BLANCO
0.91570 < A(I) <= 1.00000	ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.02840	5.00
0.02840 < A(I) <= 0.25540	10.00
0.25540 < A(I) <= 0.49650	15.00
0.49650 < A(I) <= 0.79440	20.00
0.79440 < A(I) <= 0.81570	25.00
0.81570 < A(I) <= 0.89370	30.00
0.89370 < A(I) <= 0.96460	35.00
0.96460 < A(I) <= 1.00000	40.00

CEMENTO BLANCO		TONELAJE
0.00000 < A(I) <=	0.09090	1.00
0.09090 < A(I) <=	0.18180	2.00
0.18180 < A(I) <=	0.36360	3.00
0.36360 < A(I) <=	0.54540	15.00
0.54540 < A(I) <=	0.63630	20.00
0.63630 < A(I) <=	0.72720	32.00
0.72720 < A(I) <=	1.00000	40.00

	CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <=	0.07140	16.00	1.00
0.07140 < A(I) <=	0.21430	16.00	2.00
0.21430 < A(I) <=	0.28570	20.00	20.00
0.28570 < A(I) <=	0.42850	1.00	2.00
0.42850 < A(I) <=	0.49990	14.00	4.00
0.49990 < A(I) <=	0.57130	38.00	2.00
0.57130 < A(I) <=	0.64270	19.00	1.00
0.64270 < A(I) <=	0.71410	17.00	2.00
0.71410 < A(I) <=	0.78550	14.00	2.00
0.78550 < A(I) <=	0.85690	15.00	2.00
0.85690 < A(I) <=	0.92830	15.00	15.00
0.92830 < A(I) <=	1.00000	25.00	10.00

9 - 10 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.00000 < A(I) <= 0.25310

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 0.82930 ES CEMENTO GRIS  
0.82930 < A(I) <= 0.90240 ES CEMENTO BLANCO  
0.90240 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.02860	5.00
0.02860 < A(I) <= 0.45720	10.00
0.45720 < A(I) <= 0.54290	15.00
0.54290 < A(I) <= 1.00000	20.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 1.00000	10.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.50000	9.00	1.00
0.50000 < A(I) <= 0.75000	20.00	1.00
0.75000 < A(I) <= 1.00000	5.00	5.00

9 - 10 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.25310 < A(I) <= 1

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 0.83470	ES CEMENTO GRIS
0.83470 < A(I) <= 0.91730	ES CEMENTO BLANCO
0.91730 < A(I) <= 1.00000	ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS		TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.01000		5.00
0.01000 < A(I) <= 0.29710		10.00
0.29710 < A(I) <= 0.50500		15.00
0.50500 < A(I) <= 0.72280		20.00
0.72280 < A(I) <= 0.76240		25.00
0.76240 < A(I) <= 0.87130		30.00
0.87130 < A(I) <= 0.90100		35.00
0.90100 < A(I) <= 1.00000		40.00

CEMENTO BLANCO		TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.30000		1.00
0.30000 < A(I) <= 0.40000		3.00
0.40000 < A(I) <= 0.50000		4.00
0.50000 < A(I) <= 0.70000		30.00
0.70000 < A(I) <= 0.80000		32.00
0.80000 < A(I) <= 0.90000		40.00
0.90000 < A(I) <= 1.00000		42.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.10000	1.00	2.00
0.10000 < A(I) <= 0.20000	2.00	1.00
0.20000 < A(I) <= 0.40000	3.00	1.00
0.40000 < A(I) <= 0.50000	8.00	8.00
0.50000 < A(I) <= 0.60000	10.00	8.00
0.60000 < A(I) <= 0.70000	10.00	10.00
0.70000 < A(I) <= 0.80000	16.00	2.00
0.80000 < A(I) <= 0.90000	27.00	9.00
0.90000 < A(I) <= 1.00000	35.00	5.00

10 - 11 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.00000 < A(I) <= 0.15330

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 0.90480	ES CEMENTO GRIS
0.90480 < A(I) <= 1.00000	ES CEMENTO BLANCO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE		TONELAJE	
CEMENTO GRIS			
0.00000 < A(I) <=	0.05260	5.00	
0.05260 < A(I) <=	0.57890	10.00	
0.57890 < A(I) <=	0.94730	20.00	
0.94730 < A(I) <=	1.00000	35.00	
CEMENTO BLANCO		TONELAJE	
0.00000 < A(I) <=	0.50000	8.00	
0.50000 < A(I) <=	1.00000	10.00	
CEMENTO MIXTO		TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <=	1.00000	0.00	0.00

10 - 11 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.15330 < A(I) <= 1

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 0.87930 ES CEMENTO GRIS  
0.87930 < A(I) <= 0.94830 ES CEMENTO BLANCO  
0.94830 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE		TONELAJE	
CEMENTO GRIS			
0.00000 < A(I) <=	0.01960	5.00	
0.01960 < A(I) <=	0.36270	10.00	
0.36270 < A(I) <=	0.63720	15.00	
0.63720 < A(I) <=	0.90190	20.00	
0.90190 < A(I) <=	0.91170	25.00	
0.91170 < A(I) <=	0.93130	30.00	
0.93130 < A(I) <=	0.97050	35.00	
0.97050 < A(I) <=	0.98030	40.00	
0.98030 < A(I) <=	1.00000	45.00	

CEMENTO BLANCO		TONELAJE	
0.00000 < A(I) <=	0.12500	2.00	
0.12500 < A(I) <=	0.25000	3.00	
0.25000 < A(I) <=	0.50000	4.00	
0.50000 < A(I) <=	0.62500	5.00	
0.62500 < A(I) <=	0.75000	10.00	
0.75000 < A(I) <=	1.00000	20.00	

CEMENTO MIXTO		TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <=	0.16670	10.00	2.00
0.16670 < A(I) <=	0.33340	20.00	5.00
0.33340 < A(I) <=	0.50010	20.00	10.00
0.50010 < A(I) <=	0.66680	14.00	4.00
0.66680 < A(I) <=	0.83350	19.00	1.00
0.83350 < A(I) <=	1.00000	27.00	3.00

11 - 12 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.00000 < A(I) < = 0.10740

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) < = 0.92310 ES CEMENTO GRIS  
0.92310 < A(I) < = 1.00000 ES CEMENTO BLANCO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS	TONELAJE
0.00000 < A(I) < = 0.08330	5.00
0.08330 < A(I) < = 0.33330	10.00
0.33330 < A(I) < = 0.91660	20.00
0.91660 < A(I) < = 1.00000	40.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) < = 1.00000	10.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE GRIS      BLANCO
0.00000 < A(I) < = 1.00000	0.00      0.00

11 - 12 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.10740 < A(I) < = 1

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) < = 0.87960 ES CEMENTO GRIS  
0.87960 < A(I) < = 0.96290 ES CEMENTO BLANCO  
0.96290 < A(I) < = 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS	TONELAJE
0.00000 < A(I) < = 0.06320	5.00
0.06320 < A(I) < = 0.42110	10.00
0.42110 < A(I) < = 0.56850	15.00
0.56850 < A(I) < = 0.82110	20.00
0.82110 < A(I) < = 0.84220	30.00
0.84220 < A(I) < = 0.91590	35.00
0.91590 < A(I) < = 0.97910	40.00
0.97910 < A(I) < = 1.00000	45.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) < = 0.11110	2.00
0.11110 < A(I) < = 0.22220	5.00
0.22220 < A(I) < = 0.44440	10.00
0.44440 < A(I) < = 0.55550	12.00
0.55550 < A(I) < = 0.66660	20.00
0.66660 < A(I) < = 0.88880	40.00
0.88880 < A(I) < = 1.00000	42.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.25000	7.00	1.00
0.25000 < A(I) <= 0.50000	17.00	3.00
0.50000 < A(I) <= 0.75000	20.00	10.00
0.75000 < A(I) <= 1.00000	18.00	2.00

12 - 13 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.00000 < A(I) < = 0.25240

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO GRIS

TIPO DE CARGA Y TONELAJE	
CEMENTO GRIS	
0.00000 < A(I) <= 0.11540	TONELAJE 5.00
0.11540 < A(I) <= 0.65390	10.00
0.65390 < A(I) <= 0.76930	15.00
0.76930 < A(I) <= 0.92310	20.00
0.92310 < A(I) <= 1.00000	40.00
CEMENTO BLANCO	
0.00000 < A(I) <= 1.00000	TONELAJE 0.00
CEMENTO MIXTO	
0.00000 < A(I) <= 1.00000	TONELAJE GRIS 0.00 BLANCO 0.00

12 - 13 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.25240 < A(I) < = 1

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 0.90910 ES CEMENTO GRIS  
0.90910 < A(I) <= 0.94810 ES CEMENTO BLANCO  
0.94810 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE	
CEMENTO GRIS	
0.00000 < A(I) <= 0.02860	TONELAJE 1.00
0.02860 < A(I) <= 0.07150	5.00
0.07150 < A(I) <= 0.25720	10.00
0.25720 < A(I) <= 0.40000	15.00
0.40000 < A(I) <= 0.74290	20.00
0.74290 < A(I) <= 0.75720	25.00
0.75720 < A(I) <= 0.85720	30.00
0.85720 < A(I) <= 0.90010	35.00
0.90010 < A(I) <= 1.00000	40.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.33330	15.00
0.33330 < A(I) <= 1.00000	40.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.25000	10.00	8.00
0.25000 < A(I) <= 0.50000	10.00	10.00
0.50000 < A(I) <= 0.75000	12.00	3.00
0.75000 < A(I) <= 1.00000	25.00	10.00

13 - 14 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.00000 < A(I) < = 0.25000

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO GRIS

TIPO DE CARGA Y TONELAJE		TONELAJE
CEMENTO GRIS		
0.00000 < A(I) <= 0.57140		10.00
0.57140 < A(I) <= 0.78570		15.00
0.78570 < A(I) <= 0.85710		20.00
0.85710 < A(I) <= 1.00000		35.00

CEMENTO BLANCO	TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 1.00000	0.00

CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 1.00000	0.00	0.00

13 - 14 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO  
0.25000 < A(I) < = 1

TIPO DE PRODUCTO  
0.00000 < A(I) <= 0.95240 ES CEMENTO GRIS  
0.95240 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE		TONELAJE
CEMENTO GRIS		
0.00000 < A(I) <= 0.35000		10.00
0.35000 < A(I) <= 0.60000		15.00
0.60000 < A(I) <= 0.90000		20.00
0.90000 < A(I) <= 0.92500		25.00
0.92500 < A(I) <= 0.97500		35.00
0.97500 < A(I) <= 1.00000		40.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00

CEMENTO MIXTO TONELAJE  
 GRIS BLANCO  
 0.00000 < A(I) <= 0.50000 16.00 2.00  
 0.50000 < A(I) <= 1.00000 25.00 10.00

14 - 15 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.00000 < A(I) < = 0.05550

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO GRIS

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.50000 10.00  
 0.50000 < A(I) <= 1.00000 17.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00

CEMENTO MIXTO TONELAJE  
 GRIS BLANCO  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00 0.00

14 - 15 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.05550 < A(I) < = 1

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 0.97060 ES CEMENTO GRIS  
 0.97060 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO BLANCO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.03030 5.00  
 0.03030 < A(I) <= 0.48480 10.00  
 0.48480 < A(I) <= 0.78780 15.00  
 0.78780 < A(I) <= 0.87870 20.00  
 0.87870 < A(I) <= 0.90900 30.00  
 0.90900 < A(I) <= 0.93940 35.00  
 0.93940 < A(I) <= 1.00000 40.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 20.00

CEMENTO MIXTO  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000

TONELAJE  
 GRIS BLANCO  
 0.00 0.00

15 - 16 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.00000 < A(I) <= 0.07810

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO GRIS

TIPO DE CARGA Y TONELAJE  
 CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.20000 10.00  
 0.20000 < A(I) <= 0.30000 13.00  
 0.30000 < A(I) <= 0.50000 20.00  
 0.50000 < A(I) <= 1.00000 40.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00

CEMENTO MIXTO TONELAJE  
 GRIS BLANCO  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00 0.00

15 - 16 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.07810 < A(I) <= 1

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 0.86440 ES CEMENTO GRIS  
 0.86440 < A(I) <= 0.94070 ES CEMENTO BLANCO  
 0.94070 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE  
 CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.02940 5.00  
 0.02940 < A(I) <= 0.24510 10.00  
 0.24510 < A(I) <= 0.44120 15.00  
 0.44120 < A(I) <= 0.73530 20.00  
 0.73530 < A(I) <= 0.74500 25.00  
 0.74500 < A(I) <= 0.81360 30.00  
 0.81360 < A(I) <= 0.87240 35.00  
 0.87240 < A(I) <= 1.00000 40.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.11110 1.00  
 0.11110 < A(I) <= 0.22220 3.00  
 0.22220 < A(I) <= 0.44440 30.00

0.44440 < A(I) <= 0.66660 35.00  
 0.66660 < A(I) <= 1.00000 40.00

	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
CEMENTO MIXTO		
0.00000 < A(I) <= 0.14290	2.00	1.00
0.14290 < A(I) <= 0.28580	7.00	2.00
0.28580 < A(I) <= 0.42870	18.00	2.00
0.42870 < A(I) <= 0.57160	20.00	20.00
0.57160 < A(I) <= 0.71450	28.00	2.00
0.71450 < A(I) <= 0.85740	35.00	5.00
0.85740 < A(I) <= 1.00000	39.00	1.00

16 - 17 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.00000 < A(I) <= 0.11360

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 0.50000 ES CEMENTO GRIS  
 0.50000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE  
 CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.40000 20.00  
 0.40000 < A(I) <= 0.60000 35.00  
 0.60000 < A(I) <= 1.00000 40.00

CEMENTO BLANCO TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 1.00000 0.00

---

	TONELAJE	
	GRIS	BLANCO
CEMENTO MIXTO		
0.00000 < A(I) <= 0.60000	38.00	2.00
0.60000 < A(I) <= 0.80000	35.00	5.00
0.80000 < A(I) <= 1.00000	37.00	3.00

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

16 - 17 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
 ALEATORIO  
 0.11360 < A(I) <= 1

TIPO DE PRODUCTO  
 0.00000 < A(I) <= 0.82050 ES CEMENTO GRIS  
 0.82050 < A(I) <= 0.94870 ES CEMENTO BLANCO  
 0.94870 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE  
 CEMENTO GRIS TONELAJE  
 0.00000 < A(I) <= 0.06250 5.00  
 0.06250 < A(I) <= 0.29690 10.00  
 0.29690 < A(I) <= 0.46880 15.00

0.46880 < A(I) <= 0.71880	20.00
0.71880 < A(I) <= 0.73440	25.00
0.73440 < A(I) <= 0.79690	30.00
0.79690 < A(I) <= 0.84380	35.00
0.84380 < A(I) <= 0.98440	40.00
0.98440 < A(I) <= 1.00000	45.00

CEMENTO BLANCO		TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.10000		2.00
0.10000 < A(I) <= 0.20000		3.00
0.20000 < A(I) <= 0.40000		4.00
0.40000 < A(I) <= 0.60000		20.00
0.60000 < A(I) <= 0.70000		30.00
0.70000 < A(I) <= 0.80000		35.00
0.80000 < A(I) <= 1.00000		40.00

CEMENTO MIXTO		TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 0.20000		10.00	10.00
0.20000 < A(I) <= 0.40000		16.00	2.00
0.40000 < A(I) <= 0.60000		15.00	5.00
0.60000 < A(I) <= 1.00000		35.00	5.00

17 - 18 HRS.

CLIENTE PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.00000 < A(I) <= 0.23940

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO GRIS

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS		TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 0.11760		20.00
0.11760 < A(I) <= 1.00000		40.00

CEMENTO BLANCO		TONELAJE
0.00000 < A(I) <= 1.00000		0.00

CEMENTO MIXTO		TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <= 1.00000		0.00	0.00

17 - 18 HRS.

CLIENTE NO PLANTA

NUMERO  
ALEATORIO

0.23940 < A(I) <= 1

TIPO DE PRODUCTO

0.00000 < A(I) <= 0.88890 ES CEMENTO GRIS  
0.88890 < A(I) <= 0.94450 ES CEMENTO BLANCO

0.94450 < A(I) <= 1.00000 ES CEMENTO MIXTO

TIPO DE CARGA Y TONELAJE

CEMENTO GRIS		TONELAJE
0.00000 < A(I) <=	0.02090	5.00
0.02090 < A(I) <=	0.20840	10.00
0.20840 < A(I) <=	0.33340	15.00
0.33340 < A(I) <=	0.54170	20.00
0.54170 < A(I) <=	0.58340	25.00
0.58340 < A(I) <=	0.66670	30.00
0.66670 < A(I) <=	0.81250	35.00
0.81250 < A(I) <=	1.00000	40.00

CEMENTO BLANCO		TONELAJE
0.00000 < A(I) <=	0.33330	4.00
0.33330 < A(I) <=	0.66660	30.00
0.66660 < A(I) <=	1.00000	35.00

	CEMENTO MIXTO	TONELAJE	
		GRIS	BLANCO
0.00000 < A(I) <=	0.33330	18.00	2.00
0.33330 < A(I) <=	0.66660	20.00	20.00
0.66660 < A(I) <=	1.00000	25.00	15.00

II.4.1.2.- Distribución Empírica del Tiempo de Servicio (Máquinas).

Partiendo de la idea de que la máquina tiene el mismo patrón de comportamiento a cualquier hora y día de la semana, agrupamos toda la información de cada máquina en una distribución empírica.

Obteniendo las siguientes distribuciones:

Distribución del tiempo de servicio por tonelada para la máquina 6.

NUMERO ALEATORIO		NUMERO ALEATORIO
0.00 < A(I) <= 0.07	entonces	$t = A(I)/0.412 + 0.395$
0.07 < A(I) <= 0.75	entonces	$t = A(I)/4.000 + 0.547$
0.75 < A(I) <= 0.89	entonces	$t = A(I)/0.823 - 0.176$
0.89 < A(I) <= 0.95	entonces	$t = A(I)/0.353 - 1.614$
0.95 < A(I) <= 0.98	entonces	$t = A(I)/0.176 - 4.318$
0.98 < A(I) <= 1.00	entonces	$t = A(I)/0.118 - 7.059$

Distribución del tiempo de servicio por tonelada para la máquina 5.

NUMERO ALEATORIO		NUMERO ALEATORIO
$0.00 < A(I) \leq 0.22$	entonces	$t = A(I)/1.100 + 0.325$
$0.22 < A(I) \leq 0.68$	entonces	$t = A(I)/2.300 + 0.429$
$0.68 < A(I) \leq 0.85$	entonces	$t = A(I)/0.850 - 0.750$
$0.85 < A(I) \leq 0.93$	entonces	$t = A(I)/0.400 - 1.200$
$0.93 < A(I) \leq 1.00$	entonces	$t = A(I)/0.175 - 4.184$

Distribución del tiempo de servicio por tonelada para la máquina 3.

NUMERO ALEATORIO		NUMERO ALEATORIO
$0.00 < A(I) \leq 0.04$	entonces	$t = A(I)/0.400 + 0.395$
$0.04 < A(I) \leq 0.30$	entonces	$t = A(I)/2.600 + 0.480$
$0.30 < A(I) \leq 0.69$	entonces	$t = A(I)/3.900 + 0.518$
$0.69 < A(I) \leq 0.82$	entonces	$t = A(I)/1.300 + 0.163$
$0.82 < A(I) \leq 0.92$	entonces	$t = A(I)/1.000 - 0.250$
$0.92 < A(I) \leq 0.96$	entonces	$t = A(I)/0.400 - 1.405$
$0.96 < A(I) \leq 0.97$	entonces	$t = A(I)/0.100 - 8.600$
$0.97 < A(I) \leq 0.99$	entonces	$t = A(I)/0.200 - 3.755$
$0.99 < A(I) \leq 1.00$	entonces	$t = A(I)/0.100 - 8.700$

Para simplificar el modelo de simulación tomaremos como hipótesis:

\* La distribución del tiempo entre llegadas por hora es igual para todos los días de la semana.

\* Al iniciar la jornada a las 8:00 hrs. se observó que había uno o dos clientes esperando. Además la oficina de ventas comienza sus labores a las 8:00 A.M., por lo tanto, se tomaron como condiciones iniciales cero clientes en espera.

\* Para la máquina de cemento blanco ( máquina cuatro ) se supondrán las mismas distribuciones de tiempo de servicio por tonelada que tiene la máquina tres, puesto que sus condiciones técnicas son muy similares y no se obtuvieron datos suficientes para realizar su distribución.

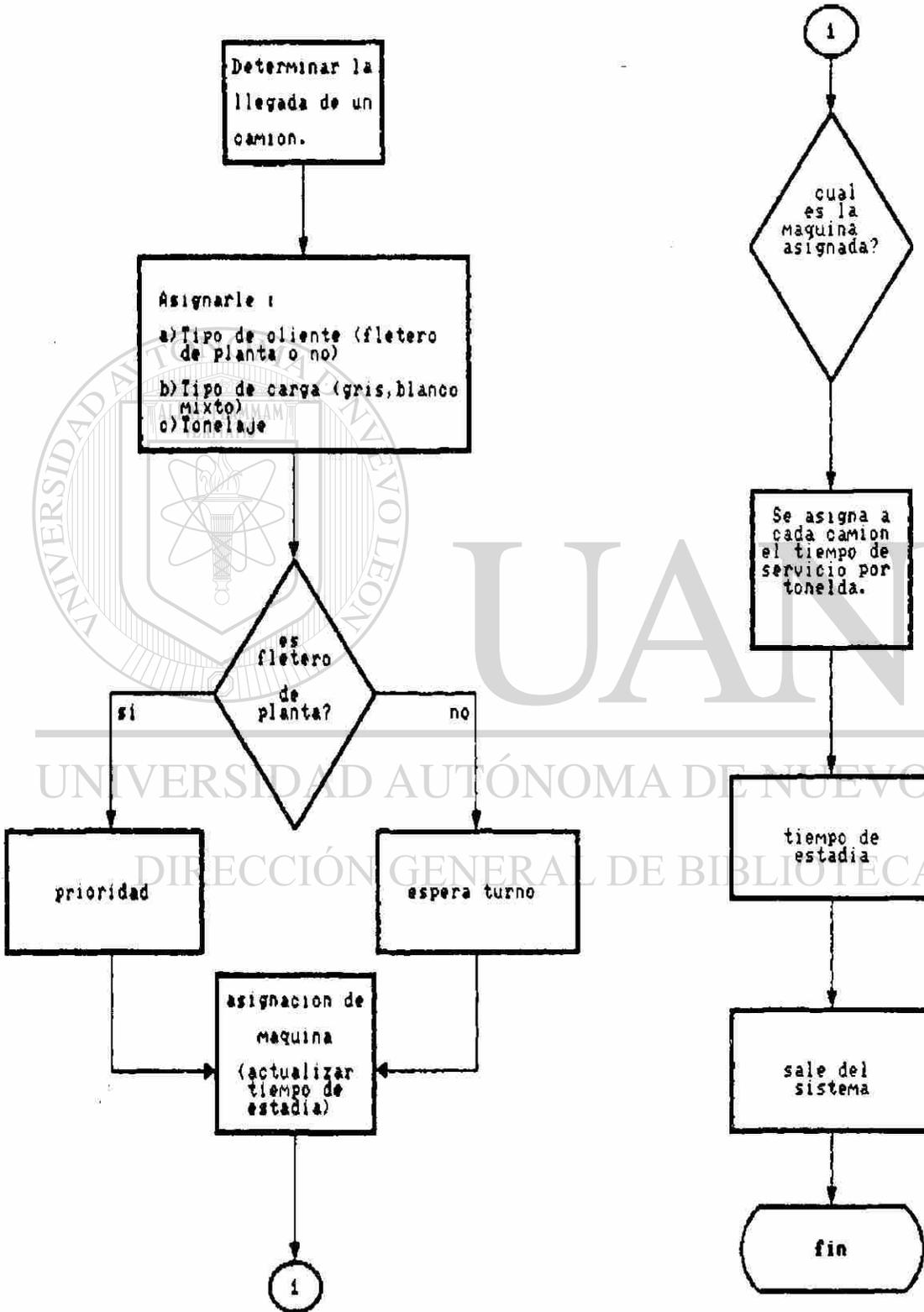
\* Después de las 14:00 hrs. deja de funcionar una de las máquinas de cemento gris puede ser la máquina 5 o la 6. (Esto por política de la empresa)

\* Las máquinas no se detienen por fallas.

11.5.- IMPLEMENTACION DEL MODELO DE SIMULACION

11.5.1.- Diagrama de Flujo

El programa de computadora se realizara tomado como base el siguiente diagrama de flujo.



## II.5.2 Descripción del Sistema de Simulación.

La simulación se inicia con un menú principal el cual está formado por las siguientes opciones:

- \* Mantenimiento de archivos maestros.
- \* Proceso de simulación.

La opción de mantenimiento de archivos tiene como finalidad manejar altas, bajas, modificaciones y consultas a los archivos maestros del sistema, esta formado por seis programas:

### \* Tesis 01.

El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos CLIENTE.

### \* Tesis 02.

El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos PRODUCTO.

### \* Tesis 03.

El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos CARGA.

### \* Tesis 04.

~~El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos TIEMPOS.~~

### \* Tesis 05.

El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos MAQUINA.

### \* Tesis 06.

El cual sirve para realizar altas, bajas, modificaciones y consultas a la base de datos TIESER.

La segunda opción ( proceso de simulación ) consta de dos programas ( tesis 21 , tesis 23 ). el primero de ellos se utiliza para generar números aleatorios que son guardados en la base de datos NUMSALE.DBF.

El segundo programa es en si donde se ejecuta el proceso de simulación. en primera instancia se visualizan todas las máquinas del sistema con sus datos correspondientes:

- a) Número de máquina.
- b) Se encuentra o no habilitada.
- c) Hora de inicio de labores.
- d) Hora de fin de labores.
- e) Inicio del tiempo de receso para alimentos de estibadores.
- f) Duración del tiempo de receso ( 30 minutos).
- g) Tipo de cemento.

Esto con la finalidad de informar al usuario cuales son las condiciones iniciales de la simulación en ese momento y se le pregunta si desea iniciar la simulación, en caso de que la respuesta sea no, regresará al menú principal y podrá mediante la opción de mantenimiento de archivos cambiar las condiciones iniciales, en caso contrario, es decir, que la respuesta sea afirmativa en el archivo de máquinas se reemplazará por cero las variables:

- 1) Las variables clientes atendidos.
- 2) Toneladas despachadas.
- 3) Tiempo de ocio.

Además se seleccionarán únicamente las máquinas habilitadas para ese día de trabajo. Los archivos de resultados (RESUL,RESFIN,RES23) se limpiarán, es decir no quedará ningún registro en los archivos.

Posteriormente se procederá a ejecutar los siguientes pasos:

Paso 1)

Se lee un número aleatorio el cual fue guardado en la base de datos NUMSALE.DBF, ésta es una base de datos secuencial cuyos datos son empleados en la simulación para determinar a que hora llegó el cliente, que tipo de cliente es(planta o no planta), cual es el tipo de producto que lleva, el tonelaje que va a cargar y el tiempo de servicio de cada cliente en máquinas.

Paso 2)

Se define el tiempo de llegada de cada cliente, en este paso se utiliza el archivo TIEMPOS.DBF (cuyas llaves son hora y ls), este archivo nos sirve para almacenar los intervalos de las distribuciones empíricas hora por hora que generan los tiempos entre llegadas de los clientes, comparando los intervalos de las distribuciones con el número aleatorio leído. Dicho tiempo entre llegadas está calculado en minutos.

Paso 3)

Se verifica si ese tiempo de llegada es menor que las 18 horas, si esto ocurre se procede a realizar el paso 9.

Paso 4)

Se lee un número aleatorio para definir si el cliente es un cliente de planta o no planta, comparando las distribuciones empíricas que se guardan en el archivo maestro CLIENTE.DBF con el número aleatorio leído. También se utiliza el archivo CLIENTE.IDX cuya llave es hora.

Paso 5)

Para realizar este paso, se lee un número aleatorio que sirve para definir el tipo de producto que va a llevar el cliente comparándolo con la información almacenada en el archivo PRODUCTO.DBF la cual contiene las variables Lsgris, Lsblanco, Lsmixto que representan los intervalos de las distribuciones dependiendo de su hora de llegada y tipo de cliente.

Paso 6)

Se lee un número aleatorio el cual se compara con la base de datos CARGA esta base de datos contiene la información que sirve para determinar en cada hora la carga que llevará cada tipo de cliente en toneladas de cemento gris y en toneladas de cemento blanco, la cual se determina mediante la hora en que llega el cliente y un número aleatorio que nos definirá su carga comparándolo con los intervalos de la distribución empírica correspondiente.

Paso 7)

Se graban los datos en el archivo RESULT.DBF .

Paso 8)

Se regresa al paso 1.

Hasta este momento ya se determinó el número total de clientes del día de trabajo. Posteriormente se seleccionarán todos aquellos clientes que cargarán cemento gris (inclusive mixtos).

Paso 9)

Seleccionar cliente que carga cemento gris o mixto cuando no haya más, continuamos con el paso 11.

Paso 10)

Asignar la máquina en la cual será atendido. Esto se realizará mediante el archivo MAQUINA.DBF en el cual se controlan las máquinas del sistema. Si la máquina está disponible, hora de inicio de labores, hora de comida, duración del receso, el paro de cualquiera de las máquinas, tipo de producto que sirve, tiempo de paro real, tiempo de ocio por máquina durante la jornada, los clientes atendidos y las toneladas despachadas. Las variables Disponible, Hora Disponible, Hora de Receso, Tiempo de Paro y Tiempo de Receso, son controladas por el usuario, el resto de ellas son obtenidas del proceso de simulación Para asignar la máquina debe ejecutarse lo siguiente:

Paso 10.1) En caso de que el tipo de cliente sea planta se procederá a calcular su tiempo de servicio utilizando la base de datos TIESER.DBF la cual contiene las ecuaciones que determina el tiempo de servicio dependiendo de la máquina asignada (máquina 3, máquina 4, máquina 5, máquina 6). Comparando un número aleatorio con el intervalo de las distribuciones del tiempo de servicio para cada máquina. Regresa a paso 10.4 .

Paso 10.2) Si el cliente es no planta se procede a verificar si existe un cliente planta que puede entrar primero que éste y entonces se ejecuta el paso 10.1 . Puesto que el cliente no planta está esperando en la fila se procede a efectuar el paso 10

Paso 10.3) Si no existe un cliente planta esperando se procede a calcular el tiempo de servicio para el cliente no planta realizando el mismo procedimiento que para el cliente planta.

Paso 10.4) Regresar al paso 9.

Hasta aquí ya se asignaron y calcularon tiempos de servicio para clientes que cargan cemento gris(inclusive mixtos).

Ahora se seleccionan los clientes que cargan cemento blanco.

Paso 11)

Aquí se selecciona el cliente que va a cargar cemento blanco.

11.1 se acumulan las toneladas por cargar o bien los clientes esperando, cuando no existan se realiza el paso 19.

Paso 12)

Si las toneladas por cargar son mayores o iguales que 50 toneladas o bien, el número de clientes esperando es igual que 5 se calculan los tiempos de servicio para cada uno de los clientes que han estado esperando (paso 14).

Paso 13)

Regresar al paso 11.1

Paso 14)

Seleccionar los clientes esperando cuando no se realiza el paso 17.

Paso 15)

Calcular los tiempos de servicio.

Paso 16)

Regresar al paso 14.

Paso 17)

Seleccionar cliente en fila si su hora de llegada es menor o igual a la hora de salida, calcular su tiempo de servicio, si no, regresar al paso 12.

Paso 18)

regresar al paso 17.

Paso 19)

Fin de la simulación. En este paso se asignan los clientes atendidos, las toneladas despachadas y el tiempo de ocio a máquinas.

II.5.3 Codificación.

```
#####
**** SISTEMA DE TESIS ****
**** PROGRAMA : TESIS22 SIMULACION ****
**** ELABORADO EN : DIC/91 POR WERF/JGBA ****
#####
```

```
set escape on
```

```
#####
*** ASIGNACION DE VARIABLES ***
#####
```

```
STORE 0 TO HORAIN,ACUM,VAR1H,VAR2M,VAR3M
STORE 0 TO SW,PAG,REN,NCTE,CLTEBCO,DIFEREN,HORAINI
STORE 'NO' TO SINO
STORE ' ' TO SN
STORE 1 TO I
STORE SPACE(40) TO MENSAJE
STORE SPACE(7) TO MENMAQ
DIMENSION REG(300),HORAI(300)
```

```
#####
*** BASES DE DATOS ABIERTAS ***
#####
```

```
SELE 1
USE NUMSALE
GO TOP
SELE 2
USE TIEMPOS INDEX TIEMPOS
REINDEX
SELE 3
USE CLIENTE INDEX CLIENTE
REINDEX
SELE 4
```

```
USE PRODUCTO INDEX PRODUCTO
REINDEX
SELE 5
```

```
USE CARGA INDEX CARGA
REINDEX
SELE 6
```

```
USE TIESER INDEX TIESER
SELE 10
```

```
USE MAQUINA INDEX MAQUINA,MAQIND,MAQTCE
```

```
reindex
```

```
go top
```

```
DO WHILE .NOT. EOF()
```

```
    p = maquina * 7 + 1
```

```
    MENMAQ = left(MENMAQ,p-1) + str(maquina,1,0)+'-' + IIF(disponible,'SI','NO')+substr(MENMAQ,p+5)
```

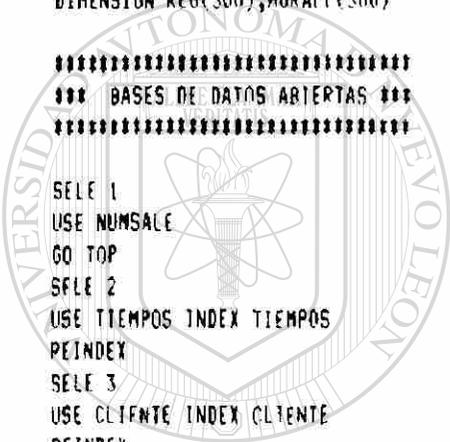
```
    skip
```

```
enddo
```

```
*** HORA INICIAL SON LAS 8:00
```

```
HORAIN = 800
```

```
CLEAR
```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

```

*****
*** VENTANAS DEFINIDAS ***
*****

```

```

DEFINE WINDOW MARCO FROM 04,00 TO 24,79 SHADOW DOUBLE TITLE ' PROCESO DE SIMULACION '
DEFINE WINDOW VENTAI FROM 07,10 TO 12,70 SHADOW DOUBLE TITLE ' GENERANDO TIEMPOS DE LLEGADA CLIENTES '
DEFINE WINDOW VENTAI2 FROM 15,05 TO 21,75 SHADOW DOUBLE TITLE ' GENERANDO TIEMPOS DE SERVICIO CLIENTES '
DEFINE WINDOW MARCOI FROM 04,03 TO 20,77 SHADOW DOUBLE TITLE ' DATOS INICIALES DE MAQUINAS '
ACTIVATE WINDOW MARCOI

```

```

DO WHILE .T.
  SELF 10
  GO TOP

```

```

@ 00,00 SAY '
@ 01,00 SAY '
@ 02,00 SAY '
@ 03,00 SAY '
I = 4

```

MAQ	HABILITADA <SI/NO>	H O R A D E			TIEMPO	TIPO DE CEMENTO
		INICIO	FIN	RECESO	RECESO	1-GRIS 2-BLANCO

```

DO WHILE .NOT. EOF()
  @ 1,03 SAY MAQUINA PICT '99'
  @ 1,12 SAY IIF(DISPONIBLE,'SI','NO')
  @ 1,23 SAY HORADISP PICT '9999'
  @ 1,31 SAY TPARO PICT '9999'
  @ 1,38 SAY HORARECESO PICT '9999'
  @ 1,47 SAY TRECESO PICT '9999'
  @ 1,59 SAY IIF(TIPOPROD = 1,'GRIS','BLANCO')
  I = I + 1
  SKIP

```

```

ENDDO
DO WHILE .NOT. SN='SINO'
  @ 1+,10 SAY 'EMPIEZA LA SIMULACION <SI/NO>' GET SN PICT '***'
  READ
ENDDO
DEACTIVATE WINDOW MARCOI
IF SN = 'NO'
  EXIT

```

```

ENDIF

```

```

GO TOP
REPLACE ALL CTESATEND WITH 0,TONDESP WITH 0,TOCIO WITH 0
SET FILTER TO DISPONIBLE

```

```

SELE 7
USE RESUL
DELETE ALL
PACK
SELE 8
USE RES23 INDEX RES23
DELETE ALL
PACK
SELE 9
USE RESFIN INDEX RFCLTE
DELETE ALL
PACK

```

```

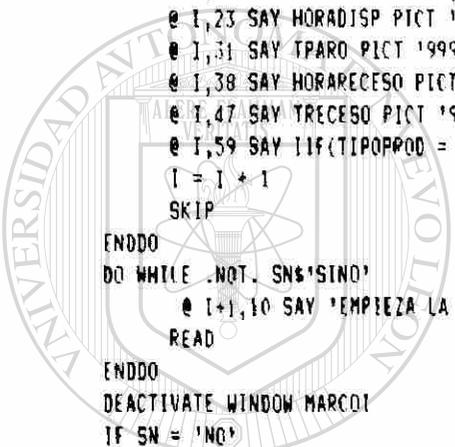
*****
*** INICIO DE PROGRAMA ***
*****

```

```

I = 1
ACTIVATE WINDOW MARCO
ACTIVATE WINDOW VENTAI
@ 00,01 say 'hora'
@ 00,10 SAY 'cliente #'
@ 00,20 SAY 'TIPO CLTE'

```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



```

@ 00,30 SAY 'PRODUCTO'
@ 00,40 SAY 'TON GRIS'
@ 00,50 SAY 'TON BCO.'
SELF 1
DO WHILE .T.

```

```

    SW = SW + 1
    SELF 2
    GO TOP
    seek str(INT(HORAIN/100),2,0)

```

```

1
1 BUSCANDO MINUTOS DE TIEMPO DE LLEGADA
1

```

```

    DO WHILE INT(HORAIN/100) = HORA
        IF NUMSALE->NUMERO <= LS
            EXIT
        ENDF
        SKIP
    ENDDO
    HORAIN = HORAIN + MINUTOS
    ACUM = ACUM + MINUTOS
    IF ACUM > 59
        HORAIN = ((INT(HORAIN/100))+1)*100+ACUM-59
        ACUM = ACUM - 59

```

```

        ENDF
        IF HORAIN > 1800
            EXIT
        ENDF

```

```

1
1 DEFINIENDO TIPO DE CLIENTE PLANTA O NO PLANTA
1

```

```

    SELE 1
    SKIP
    SELE 3
    SEEK INT(HORAIN/100)
    STORE 'N' TO CLTE_MEM
    IF NUMSALE->NUMERO <= 1$PLANTA
        STORE 'S' TO CLTE_MEM
    ENDF

```

```

1
1 DEFINIENDO TIPO DE PRODUCTO (1-GRIS 2-BLANCO 3-MIXTO)
1

```

```

1 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

```

```

    SELE 1
    SKIP
    SELE 4
    SEEK STR(INT(HORAIN/100),2,0)+CLTE_MEM
    TIPCEM_MEM = 2
    DO CASE
        CASE NUMSALE->NUMERO <= 1$GRIS
            TIPCEM_MEM = 1
        CASE NUMSALE->NUMERO > 1$BLANCO
            TIPCEM_MEM = 3
    ENDCASE

```

```

1
1 DEFINIENDO TONELAJE DE CARGA
1

```

```

    SELE 1
    SKIP
    SELE 5
    SEEK STR(INT(HORAIN/100),2,0)+CLTE_MEM+STR(TIPCEM_MEM,1,0)
    DO WHILE INT(HORAIN/100)=HORA

```

```

IF NUMSALE->NUMERO <= LS
  EXIT
ENDIF
SKIP
ENDDO
SELE 7
APPEND BLANK
? 'grabando cliente numero', sw, 'hora ',horain
wait
REPLACE HORA WITH HORAIN, TIPOCLTE WITH IIF(CLTE_MEM='S',.T.,.F.)
REPLACE TIPOPROD WITH TIPCEM_MEM
REPLACE TONGRIS WITH CARGA->TONGRIS, TONBLANCO WITH CARGA->TONBLANCO
replace hentmaq with 0, tieserclte with 0, hsalmaq with 0, cveafe with 0
REPLACE NUMCLIENTE WITH SW
IF CLTE_MEM = 'S' .and. tipcem_mem # 2
  REG(I) = RECNO()
  HORALL(I) = HORA
  I = I + 1
ENDIF
SELE 1
SKIP
@ 02,01 SAY HORAIN PICT '9999'
@ 02,10 SAY SW PICT '999'
@ 02,20 SAY IIF(CLTE_MEM='S','PLANTA ', 'NO PLANTA')
DO CASE
CASE TIPCEM_MEM = 1
  @ 02,30 SAY 'GRIS '
CASE TIPCEM_MEM = 2
  @ 02,30 SAY 'BLANCO'
CASE TIPCEM_MEM = 3
  @ 02,30 SAY 'MIXTO '
ENDCASE
@ 02,40 SAY CARGA->TONGRIS
@ 02,50 SAY CARGA->TONBLANCO
ENDDO
# DEACTIVATE WINDOW VENTA1
ACTIVATE WINDOW VENTA2
#
# DEFINIENDO TIEMPOS DE SERVICIO PARA LOS CLIENTES
#
HORALL(I) = 9999
clear
@ 00,02 SAY 'CLIENTE'
@ 00,40 SAY 'N A Q U I N A S'
@ 02,00 SAY 'H.E.' COLOR R+/N
@ 03,00 SAY 'H.S.' COLOR GR+/RB
SELE 10
I = 1
SELE 7
# NCTE = 1
set filter to tipoprod#2
GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF()
#
  IF TIPOPROD = 1 .OR. TIPOPROD = 3
    SELE 10
    SET ORDER TO 3
    SEEK STR(RESEL->TIPOPROD,1,0)
    SEEK '1'
    IF RESEL->HORA > TPARD
      REPLACE DISPONIBLE WITH .F.

```

```

        LUUP
    ENDIF
DO CASE
    CASE RESUL->TIPOCLTE .AND. RESUL->HSALMAR = 0
    DO CALCULAG
    I = I + 1
    *
    * CALCULAR TIEMPO DE SERVICIO PARA CLIENTE DE PLANTA
    *
    CASE .NOT. RESUL->TIPOCLTE
    IF HORALL(I) > HORADISP
    DO CALCULAG
    *
    * CALCULAR TIEMPO DE SERVICIO PARA CLIENTE QUE LLEGO
    *
    ELSE
    SELE 7
    @ 04,01 say 'cliente #'
    @ 04,13 say numcliente pict '999'
    REGACT = RECNO()
    GOTO REG(I)
    @ 04,21 say 'pasa a #'
    @ 04,33 say numcliente pict '999'
    wait 'teclea cr' window
    *
    * VERIFICO QUE TIPO DE PRODUCTO SEA 1 O 3
    *
    IF TIPOPROD = 1 .OR. TIPOPROD = 3
    DO CALCULAG
    *
    * CALCULAR TIEMPO DE SERVICIO PARA CLIENTE
    * DE PLANTA CEMENTO GRIS
    *
    ENDIF
    I = I + 1
    GOTO REGACT
LOOP

```

```

    ENDIF
ENDCASE

```

```

    ENDIF
    SELE 7
    SKIP
    *
    * NCTE = NCTE + 1
    *
    ENDDO
    SELE 10
    SET ORDER TO 3
    *
    * ES 2 PORQUE EL TIPO DE CEMENTO BLANCO ES 2
    *
    SEEK '2'
    SELE 7
    TONBLA = 0
    CLTEBCO = 0
    SET FILTER TO CVEAFE#2
    GO TOP
    MAYOR = HORA
    HORAINI = HORA
    DO WHILE .NOT. EOF()
    DO CASE
    CASE CLTEBCO = 5 .OR. TONBLA >=50

```

```

REPLACE MAQUINA->HORADISP WITH MAYOR
go top
DO WHILE RESUL->HORA <= MAQUINA->HORADISP .AND. .NOT. EOF()
  ? numcliente
  DO CALCULAB
  SKIP
ENDDO
set filter to
set filter to cveafe#2 .and. cveafe#3
CLTEBCO = 0
TONBLA = 0
MAYOR = HORA
HORAINI = HORA
LOOP

```

```

OTHERWISE
  TONBLA = TONBLA + TONBLANCO
  CLTEBCO = CLTEBCO + 1
  IF HORA > MAYOR
    MAYOR = HORA
  ENDIF
  IF HSALMAQ > MAYOR
    MAYOR = HSALMAQ
  ENDIF
  SKIP

```

```

ENDDO
SELE 8
SET INDEX TO CLTETC
REINDEX
GO TOP
DO WHILE .NOT. EOF()
  SELE 9
  SEEK RES23->NUMCLIENTE
  IF .NOT. FOUND()
    APPEND BLANK

```

```

REPLACE NUMCLIENTE WITH RES23->NUMCLIENTE, ;
HORALEG WITH RES23->HORA, ;
TIPOPROD WITH RES23->TIPOPROD

```

```

DO CASE
CASE RES23->TIPOCEM = 1
  REPLACE HORAEG WITH RES23->HENTMAQ
  REPLACE TSERVERG WITH RES23->TIESERCLTE
  REPLACE HORASALG WITH RES23->HSALMAQ
CASE RES23-> TIPOCEM = 2
  REPLACE HORAEB WITH RES23->HENTMAQ
  REPLACE TSERVERB WITH RES23->TIESERCLTE
  REPLACE HORASALB WITH RES23->HSALMAQ

```

```

ENDCASE
ELSE
  REPLACE HORAEB WITH RES23->HENTMAQ
  REPLACE TSERVERB WITH RES23->TIESERCLTE
  REPLACE HORASALB WITH RES23->HSALMAQ

```

```

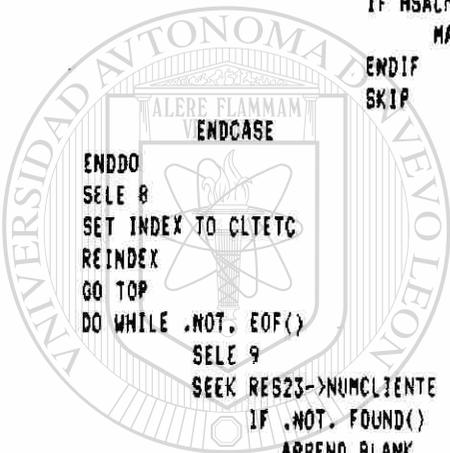
ENDIF
SELE 8
SKIP

```

```

ENDDO
sele 9
replace all tesperag with horaeg - horalleg for tipoproduct = 1
REPLACE ALL TESPERRAG WITH TESPERRAG - INT((HORAEG/100)-INT(HORALLEG/100))*40 FOR TIPOPROD=1
replace all tesperab with horaeb - horalleg for tipoproduct = 2

```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS



```

DO WHILE MAQUINA=MAQUINA->MAQUINA
  IF numsale->numero <= LS
    EXIT
  ENDIF
SKIP
ENDDO
VAR1M = VAR1
VAR2M = VAR2
VAR3M = VAR3
DO CASE
  CASE VAR1M = 99.9999
    VAR1M = NUMSALE->NUMERO
  CASE VAR2M = 99.9999
    VAR2M = NUMSALE->NUMERO
  CASE VAR3M = 99.9999
    VAR3M = NUMSALE->NUMERO
ENDCASE
A = STR(VAR1M,7,4)+OPE1+STR(VAR2M,7,4)+OPE2+STR(VAR3M,7,4)
B = 3a
B = B*(resul->TONBLANCO)
B = B + 1
SELE 10
  IF (HORADISP + TRECESO > HORARECESO) .AND. (HORADISP + TRECESO < HORARECESO + TRECESO)
    B = B + TRECESO
  ENDIF
SELE 7
  REPLACE MAQUINA WITH MAQUINA->MAQUINA
  IF MAQUINA->HORADISP > HORA
    REPLACE HENTMAQ WITH MAQUINA->HORADISP
  ELSE
    REPLACE HENTMAQ WITH HORA
  ENDIF
  REPLACE TIESERCLTE WITH B
  IF (HENTMAQ+TIESERCLTE) >= (INT(HENTMAQ/100)*100+60)
    REPLACE HSALMAQ WITH ((INT(HENTMAQ/100))+1)*100+(HENTMAQ+TIESERCLTE)-(INT(HENTMAQ/100)*100+60)
  ELSE
    REPLACE HSALMAQ WITH RESUL->HENTMAQ+RESUL->TIESERCLTE
ENDIF
SELE 8
APPEND BLANK
REPLACE HORA WITH RESUL->HORA, NUMCLIENTE WITH resul->NUMCLIENTE,
TIPOCLTE WITH RESUL->TIPOCLTE, TIPOPROD WITH RESUL->TIPOPROD,
TIPOCEM WITH 2,MAQUINA WITH RESUL->MAQUINA,
TONELADAS WITH RESUL->TONBLANCO,TIESERCLTE WITH B
IF MAQUINA->HORADISP > HORA
  REPLACE HENTMAQ WITH MAQUINA->HORADISP
ELSE
  REPLACE HENTMAQ WITH HORA
ENDIF
IF (HENTMAQ+TIESERCLTE) >= (INT(HENTMAQ/100)*100+60)
  REPLACE HSALMAQ WITH ((INT(HENTMAQ/100))+1)*100+(HENTMAQ+TIESERCLTE)-(INT(HENTMAQ/100)*100+60)
ELSE
  REPLACE HSALMAQ WITH RESUL->HENTMAQ+RESUL->TIESERCLTE
ENDIF
SELE 10
@ 00,10 say resul-> numcliente PICT '999'
@ 02,maquina#7 say horadisp
@ 03,maquina#7 say res23->hsalmaq
* WAIT 'TECLEE <CR>' WINDOW
* IF RESUL->HENTMAQ > HORAINI

```

```

* @ 04,50 say 'jorge ' + str(resul->hentmaq,4,0)+' '+str(horaini,4,0)
* DIFEREN = RESUL->HENTMAQ - horaini - (INT(RESUL->HENTMAQ/100)-INT(horaini/100))*40
* DIFEREN = RESUL->HENTMAQ - HORADINI - (INT(RESUL->HENTMAQ/100)*60 + VAL(RIGHT(STR(RESUL->HENTMAQ,4,0),2)))- ;
* (INT(HORAINI/100)*60 + VAL(RIGHT(STR(HORAINI,4,0),2)))
* REPLACE TOCIO WITH TOCIO + DIFEREN
* HORAINI = RESUL->HSALMAQ
* ENDIF
REPLACE HORADISP WITH RESUL->HSALMAQ,TPARDREAL WITH HORADISP ;
CTESATEND WITH CTESATEND + 1,TONDESP WITH TONDESP + RESUL->TONBLANCO ;
TPAROREAL WITH RESUL->HSALMAQ
IF HORADISP > TPARO
    WAIT STR(MAQUINA,1,0) + ' SE PARA A LAS '+STR(HORADISP,4,0) WINDOW
    REPLACE DISPONIBLE WITH .F.,TPAROREAL WITH HORADISP
ENDIF
SELE 7
    REPLACE CVEAFE WITH 3
RETURN

```

```

PROCEDURE CALCULAG
SELE 1
SKIP
SELE 6
GO TOP
SEEK STR(MAQUINA->MAQUINA,1,0)
@ 01,00 say menmaq
@ 01,MAQUINA*7 SAY MAQUINA pict '9' color gr+/r
DO WHILE MAQUINA=MAQUINA->MAQUINA
    IF numsale->numero <= LS
        EXIT
    ENDIF
SKIP
ENDDO
VAR1M = VAR1
VAR2M = VAR2
VAR3M = VAR3
DO CASE
CASE VAR1M = 99.9999
    VAR1M = NUMSALE->NUMERO
CASE VAR2M = 99.9999
    VAR2M = NUMSALE->NUMERO
CASE VAR3M = 99.9999
    VAR3M = NUMSALE->NUMERO
ENDCASE
A = STR(VAR1M,7,4)+OPE1+STR(VAR2M,7,4)+OPE2+STR(VAR3M,7,4)
B = &a
B = %$(resul->tongris)
B = B + 1
SELE 10
    IF (HORADISP + B > HORARECESO) ,AND. (HORADISP + B <= HORARECESO + B)
        B = B + TRECESO
    ENDIF
SELE 7
REPLACE MAQUINA WITH MAQUINA->MAQUINA
IF MAQUINA->HORADISP > HORA
    REPLACE HENTMAQ WITH MAQUINA->HORADISP
ELSE
    REPLACE HENTMAQ WITH HORA
ENDIF

```

# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

```

REPLACE TIESERCLTE WITH B
IF (HENTMAQ+TIESERCLTE) >= (INT(HENTMAQ/100)*100+60)
    REPLACE HSALMAQ WITH ((INT(HENTMAQ/100))+1)*100+(HENTMAQ+TIESERCLTE)-(INT(HENTMAQ/100)*100+60)
ELSE
    REPLACE HSALMAQ WITH RESUL->HENTMAQ+RESUL->TIESERCLTE
ENDIF
SELE 8
APPEND BLANK
REPLACE HORA WITH RESUL->HORA, NUMCLIENTE WITH resul->numcliente, ;
TIPOCLTE WITH RESUL->TIPOCLTE, TIPOPROD WITH RESUL->TIPOPROD, ;
TIPOCEM WITH 1, MAQUINA WITH RESUL->MAQUINA, ;
TONECLADAS WITH RESUL->TONGRIS, TIESERCLTE WITH B
IF MAQUINA->HORADISP > HORA
    REPLACE HENTMAQ WITH MAQUINA->HORADISP
ELSE
    REPLACE HENTMAQ WITH HORA
ENDIF
IF (HENTMAQ+TIESERCLTE) >= (INT(HENTMAQ/100)*100+60)
    REPLACE HSALMAQ WITH ((INT(HENTMAQ/100))+1)*100+(HENTMAQ+TIESERCLTE)-(INT(HENTMAQ/100)*100+60)
ELSE
    REPLACE HSALMAQ WITH RESUL->HENTMAQ+RESUL->TIESERCLTE
ENDIF
SELE 10
@ 00,10 say resul-> numcliente PICT '999'
@ 02,maquina#7 say horadisp
@ 03,maquina#7 say res23->hsalmaq
* wait 'teclee <cr>' window
* IF RESUL->HENTMAQ > HORADISP
*     DIFEREN = RESUL->HENTMAQ - HORADISP - (INT(RESUL->HENTMAQ/100)- INT(HORADISP/100))*40
*     DIFEREN = RESUL->HENTMAQ - horaini - (INT(RESUL->HENTMAQ/100)-INT(horaini/100))*40
*     DIFEREN = RESUL->HENTMAQ - HORADISP - ((INT(HENTMAQ/100)*60 + VAL(RIGHT(STR(HENTMAQ,4,0),2))) - ;
*         (INT(HORADISP/100)*60 + VAL(RIGHT(STR(HORADISP,4,0),2)))
*     REPLACE TOCIO WITH TOCIO + DIFEREN
* ENDIF
REPLACE HORADISP WITH RESUL->HSALMAQ,TPAROREAL WITH HORADISP,;
CTESATEND WITH CTESATEND + 1,TONDESP WITH TONDESP + RESUL->TONGRIS,;
TPAROREAL WITH RESUL->HSALMAQ
IF HORADISP > TPARO
    WAIT STR(MAQUINA,1,0) + ' SE PARA A LAS '+STR(HORADISP,4,0) WINDOW
    REPLACE DISPONIBLE WITH .F.,TPAROREAL WITH HORADISP
ENDIF
SELE 7
IF TIPOPROD = 1
    REPLACE CVEAFE WITH 2
ELSE
    REPLACE CVEAFE WITH 1
ENDIF
RETURN

```

```

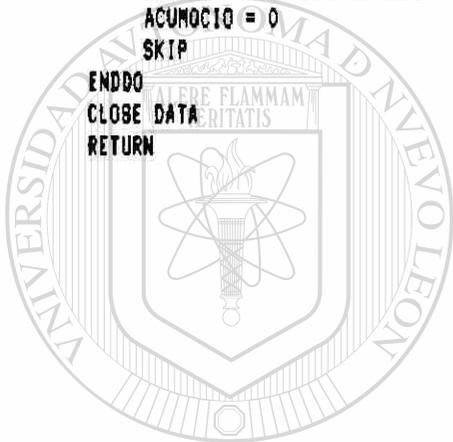
PROCEDURE TOCIO
SELE 1
USE MAQUINA INDEX MAQUINA
SET FILTER TO DISPONIBLE
GO TOP
SELE 2
USE RES23 INDEX NYDIA
REINDEX
STORE 0 TO 1,HSALANT,ACUMOCIO,DIFER
SELE 1

```

```

DO WHILE .NOT. EOF()
  H$ALANT = HORADISP
  I = I + 1
  SELE 2
  BET FILTER TO MAQUINA = MAQUINA->MAQUINA
  GO TOP
  IF MAQUINA->TIPOPROD = 2
    IF HENTMAQ > MAQUINA->HORARECESO
      ACUMOCIO = 0 - MAQUINA->TRECESO
    ENDIF
  ENDIF
  DO WHILE .NOT. EOF()
    IF H$ALANT < HENTMAQ
      DIFER = HENTMAQ - H$ALANT - (INT(HENTMAQ/100) - INT(H$ALANT/100))*40
      ACUMOCIO = ACUMOCIO + DIFER
    ENDIF
    H$ALANT = H$ALMAQ
  SKIP
  ENDDO
  SELE 1
  REPLACE TOCIO WITH ACUMOCIO
  ACUMOCIO = 0
  SKIP
  ENDDO
  CLOSE DATA
  RETURN

```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### II.5.4 Validación.

Al haber concluido el programa de simulación, las condiciones de la empresa son diferentes. De donde, no es posible validar la simulación con un día de labores en la empresa. Por lo tanto, se contrastaron las corridas de la simulación con datos históricos obtenidos en muestreos realizados anteriormente.

Observamos que algunas corridas no tuvieron diferencias significativas en llegadas y tiempo de servicio por cliente.

Primeramente exponemos las pruebas estadísticas que se le aplicaron al generador de números aleatorios y posteriormente a los resultados de la simulación.

##### II.5.4.1 Generación de Números Aleatorios.

Al generador de números aleatorios se le aplicaron las siguientes pruebas de aleatoriedad: Ji-Cuadrada, Kolmogorov-Smirnov y prueba de aleatoriedad.

Todas ellas se realizaron en el paquete STATGRAPHICS .

A continuación presentamos los resultados de cada prueba en las cuales se observa que si existe aleatoriedad en el proceso de generación de números aleatorios.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Chisquare Test

	Lower Limit	Upper Limit	Observed Frequency	Expected Frequency	Chisquare
at or below		.03333	40	33	1.61236
	.03333	.06667	29	33	.56374
	.06667	.10000	36	33	.21306
	.10000	.13333	31	33	.16356
	.13333	.16667	30	33	.33365
	.16667	.20000	35	33	.08316
	.20000	.23333	26	33	1.61399
	.23333	.26667	29	33	.56374
	.26667	.30000	36	33	.21306
	.30000	.33333	47	33	5.60168
	.33333	.36667	25	33	2.08406
	.36667	.40000	44	33	3.41209
	.40000	.43333	33	33	.00337
	.43333	.46667	32	33	.05346

Chisquare = 25.3906 with 27 d.f. Sig. level = 0.552581

Tests for Randomness

Data: numsale1

Median = 0.49508 based on 999 observations.

Number of runs above and below median = 490

Expected number = 500.499

Large sample test statistic Z = -0.633058

Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.526693

Number of runs up and down = 653

Expected number = 665.667

Large sample test statistic Z = -0.913786

Two-tailed probability of equaling or exceeding Z = 0.360828

NOTE: 0 adjacent values ignored.

Estimated KOLMOGOROV statistic DPLUS = 0.0233294

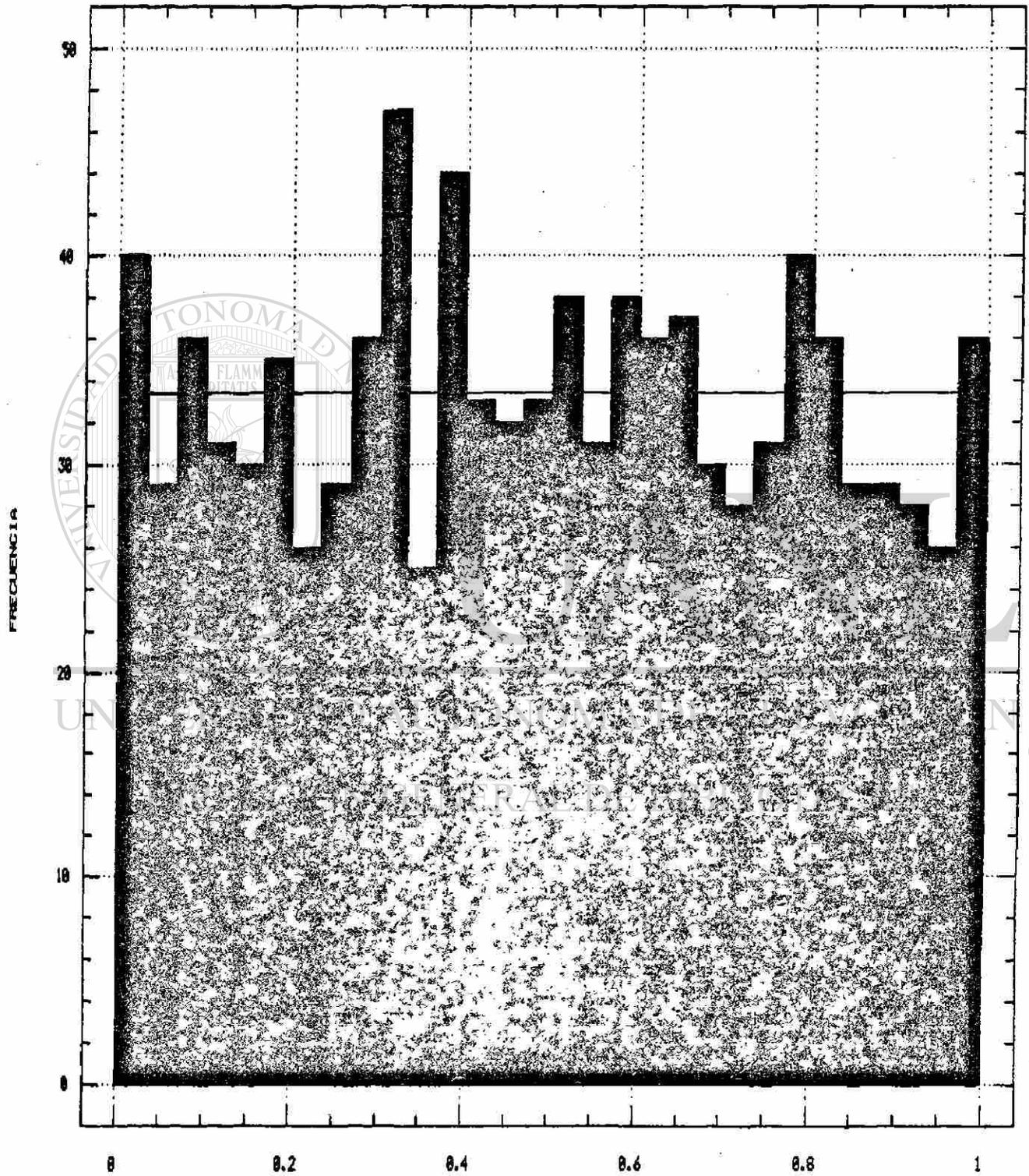
Estimated KOLMOGOROV statistic DMINUS = 0.0153597

Estimated overall statistic DN = 0.0233294

Approximate significance level = 0.648452

FIGURA 11.5. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

Y AJUSTE A DISTRIBUCION UNIFORME



#### 11.5.4.2 Tiempo Entre Llegadas.

De una corrida de la simulación, se obtuvieron los siguientes resultados en tiempo entre llegadas.

$$N = 119 \quad \bar{X} = 4.99 \quad S = 6.65$$

Del día 9 de Julio de 1991 se obtuvieron:

$$N = 109 \quad \bar{X} = 5.65 \quad S = 6.63$$

Primeramente hacemos la prueba de hipótesis para varianzas iguales, donde el estadístico es:

$F = S_1^2 / S_2^2$  con  $N_1 - 1$ ,  $N_2 - 2$  grados de libertad.

$$F = (6.65)^2 / (6.63)^2 = 1.006 < 1.28$$

Donde 1.28 es el valor crítico con  $\alpha = 0.05$  de donde se concluye que las varianzas son iguales.

Como desconocemos la varianza poblacional, contrastaremos las medias muestrales de tiempo entre llegadas, aplicando la prueba t de Student, donde el estadístico es:

$$t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / S_p (1/N_1 + 1/N_2)^{.5}$$

donde:  $S_p^2 = ((N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2) / (N_1 + N_2 - 2)$

luego:  $S_p^2 = ((119-1)(6.65)^2 + (109-1)(6.63)^2) / (119+109-2)$

$$S_p^2 = 44.096 \text{ De donde } S_p = 6.64.$$

$$\text{entonces } t = (4.99 - 5.65) / 6.64(1/119 + 1/109)^{.5} = -0.7497$$

como  $|t| < 1.96$  se acepta que las medias son iguales con  $\alpha = 0.05$ .

A continuación contrastamos las proporciones de choferes de planta, donde en una corrida de la simulación se tiene que:

$$N = 113 \quad P = 0.16 \quad X = 18$$

y el día 8 de julio de 1991:

$$N = 104 \quad P = 0.15 \quad X = 16$$

calculamos  $P = \frac{18 + 16}{113 + 104} = 0.157$

$$Z = (P_1 - P_2) / (P(1 - P)(1/N_1 + 1/N_2))^{.5}$$

luego

$$Z = (0.16 - 0.15) / ((0.157)(1 - 0.157)(1/113 + 1/104)) =$$

$$Z = 0.202 < 1.96$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis de que las proporciones son iguales con  $\alpha = 0.05$

#### II.5.4.3 Tiempo de Servicio.

En esta sección contrastaremos tiempo de servicio por cliente.

Para la máquina cinco la simulación generó los siguientes valores :

$$N = 41 \qquad \bar{X} = 14.41 \qquad S = 9.60$$

El día 4 de junio de 1991 se obtuvieron los siguientes datos:

$$N = 17 \qquad \bar{X} = 13.06 \qquad S = 7.07$$

Probamos las hipótesis de que las varianzas son iguales:

$$F = (9.60)^2 / (7.07)^2 =$$
$$F = 1.84 < 2.15$$

donde 2.15 es el valor en tablas para F con 40 y 16 grados de libertad con  $\alpha = 0.05$ . Se acepta la hipótesis de que las varianzas son iguales.

Ahora podemos aplicar la prueba t de Student para contrastar la hipótesis de que las medias son iguales.

Tenemos que:

$$Sp^2 = ((41-1)(9.6)^2 + (17-1)(7.07)^2) / (41+17-2) =$$

$$Sp^2 = 80.11 \quad \text{de donde } Sp = 8.95$$

$$\text{luego } t = (14.41 - 13.06) / 8.95 \sqrt{1/41 + 1/17} = 0.52$$

$$t = 0.52 < 1.96$$

por lo tanto se concluye que las medias del tiempo de servicio por cliente son iguales. (1.96 es el valor de Z para  $\alpha = 0.05$ ).

Para la máquina seis la simulación generó los siguientes valores:

$$N = 40 \qquad \bar{X} = 15 \qquad S = 8.53$$

El 25 de junio se obtuvieron los siguientes datos:

$$N = 17 \qquad X = 10.76 \qquad S = 6.09$$

Probaremos la hipótesis de que las varianzas son iguales:

$$F = (8.53)^2 / (6.09)^2 = 1.96 < 2.15$$

donde  $F_{40,16} = 2.15$  con  $\alpha = 0.05$ , donde se concluye que las varianzas son iguales.

Ahora podemos aplicar la prueba t de Student para contrastar la hipótesis de que las medias son iguales.

Tenemos que:

$$Sp^2 = ((40-1)(8.53)^2 + (17-1)(6.09)^2) / (40+17-2) =$$

$$Sp^2 = 62.38 \quad \text{de donde } Sp = 7.90$$

$$\text{luego } t = (15 - 10.76) / 7.90 \sqrt{(1/40 + 1/17)} = 1.85$$

$$t = 1.85 < 1.96$$

por lo tanto se concluye que las medias del tiempo de servicio por cliente son iguales. (1.96 es el valor de Z para  $\alpha = 0.05$ ).

Con las pruebas anteriores se demostró que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos de la simulación y los datos históricos obtenidos en la planta.

### III DISEÑO DE EXPERIMENTOS DE SIMULACION.

#### III.1 Análisis de Sensibilidad.

El análisis de sensibilidad se realizó con una misma serie de números aleatorios los cuales generan los mismos clientes con sus mismas horas de llegadas a la planta. Esto con la finalidad de hacer comparaciones de los resultados con los mismos clientes pero con diferentes condiciones en máquinas que a continuación enumeramos:

Condición A: Es la condición normal de máquinas .

- a) Inician a las 8 hrs.
  - b) En todas las máquinas hay un receso de 30 minutos que inicia a las 9:30 hrs.
  - c) La máquina 6 para a las 14:30 hrs para paletizar.
- Para resultados ver tabla A.

Condición B: a) Todas las máquinas inician a las 8 hrs.

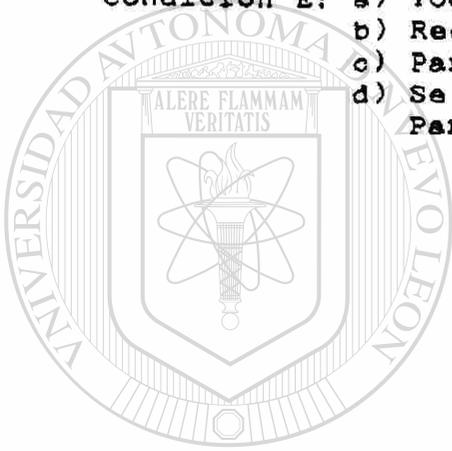
- b) Receso en todas las máquinas de 30 minutos iniciando a las 9:30 hrs.
- c) Ninguna máquina para en la tarde.

Para resultados ver tabla B.

- Condición C:
- a) Todas las máquinas inician a las 8 hrs.
  - b) Receso escalonado de 30 minutos para alimentos.  
Máquina 3 y 4 a las 9:30  
Máquina 5 a las 10:00  
Máquina 6 a las 10:30.
  - c) La máquina 6 para a las 14:30 para paletizar para resultados ver tabla C.

- Condición D:
- a) Todas la máquinas inician a las 8 hrs.
  - b) Receso escalonado como en C.
  - c) Ninguna máquina para en la tarde.  
Para resultados ver la tabla D.

- Condición E:
- a) Todas inician a las 8 hrs.
  - b) Receso para todas las máquinas a las 9:30
  - c) Para la máquina 6 a las 14:30 hrs.
  - d) Se anexa la máquina 7.  
Para resultados ver la tabla E.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

REPORTE DE SIMULACION x NUMERO DE CLIENTE

Página # 1

Fecha del Reporte 04/05/92

# CLTE.	TIPO CLTE	HORA LLEGADA	HORA SALIDA	TIEMPO SISTEMA minutos	TONELADAS CEMENTO	
					GRIS	BLANCO
1	NP	803	826	23	35.00	
2	NP	805	816	11	20.00	
3	NP	805	815	10	10.00	
4	NP	806	823	17	10.00	
5	NP	807	938	91	17.00	2.00
6	NP	808	838	30	20.00	
7	NP	808	836	28	20.00	
8	NP	814	839	25	20.00	
9	NP	816	940	84		1.00
10	NP	821	914	53	25.00	
11	NP	832	957	85	15.00	15.00
12	NP	832	852	20	20.00	
13	NP	832	859	27	15.00	
14	NP	834	904	30	15.00	
15	NP	835	907	32	10.00	
16	NP	841	910	29	10.00	
17	NP	844	927	43	35.00	
18	NP	845	921	36	15.00	
19	NP	850	1015	85	35.00	
20	NP	851	1005	74	10.00	
21	NP	857	1018	81	15.00	
22	NP	857	1030	93	5.00	
23	NP	903	1046	103	30.00	
24	NP	904	1035	91	10.00	
25	NP	910	1040	90	10.00	
26	P	912	924	12	10.00	
27	P	915	959	44	9.00	1.00
28	NP	916	1042	86	10.00	
29	NP	918	1048	90	10.00	
30	NP	924	1104	100	30.00	
31	P	925	1005	40	10.00	
32	NP	927	1057	90	10.00	
33	NP	932	1059	87	10.00	
34	NP	935	1024	49		30.00
35	NP	935	1113	98	10.00	
36	NP	936	1119	103	30.00	
37	P	936	1017	41	15.00	
38	NP	939	1129	110	35.00	5.00
39	NP	940	1126	106	30.00	
40	NP	953	1136	103	25.00	
41	NP	955	1031	36		3.00
42	NP	1005	1132	87	10.00	
43	NP	1009	1137	88	10.00	
44	NP	1010	1143	93	15.00	
45	NP	1010	1147	97	15.00	
46	P	1010	1021	11	10.00	
47	NP	1011	1152	101	10.00	
48	NP	1012	1155	103	10.00	

REPORTE DE SIMULACION x NUMERO DE CLIENTE

Página # 2

Fecha del Reporte 04/05/92

# CLTE.	TIPO CLTE	HORA LLEGADA	HORA SALIDA	TIEMPO SISTEMA minutos	TONELADAS CEMENTO	
					GRIS	BLANCO
49	P	1013	1027	14	20.00	
50	P	1016	1025	9	10.00	
51	NP	1017	1201	104	15.00	
52	NP	1020	1206	106	15.00	
53	NP	1020	1212	112	20.00	
54	NP	1020	1212	112	10.00	
55	NP	1021	1237	136	20.00	5.00
56	NP	1023	1228	125	10.00	
57	NP	1026	1232	126	15.00	
58	NP	1034	1238	124	10.00	
59	NP	1043	1301	138	20.00	5.00
60	P	1043	1052	9	10.00	
61	NP	1051	1308	137	20.00	10.00
62	NP	1109	1247	98	5.00	
63	NP	1116	1336	140		40.00
64	P	1133	1149	16	20.00	
65	NP	1144	1302	78	20.00	
66	P	1150	1201	11	10.00	
67	NP	1202	1338	96	40.00	
68	P	1202	1220	18	20.00	
69	NP	1203	1403	120		40.00
70	P	1208	1221	13	15.00	
71	NP	1211	1315	64	20.00	
72	NP	1212	1312	60	20.00	
73	NP	1213	1315	62	5.00	
74	NP	1214	1336	82	35.00	
75	NP	1217	1332	75	35.00	
76	NP	1219	1344	85	20.00	
77	NP	1225	1413	108	40.00	
78	P	1227	1243	16	20.00	
79	NP	1231	1354	83	30.00	
80	NP	1232	1424	112	30.00	
81	P	1234	1243	9	10.00	
82	NP	1238	1416	98	20.00	
83	NP	1244	1425	101	20.00	
84	NP	1244	1422	98	10.00	
85	NP	1247	1423	96		15.00
86	NP	1258	1438	100	25.00	
87	NP	1301	1436	95	20.00	
88	NP	1302	1432	90	10.00	
89	NP	1321	1451	90	16.00	2.00
90	NP	1330	1455	85	20.00	
91	NP	1331	1503	92	20.00	
92	NP	1343	1505	82	20.00	
93	P	1344	1352	8	10.00	
94	P	1347	1359	12	10.00	
95	NP	1348	1507	79	10.00	
96	P	1351	1402	11	10.00	

REPORTE DE SIMULACION x NUMERO DE CLIENTE

Pagina # 3

Fecha del Reporte 04/05/92

# CLTE.	TIPO CLTE	HORA LLEGADA	HORA SALIDA	TIEMPO SISTEMA minutos	TONELADAS CEMENTO	
					GRIS	BLANCO
97	NP	1351	1519	88	15.00	
98	NP	1354	1524	90	25.00	
99	NP	1406	1539	93	35.00	
100	NP	1425	1549	84	40.00	
101	NP	1437	1546	69	10.00	
102	NP	1449	1601	72	20.00	
103	NP	1511	1616	65	10.00	
104	NP	1517	1622	65	20.00	
105	NP	1520	1635	75	20.00	
106	NP	1525	1751	146		30.00
107	NP	1525	1628	63	10.00	
108	NP	1527	1708	101	40.00	
109	NP	1531	1647	76	10.00	
110	NP	1533	1654	81	10.00	
111	NP	1543	1703	80	20.00	
112	NP	1545	1722	97	20.00	
113	NP	1545	1806	141	20.00	20.00
114	P	1546	1610	24	40.00	
115	NP	1548	1755	127	30.00	
116	P	1554	1609	15	10.00	
117	NP	1558	1752	114	20.00	
118	NP	1604	1816	132	35.00	
119	NP	1612	1814	122	30.00	
120	NP	1613	1829	136	20.00	
121	NP	1626	1829	123	15.00	
122	NP	1639	1841	122	20.00	
123	NP	1642	1837	115	15.00	
124	NP	1645	1809	84		3.00
125	NP	1657	1847	110	15.00	
126	NP	1657	1941	164	40.00	
127	NP	1702	1925	143	40.00	
128	NP	1703	1943	160	30.00	
129	NP	1704	1955	171	20.00	
130	NP	1707	1954	167	15.00	
131	P	1707	1738	31	40.00	
132	NP	1746	2005	139	15.00	
133	NP	1746	2010	144	20.00	
134	NP	1749	2022	153	25.00	
135	NP	1757	2028	151	30.00	
136	NP	1758	2057	179	40.00	



05/ABR/1992  
11:29:09 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACOS  
CEMENTOS MEXICANOS

DATOS INICIALES DE MAQUINAS

# MAQ	HABILITADA <SI/NO>	H O R A			TIEMPO RECESO	TIPO DE CEMENTO 1-GRIS 2-BLANCO
		INICIO	FIN	DE RECESO		
1	NO	800	9999	930	30	GRIS
2	NO	800	9999	930	30	GRIS
3	SI	800	9999	930	30	GRIS
4	SI	800	9999	930	30	BLANCO
5	SI	800	9999	930	30	GRIS
6	SI	800	9999	930	30	GRIS
7	NO	800	9999	930	30	GRIS
8	NO	800	0	0	0	GRIS
9	NO	800	0	0	0	GRIS

EMPIEZA LA SIMULACION <SI/NO>

05/ABR/1992  
11:30:30 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

REPORTE DE MAQUINAS GENERAL

# M	TIP CEM	HORA		CTES ATEN	TONS DESP	TMPO OCIO	PROMEDIOS TMPOS. SERVICIO		DESV. TIPICA TMPO. SERVICIO	
		INI.	FIN				CLTE	TONS.	x CLTE.	x TON.
3	G	800	1838	43	834.0	3	14.07	0.7300	9.31	0.47
4	B	800	1710	17	227.0	337	10.76	0.8100	9.71	0.44
5	G	800	1828	43	797.0	5	13.79	0.7400	9.58	0.32
6	G	800	1900	42	821.0	5	14.88	0.7600	9.87	0.49

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

05/ABR/1992  
11:31:42 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

CONSULTAS x TIPO DE CLIENTE

1	TIPO CLIENTE	NUMERO DE CLTES.	%	PROMEDIO TIEMPO ENTRE LLEG.
2				
3	4	5		
1	PLANTA	20	14.70%	25.00
2	NO PLANTA	116	85.29%	4.57
3	TOTAL GRAL	136	100.00%	4.40
4	TIEMPO PROMEDIO EN COLA GENERAL ...			58.76
5	DESV. TIPICA GENERAL .....			5.4852

05/ABR/1992  
11:40:32 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACOS  
CEMENTOS MEXICANOS

DATOS INICIALES DE MAQUINAS

# MAQ	HABILITADA <SI/NO>	H O R A D E			TIEMPO RECESO	TIPO DE CEMENTO 1-GRIS 2-BLANCO
		INICIO	FIN	RECESO		
1	NO	800	9999	930	30	GRIS
2	NO	800	9999	930	30	GRIS
3	SI	800	9999	930	30	GRIS
4	SI	800	9999	930	30	BLANCO
5	SI	800	9999	1000	30	GRIS
6	SI	800	1430	1030	30	GRIS
7	NO	800	9999	930	30	GRIS
8	NO	800	0	0	0	GRIS
9	NO	800	0	0	0	GRIS

EMPIEZA LA SIMULACION <SI/NO>

05/ABR/1992  
11:42:02 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

REPORTE DE MAQUINAS GENERAL

# M	TIP CEM	HORA		CTES ATEN	TONS DESP	TMPO OCIO	PROMEDIOS TMPOS. SERVICIO		DESV. TIPICA TMPO. SERVICIO	
		INI.	FIN				CLTE	TONS.	x CLTE.	x TON.
3	G	800	2030	49	969.0	3	14.63	0.7399	9.29	0.45
4	B	800	1810	17	227.0	397	10.76	0.8061	9.70	0.43
5	G	800	2106	49	978.0	5	15.32	0.7678	10.34	0.48
6	G	800	1435	30	505.0	5	12.00	0.7128	8.14	0.56

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

05/ABR/1992  
11:43:13 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

CONSULTAS x TIPO DE CLIENTE

TIPO CLIENTE	NUMERO DE CLTES.	%	PROMEDIO TIEMPO ENTRE LLEG.
PLANTA	20	14.70%	25.00
NO PLANTA	116	85.29%	4.57
TOTAL GRAL	136	100.00%	4.40

TIEMPO PROMEDIO EN COLA GENERAL ... 76.72  
DESV. TIPICA GENERAL ..... 5.4852

05/ABR/1992  
11:44:46 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACOS  
CEMENTOS MEXICANOS

DATOS INICIALES DE MAQUINAS

# MAD	HABILITADA <SI/NO>	H O R A D E			TIEMPO RECESO	TIPO DE CEMENTO	
		INICIO	FIN	RECESO		1-GRIS	2-BLANCO
1	NO	800	9999	930	30		GRIS
2	NO	800	9999	930	30		GRIS
3	SI	800	9999	930	30		GRIS
4	SI	800	9999	930	30		BLANCO
5	SI	800	9999	1000	30		GRIS
6	SI	800	9999	1030	30		GRIS
7	NO	800	9999	930	30		GRIS
8	NO	800	0	0	0		GRIS
9	NO	800	0	0	0		GRIS

EMPIEZA LA SIMULACION <SI/NO>

05/ABR/1992  
11:46:15 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

REPORTE DE MAQUINAS GENERAL

# M	TIP CEM	HORA		CTES ATEN	TONS DESP	TMPO OCIO	PROMEDIOS TMPOS. SERVICIO		DESV. TIPICA TMPO. SERVICIO	
		INI.	FIN				CLTE	TONS.	x CLTE.	x TON.
3	G	800	1908	48	864.0	3	13.22	0.7349	8.25	0.45
4	B	800	1711	17	227.0	338	10.76	0.8061	9.70	0.43
5	G	800	1844	39	797.0	5	15.61	0.7641	9.65	0.52
6	G	800	1837	41	791.0	5	14.68	0.7610	10.83	0.50

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

05/ABR/1992  
11:47:17 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

CONSULTAS x TIPO DE CLIENTE

	TIPO CLIENTE	NUMERO DE CLTES.	%	PROMEDIO TIEMPO ENTRE LLEG.
1				
2				
3				
4				
5				
	PLANTA	20	14.70%	25.00
	NO PLANTA	116	85.29%	4.57
	TOTAL GRAL	136	100.00%	4.40
	TIEMPO PROMEDIO EN COLA GENERAL ...			58.91
	DESV. TIPICA GENERAL .....			5.4852

05/ABR/1992  
11:53:26 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACOS  
CEMENTOS MEXICANOS

DATOS INICIALES DE MAQUINAS

# MAG	HABILITADA <SI/NO>	H O R A D E			TIEMPO RECESO	TIPO DE CEMENTO 1-GRIS 2-BLANCO
		INICIO	FIN	RECESO		
1	NO	800	9999	930	30	GRIS
2	NO	800	9999	930	30	GRIS
3	SI	800	9999	930	30	GRIS
4	SI	800	9999	930	30	BLANCO
5	SI	800	9999	930	30	GRIS
6	SI	800	1430	930	30	GRIS
7	SI	800	9999	930	30	GRIS
8	NO	800	0	0	0	GRIS
9	NO	800	0	0	0	GRIS

EMPIEZA LA SIMULACION <SI/NO>

05/ABR/1992  
11:54:56 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

REPORTE DE MAQUINAS GENERAL

# M	TIP CEM	HORA		CTES ATEN	TONS DESP	TMPO OCIO	PROMEDIOS TMPOS. SERVICIO		DESV. TIPICA TMPO. SERVICIO	
		INI.	FIN				CLTE	TONS.	x CLTE.	x TON.
3	G	800	1847	36	695.0	102	14.30	0.7410	10.05	0.63
4	B	800	1702	17	227.0	329	10.76	0.8061	9.70	0.43
5	G	800	1824	40	744.0	104	12.25	0.6586	6.95	0.51
6	G	800	1427	20	396.0	44	15.65	0.7904	11.25	0.70
7	G	800	1821	32	617.0	94	15.53	0.8055	9.85	0.50

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

05/ABR/1992  
11:56:02 am

SISTEMA DE CARGA DE CEMENTO EN SACO  
CEMENTOS MEXICANOS

TECLEE <CR>

CONSULTAS x TIPO DE CLIENTE

	TIPO CLIENTE	NUMERO DE CLTES.	%	PROMEDIO TIEMPO ENTRE LLEG.
1				
2				
3				
4				
5	PLANTA	20	14.70%	25.00
	NO PLANTA	116	85.29%	4.57
	TOTAL GRAL	136	100.00%	4.40
	TIEMPO PROMEDIO EN COLA GENERAL ...			29.88
	DESV. TIPICA GENERAL .....			5.4852

### III.2 Conclusiones y Recomendaciones.

Considerando que el tiempo de servicio en máquinas debe ser similar en todas las condiciones, pondremos nuestra atención en el tiempo de ocio en máquinas y del tiempo de espera en la cola.

Estos parámetros se tomarán como referencia para comparar resultados en las condiciones A,B,C,D,E.

TIEMPO DE OCIO EN MINUTOS						TEC(MIN)
	M3	M4	M5	M6	M7	
A	3	396	5	5	---	77.33
B	3	337	5	5	---	58.76
C	3	397	5	5	---	76.72
D	3	338	5	5	---	58.91
E	102	329	104	44	94	29.88

TEC = Promedio de Tiempo de Espera en la Cola.

De la tabla anterior se obtienen los siguientes comentarios:

Condición B: Si la planta no para la máquina 6, el promedio del tiempo de espera en la cola se reduce en 18.57 minutos, de 77.33 a 58.76 minutos.

Condición C: Si se escalonan los recesos para comer no se obtiene una reducción significativa en el tiempo de espera en la cola, ya que varía de 77.33 a 76.72 minutos.

Condición D: El resultado es similar a la condición C.

Condición E: Aquí disminuye considerablemente el tiempo de espera en la cola que varía de 77.33 minutos a 29.88, es decir 47.45 minutos de reducción. Pero se observa un incremento en los tiempos de ocio los cuales no consideramos significativos puesto que en la simulación no se consideran los paros por fallas en máquinas.

Por consiguiente algunas sugerencias son:

10. Implementar la condición E
20. Si lo anterior no es costeable, entonces se debe implementar la condición B. Debiendo paletizar después de haber atendido al último cliente llegado antes de las 18 horas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Coss Bu Raúl, Simulación un enfoque práctico, Limusa 1991.

Gross - Harris, Fundamentals of Queuing Theory, Wiley 1975.

Hillier - Lieberman, Introducción a la Investigación de Operaciones, McGraw Hill 1991.

Kleinrock, Queuing Systems Volume I Theory, Wiley 1975

Kreyzig Erwin, Introducción a la Estadística Matemática Principios y Métodos, Limusa 1983

Levin - Kirkpatrick, Enfoques Cuantitativos a la Administración CECSA 1983

Mendenhall - Scheaffer - Wackerly, Estadística Matemática con aplicaciones, Grupo Editorial Iberoamérica 1986.

Montgomery Douglas C. , Design and Analysis of Experiments Wiley 1984.

Salomon, Simulation of Waiting - Line Systems, Prentice - Hall 1983.

Walpole - Myers, Probabilidad y Estadística, Mc. Graw Hill, 1992.

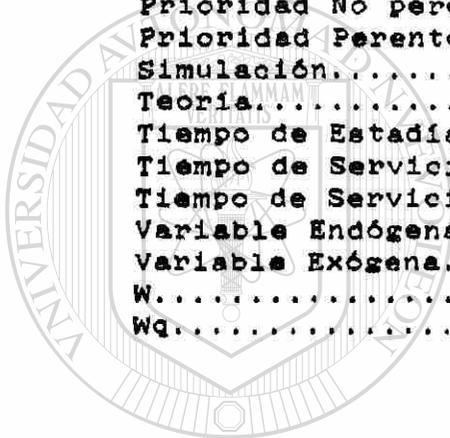
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## GLOSARIO

Báscula.....	21
Canal.....	9
Cemento Mixto.....	23
Cola. Línea de Espera.....	7
Chofer de Planta.....	22
Chofer no Planta.....	22
Doctrina.....	6
Disciplina de la Cola.....	8
Estado Estacionario.....	12
Fase.....	9
L.....	12
Lq.....	12
Método Científico.....	4
Patios.....	23
Prioridad No perentoria.....	8
Prioridad Perentoria.....	8
Simulación.....	16
Teoría.....	6
Tiempo de Estadía.....	20
Tiempo de Servicio del Vigilante (Patios).....	23
Tiempo de Servicio de Máquinas.....	24
Variable Endógena.....	17
Variable Exógena.....	17
W.....	12
Wq.....	12

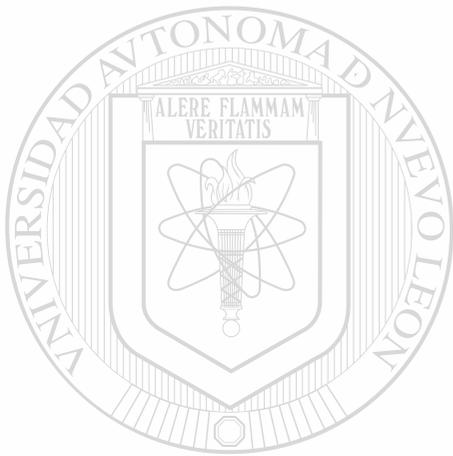


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UANL  
ANEXO A

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 14 MAY 91

HOJA 1/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS.	OBSERVACIONES	
8-9								
	1	8:20	0	NO PLANTA	GRIS	15	1	—
	2	8:22	2	NO PLANTA	MIXTO	1 G - 2 B	3	1.00
	3	8:25	3	NO PLANTA	GRIS	15	2	1.00
	4	8:26	1	NO PLANTA	GRIS	10	3	0.50
	5	8:30	4	NO PLANTA	GRIS	10	4	—
	6	8:31	1	NO PLANTA	GRIS	30	0	1.00
	7	8:32	1	NO PLANTA	GRIS	18	1	0.50
	8	8:34	2	NO PLANTA	BLANCO	15	0	0.50
	9	8:34	0	NO PLANTA	BLANCO	15	0	—
	10	8:45	1	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.75
	11	8:53	8	NO PLANTA	GRIS	18	0	1.42
	12	8:54	1	NO PLANTA	GRIS	10	1	1.33
	13	8:57	3	NO PLANTA	BLANCO	40	0	0.50
9-10								
	14	9:04	7	NO PLANTA	GRIS	15	0	2.18
	15	9:05	1	NO PLANTA	BLANCO	3	0	1.32
	16	9:05	—	—	—	—	1	1.32
	17	9:06	1	NO PLANTA	GRIS	16	1	1.42
	18	9:06	0	NO PLANTA	GRIS	18	2	0.67
	19	9:12	6	NO PLANTA	MIXTO	3 G - 1 B	0	1.22
	20	9:13	1	NO PLANTA	GRIS	30	1	1.60
	21	9:14	1	NO PLANTA	GRIS	40	1	1.03
	22	9:20	6	PLANTA	GRIS	20	0	0.67
	23	9:24	4	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.35
	24	9:26	2	NO PLANTA	GRIS	30	1	0.55
	25	9:26	0	NO PLANTA	GRIS	18	2	1.62

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 14 MAY 91

HOJA 2/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS.	OBSERVACIONES	
	26	9:35	9	NO PLANTA	GRIS	10	0	1.27
	27	9:41	6	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.83
	28	9:58	17	NO PLANTA	GRIS	10	0	2.33
10-11								
	29	10:10	12	NO PLANTA	BLANCO	4	0	0.88
	30	10:15	5	NO PLANTA	GRIS	17	0	1.62
	31	10:20	5	NO PLANTA	GRIS	16	0	1.67
	32	10:21	1	NO PLANTA	GRIS	10	1	1.00
	33	10:50	29	NO PLANTA	BLANCO	10	0	0.95
	34	10:59	9	NO PLANTA	GRIS	10	0	1.93
11-12								
	35	11:01	2	NO PLANTA	GRIS	20	1	0.87
	36	11:10	9	NO PLANTA	GRIS	30	0	0.52
	37	11:12	2	NO PLANTA	BLANCO	42	1	0.25
	38	11:16	4	NO PLANTA	GRIS	20	1	0.77
	39	11:23	7	PLANTA	GRIS	5	1	0.85
	40	11:24	1		GRIS	20	2	1.03
	41	11:25	1	NO PLANTA	GRIS	10	2	1.10
	42	11:28	3	NO PLANTA	GRIS	10	1	0.82
	43	11:29	1	NO PLANTA	GRIS	10	2	0.87
	44	11:34	5	NO PLANTA	GRIS	12	0	0.90
	45	11:38	4	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.17
	46	11:45	7	PLANTA	GRIS	10	0	0.50
	47	11:46	1	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.77
	48	11:57	11	NO PLANTA	GRIS	20	0	—

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 14 MAY 91

HOJA 3/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS.	OBSERVACIONES	
14-15								
	49	14:17	20	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.90
	50	14:17	0	NO PLANTA	GRIS	10	1	1.08
	51	14:40	13	NO PLANTA	BLANCO	20	0	1.37
	52	14:52	12	NO PLANTA	GRIS	15	0	1.60
15-16								
	53	15:05	13	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.43
	54	15:10	5	NO PLANTA	GRIS	16	0	1.12
	55	15:14	4	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.30
	56	15:15	1	NO PLANTA	GRIS	10	1	0.98
	57	15:16	1	NO PLANTA	GRIS	20	1	0.57
	58	15:17	1	NO PLANTA	GRIS	38	2	0.52
	59	15:17	0	NO PLANTA	GRIS	10	2	0.63
	80	15:21	4	NO PLANTA	GRIS	35	0	0.35
	81	15:34	13	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.25
	82	15:36	2	NO PLANTA	GRIS	40	0	1.02
	63	15:48	12	NO PLANTA	GRIS	5	0	0.98
	64	15:52	4	PLANTA	GRIS	40	0	1.25
16-17								
	65	16:00	8	NO PLANTA	GRIS	22	0	2.65
	66	16:03	3	NO PLANTA	BLANCO	2	1	0.82
	67	16:09	6	NO PLANTA	GRIS	18	0	1.12
	68	16:14	5	NO PLANTA	GRIS	18	0	1.42
	69	16:21	7	NO PLANTA	GRIS	20	0	0.88
	70	16:33	12	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.45
	71	16:38	5	NO PLANTA	GRIS	18	0	0.62
	72	16:44	6	NO PLANTA	GRIS	15	0	0.45



## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 17 MAY 91

HOJA 1/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES	
8-9								
	1	8:30	0	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	1	0.83
	2	8:45	15	NO PLANTA	GRIS	5	0	0.83
	3	8:46	1	NO PLANTA	GRIS	35	1	1.32
	4	8:46	0	NO PLANTA	GRIS	20	2	1.10
	5	8:47	1	NO PLANTA	GRIS	12	3	0.93
	6	8:47	0	NO PLANTA	GRIS	10	4	1.57
9-10								
	7	9:00	13	PLANTA	GRIS	5	0	0.67
	8	9:06	6	NO PLANTA	GRIS	25	0	0.85
	9	9:15	9	NO PLANTA	GRIS	12	0	0.63
	10	9:26	11	NO PLANTA	MIXTO	2 G - 1 B	0	1.27
	11	9:39	13	NO PLANTA	BLANCO	1	0	1.45
	12	9:43	4	PLANTA	GRIS	17	1	0.93
10-11								
	13	10:07	24	PLANTA	GRIS	20	0	1.83
	14	10:13	6	PLANTA	GRIS	20	0	2.28
	15	10:18	5	NO PLANTA	GRIS	10	0	1.43
	16	10:24	6	PLANTA	GRIS	20	0	1.20
	17	10:29	5	NO PLANTA	GRIS	30	0	0.23
	18	10:31	2	NO PLANTA	GRIS	20	1	1.37
	19	10:32	1	PLANTA	GRIS	10	1	1.37
	20	10:32	0	NO PLANTA	MIXTO	19 G - 1 B	2	1.58
	21	10:42	10	NO PLANTA	GRIS	20	0	1.08
	22	10:54	12	NO PLANTA	GRIS	10	0	0.70
	23	10:55	1	NO PLANTA	GRIS	10	1	1.33

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 17 MAY 91

HOJA 2/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS.	OBSERVACIONES	
	24	10:58	3	NO PLANTA	GRIS	20	0	3.00
11-12								
	25	11:07	9	NO PLANTA	GRIS	12	0	1.52
	26	11:08	1	NO PLANTA	GRIS	35	1	1.60
	27	11:09	1	NO PLANTA	GRIS	14	2	2.00
	28	11:09	0	NO PLANTA	GRIS	20	3	1.00
	29	11:15	1	NO PLANTA	GRIS	9	0	0.92
	30	11:15	0	NO PLANTA	GRIS	12	1	0.83
	31	11:24	9	NO PLANTA	GRIS	15	0	0.90
14-15								
	32	14:44	44	NO PLANTA	GRIS	20	--	1.18
	33	14:46	2	NO PLANTA	GRIS	10	--	1.12
15-16								
	34	15:09	23	NO PLANTA	GRIS	20	--	1.25
	35	15:10	1	NO PLANTA	GRIS	10	--	0.75
	36	15:11	1	NO PLANTA	GRIS	10	--	1.30
	37	15:13	2	NO PLANTA	GRIS	21	--	1.18
	38	15:15	2	NO PLANTA	GRIS	18	--	1.10
	39	15:15	0	NO PLANTA	BLANCO	40	--	0.33
	40	15:16	1	NO PLANTA	GRIS	15	--	0.53
	41	15:16	0	NO PLANTA	MIXTO	18 G - 2 B	--	0.93
	42	15:17	1	NO PLANTA	GRIS	30	--	0.57
	43	15:18	1	NO PLANTA	GRIS	12	--	0.53
	44	15:25	7	NO PLANTA	GRIS	16	--	1.65
	45	15:31	6	NO PLANTA	GRIS	40	--	0.98
	46	15:34	3	NO PLANTA	GRIS	18	--	1.48

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 17 MAY 91

HOJA 3/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES	
	47	15:40	6	NO PLANTA	GRIS	12	—	0.67
	48	15:41	1	NO PLANTA	GRIS	12	—	0.97
	49	15:47	6	NO PLANTA	GRIS	40	—	1.30
	50	15:50	3	NO PLANTA	GRIS	12	—	1.18
	51	15:51	1	NO PLANTA	GRIS	15	—	0.70
	52	15:56	5	NO PLANTA	GRIS	40	—	1.03
	53	15:50	3	NO PLANTA	GRIS	20	—	0.83
16-17								
	54	16:00	2	PLANTA	MIXTO	38 G - 2 B	—	0.92
	55	16:00	0	NO PLANTA	GRIS	14	—	0.68
	56	16:04	4	NO PLANTA	GRIS	12	—	0.53
	57	16:06	2	NO PLANTA	BLANCO	40	—	0.78
	58	16:06	0	NO PLANTA	GRIS	5	—	1.10
	59	16:13	7	PLANTA	MIXTO	35 G - 5 B	—	3.98
	60	16:17	4	NO PLANTA	GRIS	25	—	1.10
	61	16:25	8	NO PLANTA	GRIS	20	—	0.60
	62	16:29	4	NO PLANTA	GRIS	15	—	0.55
	63	16:31	2	NO PLANTA	GRIS	3.5	—	1.53
	64	16:32	1	NO PLANTA	GRIS	10	—	0.85
	65	16:36	4	NO PLANTA	GRIS	20	—	0.87
	66	16:41	5	PLANTA	MIXTO	37 G - 3 B	—	1.80
	67	16:45	4	NO PLANTA	MIXTO	16 G - 2 B	—	0.75
	68	16:46	2	NO PLANTA	GRIS	20	—	0.60
	69	16:46	0	NO PLANTA	GRIS	10	—	0.53
	70	16:56	10	PLANTA	GRIS	36	—	1.40
	71	16:56	0	PLANTA	GRIS	20	—	1.40



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 27/MAY/91

HOJA 1/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:09	9	PLANTA	GRIS	10	
	2	8:11	2	PLANTA	GRIS	20	
	3	8:26	15	NO PLANTA	GRIS	40	
	4	8:27	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	5	8:28	1	PLANTA	GRIS	10	
	6	8:28	0	PLANTA	GRIS	20	
	7	8:28	0	PLANTA	GRIS	18	
	8	8:29	1	PLANTA	GRIS	40	
	9	8:30	1	NO PLANTA	BLANCO	2	
	10	8:31	1	NO PLANTA	GRIS	17	
	11	8:31	0	NO PLANTA	MIXTO	20 G - 20 B	
	12	8:31	0	NO PLANTA	GRIS	12	
	13	8:34	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	14	8:40	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	15	8:43	3	NO PLANTA	GRIS	14	
	16	8:44	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	17	8:48	4	NO PLANTA	GRIS	15	
	18	8:48	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	19	8:49	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	20	8:59	10	PLANTA	GRIS	20	
9-10							
	21	9:00	1	NO PLANTA	GRIS	35	
	22	9:03	3	PLANTA	GRIS	10	
	23	9:04	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	24	9:05	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	25	9:09	4	NO PLANTA	GRIS	10	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 27/MAY/91

HOJA 2/6

HORA	NUM DE GTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:18	9	NO PLANTA	GRIS	20	
	27	9:19	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	28	9:21	2	NO PLANTA	MIXTO	27 G - 9 B	
	29	9:27	6	NO PLANTA	GRIS	40	
	30	9:27	0	NO PLANTA	GRIS	16	
	31	9:28	1	NO PLANTA	GRIS	10 G - 10 B	
	32	9:35	7	PLANTA	GRIS	20	
	33	9:35	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	34	9:40	5	PLANTA	GRIS	20	
	35	9:41	1	PLANTA	GRIS	10	
	36	9:42	1	PLANTA	GRIS	10	
	37	9:43	1	NO PLANTA	GRIS	25	
	38	9:46	3	NO PLANTA	MIXTO	1 G - 2 B	
	39	9:46	0	NO PLANTA	GRIS	18	
	40	9:49	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	41	9:52	3	NO PLANTA	GRIS	3	
	42	9:55	3	NO PLANTA	GRIS	18	
10-11							
	43	10:00	5	PLANTA	GRIS	10	
	44	10:15	15	NO PLANTA	GRIS	20	
	45	10:16	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	46	10:16	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	47	10:20	4	NO PLANTA	BLANCO	20	
	48	10:20	0	NO PLANTA	GRIS	16	
	49	10:23	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	50	10:24	1	NO PLANTA	BLANCO	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA: 27/MAY/81

HOJA 3/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	51	10:32	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	52	10:38	6	NO PLANTA	GRIS	18	
	53	10:39	1	PLANTA	BLANCO	10	
	54	10:40	1	PLANTA	GRIS	20	
	55	10:42	2	NO PLANTA	GRIS	10	
11-12							
	56	11:29	47	NO PLANTA	GRIS	20	
	57	11:31	2	NO PLANTA	BLANCO	20	
	58	11:32	1	NO PLANTA	GRIS	3	
	59	11:32	0	PLANTA	GRIS	20	
	60	11:33	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	61	11:35	2	NO PLANTA	GRIS	40	
	62	11:37	2	PLANTA	GRIS	20	
	63	11:38	1	NO PLANTA	BLANCO	10	
	64	11:39	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	65	11:53	14	PLANTA	BLANCO	10	®
12-13							
	66	12:01	8	NO PLANTA	GRIS	3	
	67	12:02	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	68	12:04	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	69	12:06	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	70	12:14	8	NO PLANTA	GRIS	4	
	71	12:18	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	72	12:18	0	NO PLANTA	GRIS	40	
	73	12:24	6	NO PLANTA	GRIS	21	
	74	12:29	5	NO PLANTA	GRIS	5	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 27/MAY/91

HOJA 4/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	75	12:33	4	PLANTA	GRIS	10	
	76	12:34	1	PLANTA	GRIS	20	
	77	12:37	3	NO PLANTA	GRIS	1	
	78	12:39	2	PLANTA	GRIS	15	
	79	12:49	10	NO PLANTA	MIXTO	10 G - 10 B	
	80	12:54	5	NO PLANTA	GRIS	40	
13-14							
	81	13:04	10	NO PLANTA	GRIS	10	
	82	13:07	3	NO PLANTA	GRIS	12	
	83	13:12	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	84	13:13	1	NO PLANTA	MIXTO	16 G - 2 B	
	85	13:14	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	86	13:15	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	87	13:34	19	PLANTA	GRIS	36	
	88	13:35	1	NO PLANTA	GRIS	16	
	89	13:40	5	NO PLANTA	GRIS	10	
14-15							
	90	14:24	44	PLANTA	GRIS	10	
	91	14:28	4	NO PLANTA	GRIS	5	
	92	14:40	12	NO PLANTA	GRIS	40	
15-16							
	93	15:09	29	NO PLANTA	GRIS	18	
	94	15:14	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	95	15:16	2	NO PLANTA	GRIS	19	
	96	15:16	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	97	15:19	3	NO PLANTA	GRIS	16	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 27/MAY/91

HOJA 5/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	98	15:21	2	NO PLANTA	GRIS	35	
	99	15:22	1	NO PLANTA	GRIS	14	
	100	15:32	10	NO PLANTA	GRIS	35	
	101	15:35	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	102	15:35	0	NO PLANTA	GRIS	12	
	103	15:36	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	104	15:36	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	105	15:40	4	NO PLANTA	GRIS	4	
	106	15:44	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	107	15:45	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	108	15:50	5	NO PLANTA	GRIS	15	
	109	15:56	6	PLANTA	GRIS	10	
16-17							
	110	16:14	18	NO PLANTA	GRIS	30	
	111	16:15	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	112	16:16	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	113	16:22	6	NO PLANTA	BLANCO	20	
	114	16:31	9	NO PLANTA	GRIS	10	
	115	16:34	3	NO PLANTA	GRIS	17	
	116	16:38	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	117	16:44	6	NO PLANTA	GRIS	40	
17-18							
	118	17:14	30	NO PLANTA	GRIS	35	
	119	17:14	0	NO PLANTA	BLANCO	35	
	120	17:18	4	PLANTA	GRIS	20	
	121	17:20	2	PLANTA	GRIS	40	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 29/MAY/91

HOJA 1/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:02		NO PLANTA	GRIS	10	
	2	8:06	4	NO PLANTA	GRIS	6	
	3	8:09	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	4	8:13	4	PLANTA	GRIS	10	
	5	8:13	0	PLANTA	GRIS	10	
	6	8:19	6	PLANTA	GRIS	10	
	7	8:21	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	8	8:35	14	NO PLANTA	MIXTO	25 G - 10 B	
	9	8:37	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	10	8:43	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	11	8:43	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	12	8:47	4	NO PLANTA	GRIS	30	
	13	8:48	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	14	8:50	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	15	8:51	1	PLANTA	GRIS	10	
	16	8:52	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	17	8:56	4	PLANTA	BLANCO	---	
9-10							
	18	9:01	5	NO PLANTA	GRIS	40	
	19	9:02	1	NO PLANTA	GRIS	35	
	20	9:09	7	PLANTA	GRIS	20	
	21	9:16	7	PLANTA	GRIS	20	
	22	9:18	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	23	9:19	1	NO PLANTA	GRIS	17	
	24	9:20	1	NO PLANTA	BLANCO	1	
	25	9:21	1	NO PLANTA	GRIS	8	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 29/MAY/91

HOJA 2/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:21	0	NO PLANTA	GRIS	25	
	27	9:21	0	NO PLANTA	GRIS	40	
	28	9:35	14	NO PLANTA	GRIS	30	
	29	9:36	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	30	9:41	5	PLANTA	BLANCO	10	
	31	9:43	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	32	9:45	2	NO PLANTA	MIXTO	35 G - 5 B	
	33	9:46	1	NO PLANTA	MIXTO	16 G - 2 B	
	34	9:48	2	PLANTA	GRIS	20	
	35	9:51	3	NO PLANTA	GRIS	12	
	36	9:54	3	PLANTA	MIXTO	9 G - 1 B	
	37	9:58	4	NO PLANTA	BLANCO	42	
10-11							
	38	10:11	13	PLANTA	GRIS	22	
	39	10:12	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	40	10:14	2	NO PLANTA	GRIS	16	
	41	10:17	3	PLANTA	GRIS	20	
	42	10:25	8	NO PLANTA	GRIS	10	
	43	10:33	8	NO PLANTA	MIXTO	14 G - 4 B	
	44	10:37	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	45	10:39	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	46	10:40	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	47	10:41	1	NO PLANTA	GRIS	13	
	48	10:43	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	49	10:44	1	PLANTA	GRIS	36	
	50	10:45	1	NO PLANTA	GRIS	21	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 29/MAY/91

HOJA 3/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	51	10:50	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	52	10:57	7	NO PLANTA	GRIS	16	
11-12							
	53	11:00	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	54	11:15	15	NO PLANTA	GRIS	40	
	55	11:16	1	NO PLANTA	BLANCO	40	
	56	11:17	1	NO PLANTA	BLANCO	12	
	57	11:19	2	NO PLANTA	GRIS	12	
	58	11:26	7	NO PLANTA	GRIS	10	
	59	11:36	10	NO PLANTA	GRIS	40	
	60	11:39	3	NO PLANTA	GRIS	5	
	61	11:50	11	NO PLANTA	GRIS	20	
12-13							
	62	12:00	10	NO PLANTA	GRIS	17	
	63	12:01	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	64	12:04	3	NO PLANTA	GRIS	17	
	65	12:06	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	66	12:21	15	NO PLANTA	GRIS	12	
	67	12:25	4	PLANTA	GRIS	18	
	68	12:25	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	69	12:31	6	NO PLANTA	GRIS	40	
	70	12:33	2	PLANTA	GRIS	10	
	71	12:34	1	PLANTA	GRIS	10	
	72	12:35	1	PLANTA	GRIS	10	
	73	12:36	1	PLANTA	GRIS	10	
	74	12:37	1	PLANTA	GRIS	10	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 29/MAY/91

HOJA 4/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	75	12:37	0	PLANTA	GRIS	20	
	76	12:40	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	77	12:45	5	NO PLANTA	GRIS	20	
	78	12:46	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	79	12:46	0	PLANTA	GRIS	32	
	80	12:47	1	NO PLANTA	GRIS	18	
	81	12:48	1	NO PLANTA	GRIS	10	
13-14							
	82	13:05	17	PLANTA	GRIS	10	
	83	13:07	2	NO PLANTA	GRIS	12	
	84	13:10	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	85	13:14	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	86	13:24	10	NO PLANTA	GRIS	20	
	87	13:36	12	NO PLANTA	GRIS	15	
	88	13:37	1	NO PLANTA	GRIS	18	
	89	13:39	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	90	13:45	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	91	13:51	6	NO PLANTA	GRIS	14	
	92	13:59	8	PLANTA	GRIS	36	
14-15							
	93	14:03	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	94	14:29	26	NO PLANTA	GRIS	20	
	95	14:34	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	96	14:43	9	NO PLANTA	GRIS	10	
15-16							
	97	15:00	17	NO PLANTA	GRIS	15	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 29/MAY/91

HOJA 5/6

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	98	15:15	15	NO PLANTA	GRIS	20	
	99	15:17	2	NO PLANTA	GRIS	21	
	100	15:18	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	101	15:22	4	NO PLANTA	MIXTO	20 G - 20 B	
	102	15:23	1	NO PLANTA	MIXTO	38 G - 2 B	
	103	15:31	8	NO PLANTA	GRIS	40	
	104	15:33	2	PLANTA	GRIS	40	
	105	15:35	2	PLANTA	GRIS	10	
	106	15:38	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	107	15:45	7	NO PLANTA	MIXTO	35 G - 5 B	
	108	15:49	4	NO PLANTA	BLANCO	3	
	109	15:56	7	PLANTA	GRIS	12.5	
16-17							
	110	16:01	5	NO PLANTA	GRIS	16	
	111	16:01	0	NO PLANTA	GRIS	18	
	112	16:10	9	NO PLANTA	GRIS	16	
	113	16:12	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	114	16:22	10	NO PLANTA	GRIS	35	
	115	16:28	6	NO PLANTA	GRIS	8	
	116	16:33	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	117	16:33	0	NO PLANTA	GRIS	40	
	118	16:38	5	NO PLANTA	GRIS	18	
	119	16:41	3	NO PLANTA	GRIS	36	
	120	16:48	7	NO PLANTA	GRIS	40	
	121	16:50	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	122	16:56	6	NO PLANTA	GRIS	40	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 30/MAY/91

HOJA 1/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:23	--	NO PLANTA	GRIS	29	
	2	8:28	5	NO PLANTA	BLANCO	32	
	3	8:29	1	NO PLANTA	GRIS	18	
	4	8:40	11	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	
	5	8:41	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	6	8:43	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	7	8:59	16	PLANTA	MIXTO	16 G - 1 B	
9-10							
	8	9:02	3	NO PLANTA	GRIS	30	
	9	9:06	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	10	9:12	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	11	9:25	13	PLANTA	GRIS	10	
	12	9:26	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	13	9:35	9	NO PLANTA	GRIS	32	
	14	9:35	0	NO PLANTA	GRIS	14	
	15	9:36	1	NO PLANTA	MIXTO	3 G - 1 B	
	16	9:39	3	PLANTA	GRIS	20	
	17	9:41	2	NO PLANTA	GRIS	15	
10-11							
	18	10:02	16	PLANTA	GRIS	10	
	19	10:10	8	PLANTA	GRIS	10	
	20	10:15	5	NO PLANTA	GRIS	17	
	21	10:21	6	NO PLANTA	MIXTO	10 G - 2 B	
	22	10:23	2	NO PLANTA	BLANCO	2	
	23	10:27	4	NO PLANTA	GRIS	18	
	24	10:28	1	NO PLANTA	GRIS	16	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 30/MAY/91

HOJA 2/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	25	10:28	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	26	10:37	9	NO PLANTA	GRIS	20	
	27	10:40	3	NO PLANTA	GRIS	33	
	28	10:42	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	29	10:43	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	30	10:47	4	NO PLANTA	GRIS	16	
	31	10:49	2	NO PLANTA	GRIS	10	
11-12							
	32	11:08	19	NO PLANTA	GRIS	21	
	33	11:09	1	NO PLANTA	GRIS	12	
	34	11:18	9	NO PLANTA	GRIS	5	
	35	11:20	2	NO PLANTA	GRIS	16	
	36	11:22	2	NO PLANTA	GRIS	40	
	37	11:24	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	38	11:26	2	NO PLANTA	GRIS	5	
	39	11:30	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	40	11:57	27	NO PLANTA	MIXTO	18 G - 2 B	
12-13							
	41	12:05	8	NO PLANTA	GRIS	30	
	42	12:09	4	NO PLANTA	GRIS	14.5	
	43	12:12	3	NO PLANTA	GRIS	30	
	44	12:24	12	NO PLANTA	GRIS	20	
	45	12:27	3	NO PLANTA	GRIS	19	
	46	12:51	24	NO PLANTA	GRIS	10	
	47	12:59	8	NO PLANTA	GRIS	30	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 30/MAY/91

HOJA 3/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
13-14							
	48	13:02	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	49	13:26	24	NO PLANTA	GRIS	10	
	50	13:32	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	51	13:40	8	NO PLANTA	GRIS	40	
14-15							
	52	14:19	39	NO PLANTA	GRIS	14	
	53	14:39	20	NO PLANTA	GRIS	10	
	54	14:44	5	NO PLANTA	GRIS	10	
15-16							
	55	15:13	29	NO PLANTA	GRIS	15	
	56	15:19	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	57	15:23	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	58	15:28	5	PLANTA	GRIS	40	
	59	15:29	1	PLANTA	GRIS	20	
	60	15:34	5	NO PLANTA	GRIS	15	
	61	15:40	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	62	15:51	11	NO PLANTA	GRIS	20	
	63	15:58	7	NO PLANTA	GRIS	22	
16-17							
	64	16:05	7	PLANTA	GRIS	40	
	65	16:22	17	NO PLANTA	GRIS	10	
	66	16:33	11	PLANTA	MIXTO	38 G - 2 B	
	67	16:35	2	PLANTA	GRIS	40	
	68	16:37	2	NO PLANTA	GRIS	45	
	69	16:42	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	70	16:46	4	NO PLANTA	GRIS	40	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 1/JUL/91

HOJA 1/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:00	—	NO PLANTA	GRIS	15	
	2	8:01	1	NO PLANTA	GRIS	11	
	3	8:11	10	NO PLANTA	GRIS	15	
	4	8:12	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	5	8:17	5	NO PLANTA	GRIS	20	
	6	8:17	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	7	8:18	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	8	8:19	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	9	8:21	2	NO PLANTA	MIXTO	16 G - 2 B	
	10	8:29	8	NO PLANTA	GRIS	13	
	11	8:32	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	12	8:32	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	13	8:33	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	14	8:45	12	NO PLANTA	GRIS	15	
	15	8:51	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	16	8:53	2	PLANTA	BLANCO	10	
	17	8:54	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	18	8:58	4	NO PLANTA	GRIS	35	
9-10							
	19	9:00	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	20	9:04	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	21	9:16	12	NO PLANTA	MIXTO	8 G - 8 B	
	22	9:25	9	PLANTA	GRIS	10	
	23	9:28	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	24	9:28	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	25	9:35	7	NO PLANTA	GRIS	15	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 1/JUL/91

HOJA 2/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:38	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	27	9:38	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	28	9:43	5	PLANTA	GRIS	20	
	29	9:45	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	30	9:54	9	NO PLANTA	GRIS	30	
	31	9:56	2	NO PLANTA	GRIS	14	
10-11							
	32	10:00	4	PLANTA	GRIS	10	
	33	10:01	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	34	10:03	3	NO PLANTA	GRIS	12	
	35	10:05	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	36	10:05	0	NO PLANTA	GRIS	9	
	37	10:01	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	38	10:12	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	39	10:14	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	40	10:16	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	41	10:25	9	NO PLANTA	MIXTO	20 G - 10 B	
	42	10:45	20	NO PLANTA	GRIS	20	
	43	10:52	7	NO PLANTA	GRIS	20	
	44	10:54	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	45	10:54	0	NO PLANTA	GRIS	15	
11-12							
	46	11:00	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	47	11:09	9	NO PLANTA	GRIS	10	
	48	11:11	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	49	11:15	4	PLANTA	GRIS	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 1/JUL/91

HOJA 3/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	50	11:19	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	51	11:19	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	52	11:26	7	NO PLANTA	GRIS	12	
	53	11:26	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	54	11:41	15	NO PLANTA	GRIS	15	
	55	11:46	5	NO PLANTA	GRIS	45	
	56	11:57	11	PLANTA	GRIS	20	
12-13							
	57	12:09	12	NO PLANTA	MIXTO	12 G - 3 B	
	58	12:14	5	NO PLANTA	GRIS	12	
	59	12:14	0	NO PLANTA	GRIS	21	
	60	12:20	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	61	12:37	17	NO PLANTA	GRIS	10	
	63	12:37	0	PLANTA	GRIS	17	
	64	12:51	14	NO PLANTA	MIXTO	25 G - 10 B	
	65	12:51	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	66	12:57	6	NO PLANTA	GRIS	20	
13-14							
	67	13:00	3	PLANTA	GRIS	10	
	68	13:30	30	NO PLANTA	MIXTO	25 G - 10 B	
	69	13:36	6	PLANTA	GRIS	10	
14-15							
	70	14:11	35	NO PLANTA	GRIS	10	
	71	14:39	18	NO PLANTA	GRIS	15	
	72	14:47	9	NO PLANTA	GRIS	15	
	73	14:54	7	NO PLANTA	GRIS	10	



## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 8/JUL/91

HOJA 1/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	7:59	--	NO PLANTA	GRIS	15	
	2	8:02	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	3	8:13	11	NO PLANTA	GRIS	18	
	4	8:14	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	5	8:14	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	6	8:18	4	PLANTA	GRIS	10	
	7	8:18	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	8	8:24	6	NO PLANTA	GRIS	22	
	9	8:24	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	10	8:25	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	11	8:25	0	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	
	12	8:25	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	13	8:34	9	NO PLANTA	MIXTO	1 G - 2 B	
	14	8:40	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	15	8:42	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	16	8:47	5	NO PLANTA	GRIS	15	
	17	8:49	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	18	8:53	4	NO PLANTA	GRIS	15	
	19	8:58	5	NO PLANTA	GRIS	35	
9-10							
	20	9:01	3	PLANTA	GRIS	10	
	21	9:05	4	PLANTA	BLANCO	10	
	22	9:09	4	PLANTA	GRIS	15	
	23	9:09	0	PLANTA	GRIS	10	
	24	9:10	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	25	9:13	3	NO PLANTA	GRIS	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 8/JUL/91

HOJA 2/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:15	2	NO PLANTA	GRIS	40	
	27	9:15	0	NO PLANTA	BLANCO	4	
	28	9:15	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	29	9:19	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	30	9:22	3	PLANTA	GRIS	20	
	31	9:22	0	NO PLANTA	GRIS	40	
	32	9:22	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	33	9:23	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	34	9:24	1	NO PLANTA	GRIS	30	
	35	9:26	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	36	9:28	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	37	9:30	2	PLANTA	GRIS	10	
	38	9:33	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	39	9:36	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	40	9:42	6	NO PLANTA	GRIS	15	
	41	9:53	11	NO PLANTA	GRIS	40	
	42	9:56	3	NO PLANTA	BLANCO	40	
	43	9:58	2	NO PLANTA	BLANCO	32	
	44	9:58	0	NO PLANTA	BLANCO	1	
10-11							
	45	10:01	3	NO PLANTA	MIXTO	20 G - 5 B	
	46	10:02	1	NO PLANTA	GRIS	19	
	47	10:06	4	NO PLANTA	GRIS	16	
	48	10:13	7	NO PLANTA	GRIS	5	
	49	10:15	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	50	10:28	13	NO PLANTA	GRIS	15	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 8/JUL/91

HOJA 3/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	51	10:33	5	NO PLANTA	GRIS	21	
	52	10:34	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	53	10:35	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	54	10:36	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	55	10:42	6	NO PLANTA	GRIS	40	
	56	10:47	5	NO PLANTA	GRIS	15	
	57	10:50	3	NO PLANTA	GRIS	14	
11-12							
	58	11:01	11	NO PLANTA	GRIS	15	
	59	11:06	5	PLANTA	GRIS	20	
	60	11:14	8	NO PLANTA	GRIS	10	
	61	11:15	1	NO PLANTA	GRIS	18	
	62	11:21	6	NO PLANTA	GRIS	16	
	63	11:32	11	NO PLANTA	GRIS	20	
	64	11:33	1	NO PLANTA	BLANCO	2	
	65	11:33	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	66	11:37	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	67	11:47	10	NO PLANTA	GRIS	20	
12-13							
	68	12:17	30	NO PLANTA	GRIS	20	
	69	12:23	6	PLANTA	GRIS	10	
	70	12:27	4	PLANTA	GRIS	10	
	71	12:28	1	PLANTA	GRIS	10	
	72	12:28	0	PLANTA	GRIS	10	
	73	12:38	10	NO PLANTA	GRIS	15	
	74	12:43	5	NO PLANTA	GRIS	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 8/JUL/91

HOJA 4/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	75	12:48	5	NO PLANTA	GRIS	30	
	76	12:54	6	NO PLANTA	GRIS	35	
	77	12:55	1	PLANTA	GRIS	10	
	78	12:55	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	79	12:58	1	PLANTA	GRIS	17	
	80	12:58	0	NO PLANTA	GRIS	10	
13-14							
	81	13:01	5	NO PLANTA	GRIS	12	
	82	13:02	1	NO PLANTA	GRIS	35	
	83	13:03	1	PLANTA	GRIS	10	
	84	13:13	10	NO PLANTA	GRIS	20	
	85	13:27	14	NO PLANTA	GRIS	10	
	86	13:39	12	NO PLANTA	GRIS	18	
14-15							
	87	14:30	51	NO PLANTA	GRIS	15	
15-16							
	88	15:03	33	NO PLANTA	GRIS	20	
	89	15:15	12	NO PLANTA	GRIS	15	
	90	15:17	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	91	15:26	9	NO PLANTA	GRIS	28	
	92	15:36	10	NO PLANTA	MIXTO	39 G - 1 B	
	93	15:36	0	NO PLANTA	GRIS	35	
16-17							
	94	16:04	28	NO PLANTA	GRIS	10	
	95	16:08	4	NO PLANTA	BLANCO	40	
	96	16:09	1	NO PLANTA	GRIS	18	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 9/JUL/91

HOJA 1/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:00	--	NO PLANTA	GRIS	15	
	2	8:04	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	3	8:14	10	NO PLANTA	MIXTO	14 G - 4 B	
	4	8:18	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	5	8:22	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	6	8:23	1	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	
	7	8:26	3	NO PLANTA	GRIS	25	
	8	8:26	0	NO PLANTA	GRIS	16	
	9	8:27	1	NO PLANTA	GRIS	30	
	10	8:28	1	NO PLANTA	GRIS	14	
	11	8:28	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	12	8:29	1	PLANTA	BLANCO	10	
	13	8:29	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	14	8:30	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	15	8:30	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	16	8:33	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	17	8:33	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	18	8:35	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	19	8:36	1	NO PLANTA	GRIS	9	
	20	8:37	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	21	8:45	8	NO PLANTA	BLANCO	20	
	22	8:47	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	23	8:55	8	NO PLANTA	BLANCO	40	
	24	8:56	1	NO PLANTA	MIXTO	38 G - 2 B	
	25	8:58	2	NO PLANTA	GRIS	40	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 9/JUL/91

HOJA 2/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CUENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
9-10							
	26	9:09	11	NO PLANTA	GRIS	16	
	27	9:16	7	NO PLANTA	GRIS	20	
	28	9:20	4	PLANTA	MIXTO	9 G - 1 B	
	29	9:29	9	NO PLANTA	GRIS	15	
	30	9:43	14	NO PLANTA	GRIS	20	
	31	9:46	3	PLANTA	MIXTO	9.5 G - .5 B	
	32	9:47	1	NO PLANTA	GRIS	15	
10-11							
	33	10:01	14	NO PLANTA	GRIS	10	
	34	10:02	1	NO PLANTA	GRIS	35	
	35	10:10	8	NO PLANTA	GRIS	10	
	36	10:17	7	PLANTA	GRIS	10	
	37	10:17	0	PLANTA	GRIS	10	
	38	10:21	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	39	10:24	3	PLANTA	GRIS	10	
	40	10:27	3	NO PLANTA	GRIS	27	
	41	10:29	2	NO PLANTA	GRIS	45	
	42	10:35	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	43	10:39	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	44	10:39	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	45	10:42	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	46	10:43	1	PLANTA	GRIS	20	
	47	10:53	10	NO PLANTA	GRIS	10	
	48	10:55	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	49	10:59	4	NO PLANTA	GRIS	16	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 9/JUL/91

HOJA 3/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
11-12							
	50	11:06	7	NO PLANTA	GRIS	10	
	51	11:09	3	PLANTA	GRIS	40	
	52	11:14	5	NO PLANTA	MIXTO	17 G - 3 B	
	53	11:19	5	NO PLANTA	GRIS	18	
	54	11:20	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	55	11:23	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	56	11:28	5	NO PLANTA	GRIS	36	
	57	11:33	5	NO PLANTA	MIXTO	7 G - 1 B	
	58	11:51	18	NO PLANTA	GRIS	3	
	59	11:53	2	NO PLANTA	GRIS	21	
12-13							
	60	12:07	14	NO PLANTA	MIXTO	8 G - 10 B	
	61	12:09	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	62	12:09	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	63	12:29	20	PLANTA	GRIS	5	
	64	12:45	16	PLANTA	GRIS	5	
	65	12:46	1	PLANTA	GRIS	5	
	66	12:47	1	NO PLANTA	GRIS	20	
13-14							
	67	13:06	19	PLANTA	GRIS	18	
	68	13:06	0	NO PLANTA	GRIS	17	
	69	13:08	2	NO PLANTA	GRIS	35	
	70	13:16	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	71	13:23	7	NO PLANTA	GRIS	20	
	72	13:24	1	NO PLANTA	GRIS	25	
	73	13:28	4	NO PLANTA	GRIS	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 09/JUL/91

HOJA 4/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	74	13:30	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	75	13:42	12	NO PLANTA	GRIS	15	
	76	13:50	8	NO PLANTA	GRIS	16	
	77	13:55	5	NO PLANTA	GRIS	12	
14-15							
	78	14:27	32	NO PLANTA	GRIS	15	
	79	14:29	2	PLANTA	GRIS	17	
	80	14:33	4	NO PLANTA	GRIS	12	
	81	14:59	26	NO PLANTA	GRIS	30	
15-16							
	82	15:16	17	NO PLANTA	GRIS	20	
	83	15:17	1	NO PLANTA	BLANCO	40	
	84	15:17	0	NO PLANTA	BLANCO	35	
	85	15:18	1	NO PLANTA	GRIS	12	
	86	15:20	2	NO PLANTA	GRIS	35	
	87	15:25	5	NO PLANTA	GRIS	18	
	88	15:26	1	NO PLANTA	GRIS	12	
	89	15:29	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	90	15:29	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	91	15:32	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	92	15:39	7	NO PLANTA	GRIS	11	
	93	15:56	17	NO PLANTA	GRIS	30	
16-17							
	94	16:20	24	NO PLANTA	GRIS	15	
	95	16:33	13	NO PLANTA	GRIS	15	
	96	16:45	12	NO PLANTA	GRIS	40	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 10/JUL/91

HOJA 1/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:05	---	NO PLANTA	GRIS	20	
	2	8:12	7	NO PLANTA	GRIS	20	
	3	8:14	2	NO PLANTA	GRIS	3	
	4	8:14	0	PLANTA	BLANCO	10	
	5	8:19	5	NO PLANTA	MIXTO	16 G - 2 B	
	6	8:20	1	NO PLANTA	MIXTO	19 G - 1 B	
	7	8:20	0	NO PLANTA	MIXTO	17 G - 2 B	
	8	8:20	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	9	8:21	1	NO PLANTA	BLANCO	40	
	10	8:23	2	NO PLANTA	GRIS	16	
	11	8:24	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	12	8:27	3	NO PLANTA	GRIS	27	
	13	8:27	0	NO PLANTA	GRIS	14	
	14	8:29	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	15	8:30	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	16	8:31	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	17	8:36	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	18	8:42	6	NO PLANTA	GRIS	35	
	19	8:44	2	NO PLANTA	GRIS	35	
	20	8:50	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	21	8:52	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	22	8:57	5	PLANTA	BLANCO	15	
9-10							
	23	9:03	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	24	9:03	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	25	9:05	2	NO PLANTA	GRIS	11	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 10/JUL/91

HOJA 2/5

HORA	NUM DE OTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:11	6	NO PLANTA	GRIS	15	
	27	9:13	2	NO PLANTA	GRIS	30	
	28	9:14	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	29	9:17	3	PLANTA	GRIS	20	
	30	9:18	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	31	9:21	3	PLANTA	BLANCO	10	
	32	9:29	8	NO PLANTA	MIXTO	8 G - 10 B	
	33	9:30	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	34	9:41	11	PLANTA	GRIS	10	
	35	9:43	2	PLANTA	GRIS	10	
	36	9:44	1	NO PLANTA	GRIS	30	
	37	9:46	2	PLANTA	GRIS	15	
	38	9:49	3	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	
	39	9:49	0	NO PLANTA	GRIS	21	
	40	9:54	5	NO PLANTA	GRIS	12	
	41	9:58	4	NO PLANTA	GRIS	30	
	42	9:58	0	NO PLANTA	GRIS	25	
	43	9:59	1	NO PLANTA	GRIS	20	
10-11							
	44	10:08	9	NO PLANTA	GRIS	18	
	45	10:22	14	NO PLANTA	GRIS	10	
	46	10:43	21	NO PLANTA	GRIS	20	
	47	10:44	1	NO PLANTA	MIXTO	27 G - 3 B	
	48	10:46	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	49	10:49	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	50	10:53	4	NO PLANTA	GRIS	20	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 10/JUL/91

HOJA 3/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	51	10:53	0	NO PLANTA	GRIS	15	
	52	10:57	4	NO PLANTA	BLANCO	5	
	53	10:58	1	NO PLANTA	GRIS	35	
11-12							
	54	11:06	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	55	11:10	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	56	11:20	10	NO PLANTA	BLANCO	10	
	57	11:24	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	58	11:32	8	NO PLANTA	GRIS	10	
	59	11:34	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	60	11:42	8	PLANTA	BLANCO	20	
	61	11:50	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	62	11:53	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	63	11:55	2	PLANTA	GRIS	20	
	64	11:57	2	NO PLANTA	BLANCO	5	
	65	11:59	2	NO PLANTA	GRIS	15	
12-13							
	66	12:00	1	NO PLANTA	BLANCO	40	
	67	12:00	0	NO PLANTA	BLANCO	40	
	68	12:03	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	69	12:05	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	70	12:06	1	NO PLANTA	GRIS	14	
	71	12:17	11	NO PLANTA	GRIS	10	
	72	12:28	11	PLANTA	GRIS	40	
	73	12:39	11	NO PLANTA	BLANCO	15	
	74	12:43	4	NO PLANTA	GRIS	20	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 10/JUL/91

HOJA 4/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	75	12:43	0	NO PLANTA	GRIS	40	
13-14							
	78	13:00	17	PLANTA	GRIS	17	
	77	13:06	6	PLANTA	GRIS	10	
	78	13:57	51	NO PLANTA	GRIS	10	
14-15							
	79	14:12	15	NO PLANTA	GRIS	10	
	80	14:21	9	NO PLANTA	GRIS	10	
	81	14:53	32	NO PLANTA	GRIS	10	
15-16							
	82	15:10	17	NO PLANTA	GRIS	12	
	83	15:21	11	NO PLANTA	BLANCO	40	
	84	15:22	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	85	15:25	3	NO PLANTA	GRIS	33	
	86	15:27	2	NO PLANTA	MIXTO	2 G - 1 B	
	87	15:42	25	NO PLANTA	GRIS	32	
	88	15:48	6	NO PLANTA	GRIS	30	
	89	15:58	10	PLANTA	GRIS	20	
16-17							
	90	16:07	9	NO PLANTA	GRIS	35	
	91	16:11	4	NO PLANTA	MIXTO	15 G - 5 B	
	92	16:16	5	NO PLANTA	BLANCO	4	
	93	16:20	4	NO PLANTA	BLANCO	20	
	94	16:25	5	NO PLANTA	GRIS	40	
	95	16:39	14	NO PLANTA	GRIS	10	
	96	16:57	18	NO PLANTA	MIXTO	35 G - 5 B	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 11/JUL/91

HOJA 1/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:01	--	NO PLANTA	GRIS	10	
	2	8:04	3	NO PLANTA	GRIS	30	
	3	8:10	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	4	8:17	7	NO PLANTA	GRIS	17	
	5	8:17	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	6	8:18	1	NO PLANTA	MIXTO	14 G - 2 B	
	7	8:18	0	PLANTA	GRIS	10	
	8	8:19	1	NO PLANTA	GRIS	18	
	9	8:21	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	10	8:22	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	11	8:24	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	12	8:25	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	13	8:25	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	14	8:28	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	15	8:33	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	16	8:34	1	NO PLANTA	BLANCO	3	
	17	8:34	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	18	8:37	3	NO PLANTA	GRIS	30	
	19	8:38	1	NO PLANTA	MIXTO	15 G - 2 B	
	20	8:38	0	NO PLANTA	MIXTO	15 G - 15 B	
	21	8:47	9	NO PLANTA	GRIS	15	
	22	8:48	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	23	8:48	0	NO PLANTA	GRIS	22	
	24	8:50	2	NO PLANTA	GRIS	35	
9-19							
	25	9:01	11	PLANTA	GRIS	10	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 11/JUL/91

HOJA 2/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:01	0	PLANTA	GRIS	20	
	27	9:04	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	28	9:15	11	NO PLANTA	GRIS	10	
	29	9:16	1	PLANTA	GRIS	10	
	30	9:18	0	NO PLANTA	BLANCO	30	
	31	9:16	0	NO PLANTA	BLANCO	30	
	32	9:22	6	PLANTA	GRIS	20	
	33	9:23	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	34	9:36	13	NO PLANTA	GRIS	20	
	35	9:36	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	36	9:39	3	PLANTA	MIXTO	5 G - 5 B	
	37	9:41	2	PLANTA	GRIS	10	
	38	9:41	0	NO PLANTA	GRIS	35	
	39	9:53	12	NO PLANTA	GRIS	13	
	40	9:59	6	NO PLANTA	GRIS	18	
10-11							
	41	10:00	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	42	10:12	12	NO PLANTA	BLANCO	3	
	43	10:16	4	NO PLANTA	GRIS	13	
	44	10:16	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	45	10:36	20	PLANTA	GRIS	10	
	46	10:37	1	PLANTA	BLANCO	8	
	47	10:41	4	NO PLANTA	BLANCO	4	
	48	10:42	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	49	10:45	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	50	10:47	2	NO PLANTA	GRIS	10	

## MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 11/JUL/91

HOJA 3/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	51	10:59	12	NO PLANTA	GRIS	10	
11-12							
	52	11:00	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	53	11:04	4	NO PLANTA	GRIS	35	
	54	11:06	2	NO PLANTA	GRIS	9	
	55	11:18	12	NO PLANTA	GRIS	32	
	56	11:20	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	57	11:37	17	NO PLANTA	GRIS	3	
	58	11:49	12	NO PLANTA	GRIS	12	
	59	11:51	2	NO PLANTA	GRIS	45	
	60	11:57	6	NO PLANTA	GRIS	10	
	61	11:57	0	NO PLANTA	GRIS	12	
12-13							
	62	12:02	5	NO PLANTA	GRIS	10	
	63	12:03	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	64	12:16	13	NO PLANTA	GRIS	13	
	65	12:32	16	NO PLANTA	GRIS	15	
	66	12:33	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	67	12:37	4	NO PLANTA	GRIS	.5	
	68	12:43	6	PLANTA	GRIS	10	
	69	12:46	3	PLANTA	GRIS	10	
	70	12:54	8	NO PLANTA	GRIS	20	
13-14							
	71	13:01	7	PLANTA	GRIS	17	
	72	13:22	21	NO PLANTA	GRIS	16	
	73	13:34	12	NO PLANTA	GRIS	15	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 11/JUL/91

HOJA 4/5

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
14-15							
	74	14:21	47	NO PLANTA	GRIS	15	
15-16							
	75	15:06	45	NO PLANTA	GRIS	40	
	76	15:07	1	NO PLANTA	BLANCO	1	
	77	15:10	3	NO PLANTA	GRIS	3.5	
	78	15:11	1	NO PLANTA	GRIS	12	
	79	15:13	2	NO PLANTA	GRIS	16	
	80	15:15	2	NO PLANTA	GRIS	17	
	81	15:21	6	NO PLANTA	BLANCO	30	
	82	15:21	0	NO PLANTA	BLANCO	30	
	83	15:22	1	NO PLANTA	GRIS	40	
	84	15:24	2	NO PLANTA	GRIS	16	
	85	15:27	3	NO PLANTA	GRIS	20	
	86	15:29	2	NO PLANTA	GRIS	21	
	87	15:30	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	88	15:30	0	PLANTA	GRIS	40	
	89	15:35	5	PLANTA	GRIS	40	
	90	15:38	3	NO PLANTA	GRIS	12	
	91	15:39	1	NO PLANTA	GRIS	15	
	92	15:46	7	NO PLANTA	GRIS	15	
16-17							
	93	16:01	15	NO PLANTA	GRIS	10	
	94	16:01	0	NO PLANTA	GRIS	20	
	95	16:23	22	NO PLANTA	GRIS	40	
	96	16:23	0	PLANTA	GRIS	42	
	97	16:26	3	PLANTA	GRIS	40	



# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 12/JUL/51

HOJA 1/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
8-9							
	1	8:07	--	NO PLANTA	GRIS	20	
	2	8:07	0	NO PLANTA	GRIS	18	
	3	8:09	2	NO PLANTA	BLANCO	1	
	4	8:20	11	NO PLANTA	BLANCO	3	
	5	8:21	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	6	8:25	4	NO PLANTA	GRIS	15	
	7	8:28	3	NO PLANTA	GRIS	18	
	8	8:29	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	9	8:30	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	10	8:31	1	NO PLANTA	GRIS	17	
	11	8:34	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	12	8:36	2	NO PLANTA	GRIS	15	
	13	8:37	1	NO PLANTA	GRIS	30	
	14	8:39	2	NO PLANTA	GRIS	4	
	15	8:41	2	NO PLANTA	GRIS	25	
	16	8:42	1	NO PLANTA	GRIS	30	
	17	8:45	3	NO PLANTA	GRIS	15	
	18	8:45	0	NO PLANTA	GRIS	30	
	19	8:53	8	PLANTA	MIXTO	8 G - 2 B	
9-10							
	20	9:10	17	PLANTA	GRIS	20	
	21	9:10	0	PLANTA	GRIS	20	
	22	9:11	1	PLANTA	GRIS	10	
	23	9:28	17	NO PLANTA	GRIS	20	
	24	9:28	0	NO PLANTA	GRIS	10	
	25	9:49	21	NO PLANTA	GRIS	617	

# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 12/JUL/91

HOJA 2/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	26	9:50	1	PLANTA	GRIS	20	
	27	9:50	0	PLANTA	GRIS	10	
	28	9:52	2	NO PLANTA	GRIS	10	
10-11							
	29	10:00	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	30	10:02	2	NO PLANTA	GRIS	18	
	31	10:02	0	NO PLANTA	GRIS	17	
	32	10:02	0	NO PLANTA	GRIS	14	
	33	10:08	6	NO PLANTA	GRIS	20	
	34	10:11	3	NO PLANTA	GRIS	30	
	35	10:12	1	NO PLANTA	GRIS	10	
	36	10:16	4	NO PLANTA	GRIS	16	
	37	10:18	2	NO PLANTA	GRIS	20	
	38	10:20	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	39	10:33	13	PLANTA	GRIS	10	
	40	10:50	17	PLANTA	GRIS	5	
11-12							
	41	11:03	13	NO PLANTA	GRIS	10	
	42	11:11	8	NO PLANTA	GRIS	20	
	43	11:15	4	NO PLANTA	GRIS	20	
	44	11:35	20	PLANTA	GRIS	10	
	45	11:43	8	NO PLANTA	GRIS	8.5	
	46	11:51	8	NO PLANTA	BLANCO	40	
12-13							
	47	12:05	14	NO PLANTA	GRIS	15	
	48	12:13	8	PLANTA	GRIS	40	

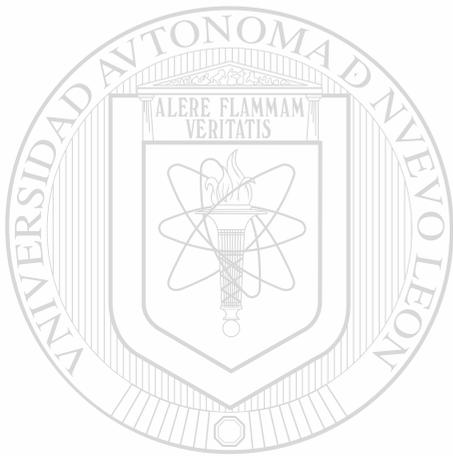
# MUESTREO DE LLEGADAS

FECHA 12/JUL/91

HOJA 3/4

HORA	NUM DE CTE	HORA DE LLEGADA	TIEMPO ENTRE LLEGADAS	TIPO DE CLIENTE	TIPO DE PRODUCTO	TONS	OBSERVACIONES
	49	12:15	2	NO PLANTA	GRIS	21	
	50	12:18	3	NO PLANTA	GRIS	35	
	51	12:25	7	NO PLANTA	GRIS	20	
	52	12:28	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	53	12:29	1	NO PLANTA	GRIS	20	
	54	12:31	2	NO PLANTA	GRIS	27	
	55	12:36	5	NO PLANTA	GRIS	12	
	56	12:38	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	57	12:41	3	NO PLANTA	GRIS	10	
	58	12:55	14	PLANTA	GRIS	10	
13-14							
	59	13:02	7	PLANTA	GRIS	10	
	60	13:13	11	NO PLANTA	GRIS	15	
	61	13:22	9	PLANTA	GRIS	10	
	62	13:25	3	PLANTA	GRIS	20	
	63	13:31	6	PLANTA	GRIS	10	
	64	13:59	28	NO PLANTA	GRIS	10	
14-15							
	65	14:16	17	NO PLANTA	GRIS	35	
	66	14:18	2	NO PLANTA	GRIS	10	
	67	14:21	3	NO PLANTA	GRIS	40	
	68	14:25	4	NO PLANTA	GRIS	10	
	69	14:39	14	NO PLANTA	GRIS	15	
	70	14:54	15	NO PLANTA	GRIS	13	
15-16							
	71	15:11	17	NO PLANTA	GRIS	18	





UANL  
ANEXO B

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

























# MUESTREO DE TIEMPOS DE SERVICIO EN MAQUINAS

## MAQUINA 5

FECHA 4/JUNIO/91

HOJA 1/3

NUM DE CTE	HORA DE ENTRADA	HORA DE SALIDA	TIEMPO DE SERVICIO	TONELAJE	TIEMPO DE SERVICIO POR TON.	OBSERVACIONES
1	8:03	8:16	13	20	0.65	
2	8:16	8:30	14	20	0.70	
3	8:30	8:54	24	20	1.20	
4	8:54	9:02	8	10	0.80	
						ALIMENTOS
5	9:52	10:18	26	40	0.65	
6	10:18	10:44	26	40	0.65	
7	10:44	10:49	5	10	0.50	
8	10:49	10:59	10	17	0.59	
9	10:59	11:10	11	20	0.55	
10	11:10	11:22	12	15	0.80	
11	11:22	11:43	21	30	0.70	
12	11:43	11:48	5	10	0.50	
						TARDE
13	15:25	15:30	5	8	0.63	
14	15:30	15:37	7	10	0.70	
15	15:37	15:48	11	20	0.55	
16	15:48	16:01	13	21	0.62	
17	16:01	16:12	11	20	0.55	









