TESIS

"Identificación y Eliminación de restricciones en un Proceso de Ingreso y Salida de Contenedores de un puerto, empleando un Modelo de Simulación"

Autor: Gladys Quirola Molina
Director: Ing. Marcos Buestán B.
Febrero 2007

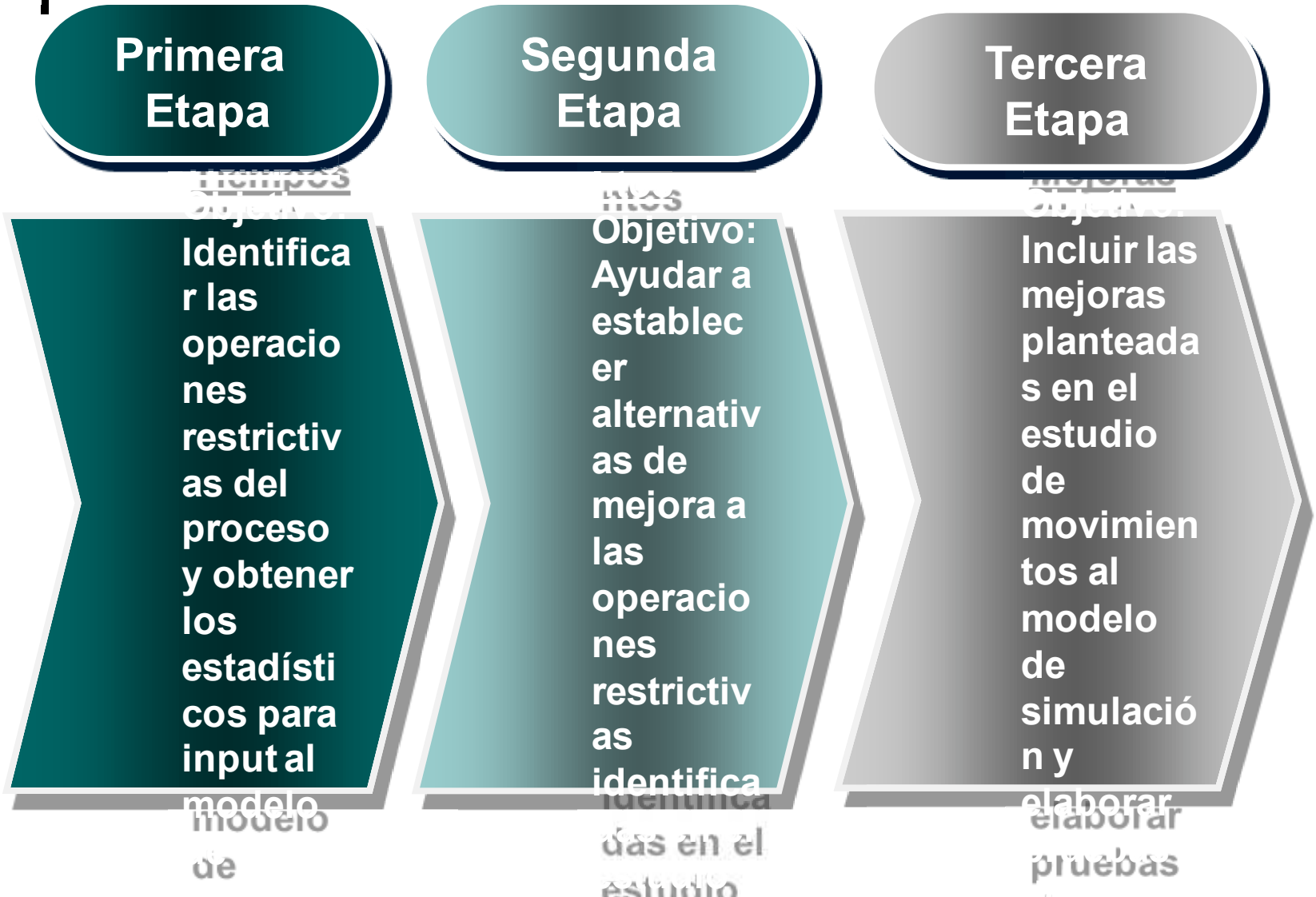
Objetivo General de la Tesis

Identificar los cuellos de botella del proceso de ingreso y salida de contenedores en base a un estudio de tiempos que proporcione la información necesaria para que a través de un modelo de simulación se identifiquen las operaciones restrictivas y se establezcan alternativas de mejora, que reduzcan su impacto.

Objetivos Específicos

- Identificar el cuello de botella del proceso de ingreso y salida de contenedores en base a un estudio de tiempos.
- Realizar un análisis de movimientos de las operaciones restrictivas.
- Establecer alternativas de mejora que permitan eliminar o disminuir el cuello de botella.
- Validar las mejoras planteadas como resultado del estudio de movimientos mediante el modelo de simulación.

Metodología



Proceso de Ingreso y Salida de Contenedores del Puerto

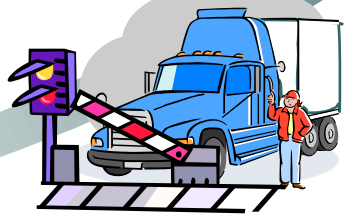
Descarga

Despacho

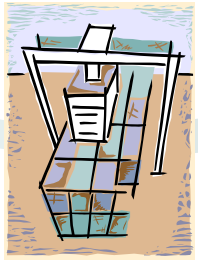
Embarque

Operaciones

Recepción

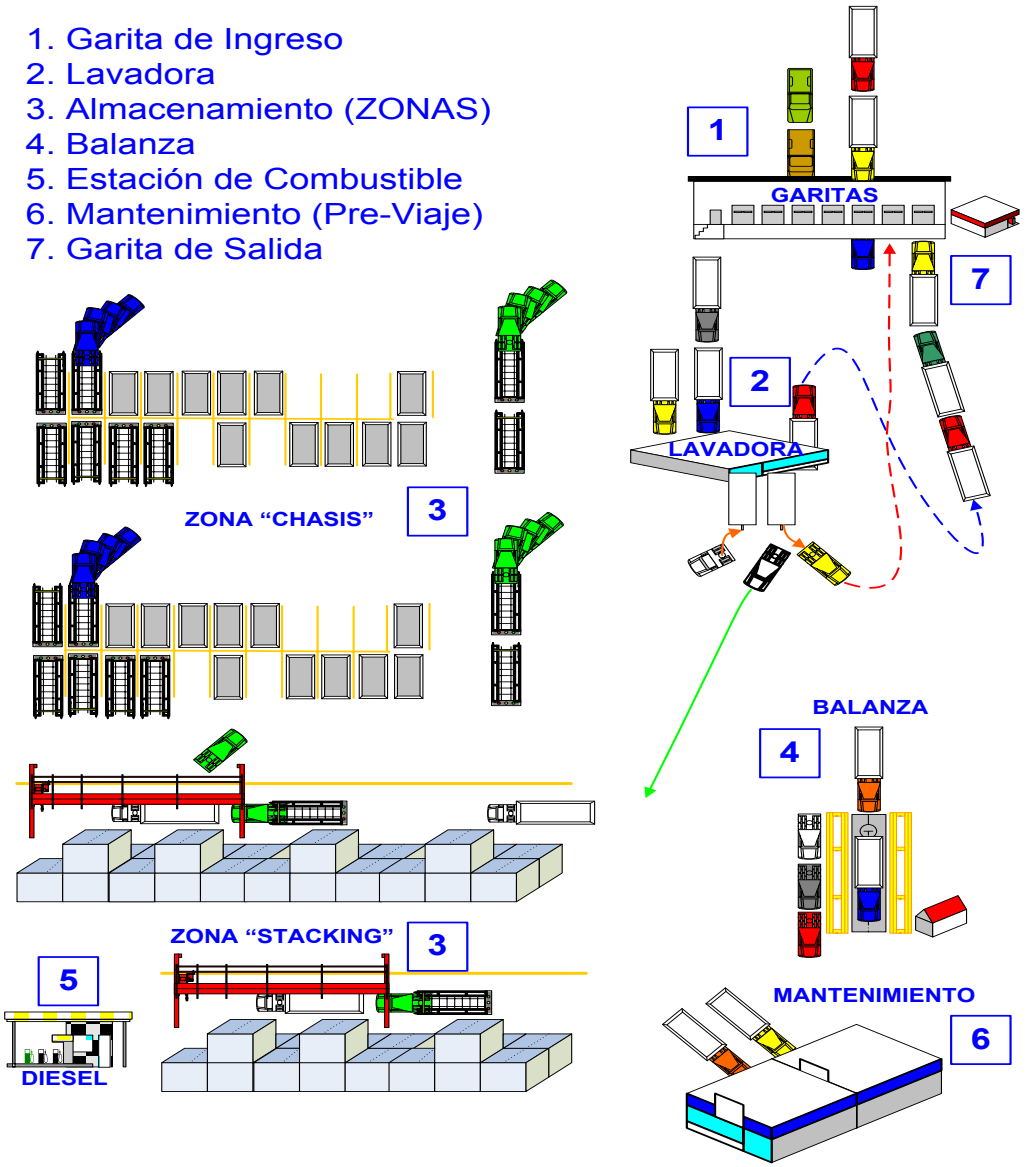


Almacenaje



Mapeo de las Operaciones

1. Garita de Ingreso
2. Lavadora
3. Almacenamiento (ZONAS)
4. Balanza
5. Estación de Combustible
6. Mantenimiento (Pre-Viaje)
7. Garita de Salida



Estudio de Tiempos

Ingreso de Contenedores

SIN BUQUE - DÍA	
Tiempo e/ arribos	14.53 min
Cola en garita	-
Serv. Garita Ent.	7.66 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	2.68 min
Eng. Capacity Lavado	7.39 min
Cola Carga RTG	8.71 min
Servicio Carga RTG	4.00 min
Conexión	3.15 min
Tiempo Ciclo	**49.54 min**

SIN BUQUE - NOCHE	
Tiempo e/ arribos	4.42 min
Cola en garita	26.66 min
Serv. Garita Ent.	17.76 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.02 min
Eng. Capacity Lavado	4.17 min
Cola Carga RTG	3.95 min
Servicio Carga RTG	1.71 min
Conexión	3.15 min
Tiempo Ciclo	**66.25 min**

CON BUQUE - DÍA	
Tiempo e/ arribos	12.57 min
Cola en garita	-
Serv. Garita Ent.	5.22 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.67 min
Eng. Capacity Lavado	7.39 min
Cola Carga RTG	8.71 min
Servicio Carga RTG	4.00 min
Conexión	1.75 min
Tiempo Ciclo	**44.74 min**

CON BUQUE - NOCHE	
Tiempo e/ arribos	7.45 min
Cola en garita	39.09 min
Serv. Garita Ent.	15.23 min
Desenganch Cab. Lavado	1.42 min
Servicio Lavado	3.02 min
Eng. Capacity Lavado	8.09 min
Cola Carga RTG	3.95 min
Servicio Carga RTG	1.81 min
Conexión	1.75 min
Tiempo Ciclo	**81.80 min**

Estudio de Tiempos
Salida de Contenedores

CON BUQUE - DÍA	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	12.06 min	3.71 min
Enganche Chassis	3.98 min	1.73 min
Transp. a Stacking	-	-
Cola Grúa Portacont	-	-
Serv Grúa Portacont	9.52 min	3.45 min
Trans a Estac Diesel	-	2.59 min
Serv Estac Diesel	-	13.05 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	6.98 min
Serv Mantenimiento	-	2.70 min
Cola Balanza	-	4.63 min
Serv Balanza	-	3.99 min
Lavado Salida	2.75 min	3.24 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**31.35 min**	**49.11 min**

CON BUQUE - NOCHE	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	9.71 min	15.92 min
Enganche Chassis	3.23 min	1.88 min
Transp. a Stacking	-	-
Cola Grúa Portacont	4.39 min	-
Serv Grúa Portacont	5.35 min	-
Trans a Estac Diesel	-	-
Serv Estac Diesel	-	7.32 min
Trans a Mantenimiento	-	1.77 min
Cola Mantenimiento	-	1.99 min
Serv Mantenimiento	-	7.49 min
Cola Balanza	-	3.53 min
Serv Balanza	-	4.92 min
Lavado Salida	3.10 min	2.96 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**28.81 min**	**50.80 min**

Estudio de Tiempos
Salida de Contenedores

SIN BUQUE - DÍA	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	10.43 min	3.71 min
Enganche Chassis	2.71 min	4.04 min
Transp. a Stacking	5.99 min	2.96 min
Cola Grúa Portacont	5.25 min	19.02 min
Serv Grúa Portacont	1.44 min	2.02 min
Trans a Estac Diesel	-	16.33 min
Serv Estac Diesel	-	5.67 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	1.08 min
Serv Mantenimiento	-	8.50 min
Cola Balanza	-	4.02 min
Serv Balanza	-	2.58 min
Lavado Salida	3.51 min	2.96 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**32.37 min**	**75.94 min**

SIN BUQUE - NOCHE	Banano	C. General
Búsqueda Chassis	5.64 min	12.90 min
Enganche Chassis	4.34 min	3.41 min
Transp. a Stacking	3.25 min	2.93 min
Cola Grúa Portacont	5.81 min	5.21 min
Serv Grúa Portacont	4.36 min	4.48 min
Trans a Estac Diesel	-	2.32 min
Serv Estac Diesel	-	7.69 min
Trans a Mantenimiento	-	-
Cola Mantenimiento	-	-
Serv Mantenimiento	-	6.14 min
Cola Balanza	-	1.42 min
Serv Balanza	-	4.51 min
Lavado Salida	3.21 min	3.02 min
Serv Garita Salida	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**29.64 min**	**57.05 min**

Establecimiento del Número de Réplicas

$$n' = \left[\frac{z_{\alpha/2}\, s}{e} \right]^2$$

α=0.01 e= 0.25 min

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	30,50 min	47,17 min	1,23 min	20,26 min
Atención Garita de entrada	0,49 min	0,51 min	0,63 min	0,31 min
Cola en estación de lavado	0,02 min	0,03 min	0,06 min	0,06 min
Servicio lavado de entrada	0,26 min	0,23 min	0,22 min	0,20 min
Tiempo búsqueda chassis	0,29 min	0,26 min	0,34 min	0,30 min
Retirar Cont. Vacío zona stacking	0,40 min	0,48 min	0,41 min	0,39 min
Servicio lavado de salida	0,16 min	0,21 min	0,06 min	0,06 min
Abastecimiento diesel	0,60 min	0,92 min	0,61 min	0,41 min
Inspección de Mantenimiento	0,78 min	0,75 min	0,65 min	0,59 min
Servicio de Balanza	0,29 min	0,25 min	0,15 min	0,18 min
Atención garita de salida	0,29 min	0,33 min	0,73 min	0,71 min
Almacen. Cont lleno zona stacking	0,06 min	0,06 min	0,59 min	0,58 min

NÚMERO DE RÉPLICAS

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	27	65	0	12
Atención Garita de entrada	25	27	42	10
Cola en estación de lavado	0	0	0	0
Servicio lavado de entrada	7	6	5	4
Tiempo búsqueda chassis	9	7	12	10
Retirar Cont. Vacío zona stacking	17	24	18	16
Servicio lavado de salida	3	5	0	0
Abastecimiento diesel	38	**89**	39	18
Inspección de Mantenimiento	64	59	45	37
Servicio de Balanza	9	7	2	3
Atención garita de salida	9	12	56	53
Almacen. Cont lleno zona stacking	0	0	37	36

Resultados de la Simulación

ESCENARIO CON BUQUE – DÍA

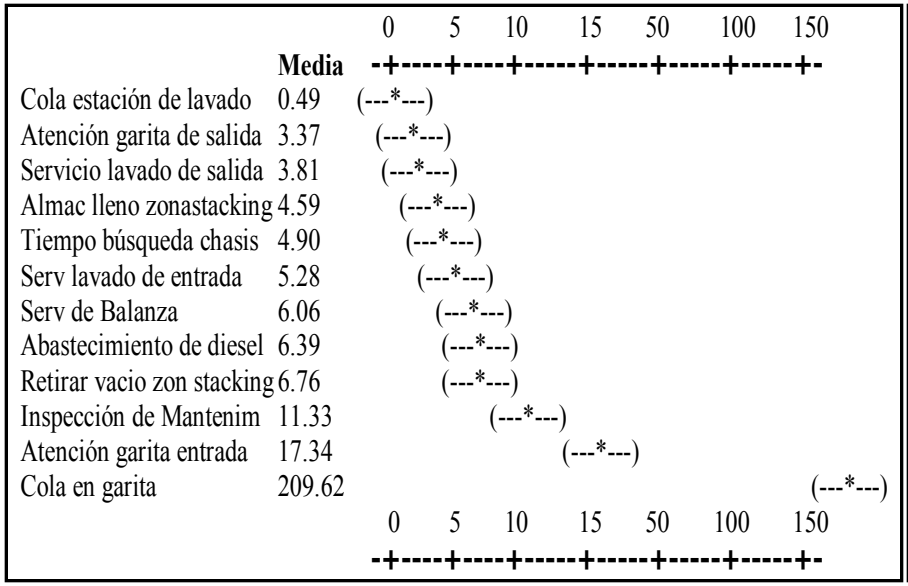
	Media	0 5 10 15 20 40 60
		-+----+----+-----+-----+-----+-----+-
Cola estación de lavado	0.49	(---*---)
Atención garita de salida	3.39	(---*---)
Servicio lavado de salida	3.89	(---*---)
Almac lleno zonastacking	4.61	(---*---)
Tiempo búsqueda chasis	4.91	(---*---)
Serv lavado de entrada	5.25	(---*---)
Serv de Balanza	6.05	(---*---)
Abastecimiento de diesel	6.28	(---*---)
Retirar vacio zon stacking	6.68	(---*---)
Inspección de Mantenim	11.29	(---*---)
Atención garita entrada	17.26	(---*---)
Cola en garita	68.69	(---*---)
		0 5 10 15 20 40 60
		-+----+----+-----+-----+-----+-----+-

ESCENARIO SIN BUQUE - DÍA

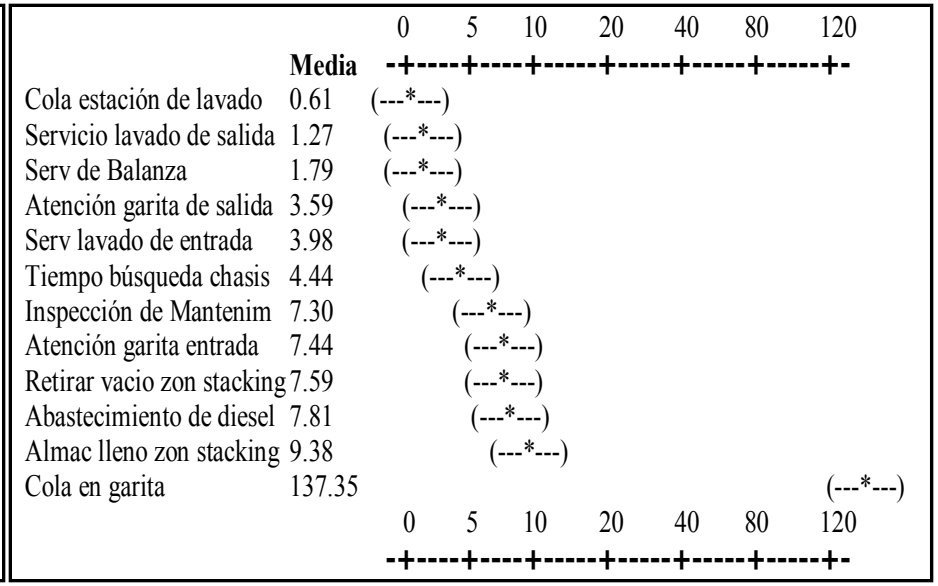
	Media	0 5 10 15 20
		-+----+----+-----+-----+--
Cola estación de lavado	0.54	(---*---)
Servicio lavado de salida	1.27	(---*---)
Serv de Balanza	1.76	(---*---)
Cola en garita	3.58	(---*---)
Atención garita de salida	3.66	(---*---)
Serv lavado de entrada	4.31	(---*---)
Tiempo búsqueda chasis	5.00	(---*---)
Inspección de Mantenim	7.55	(---*---)
Retirar vacio zon stacking	7.57	(---*---)
Abastecimiento de diesel	8.07	(---*---)
Atención garita entrada	8.70	(---*---)
Almac lleno zon stacking	9.46	(---*---)
		0 5 10 15 20
		-+----+----+-----+-----+--

Resultados de la Simulación

ESCENARIO CON BUQUE – NOCHE

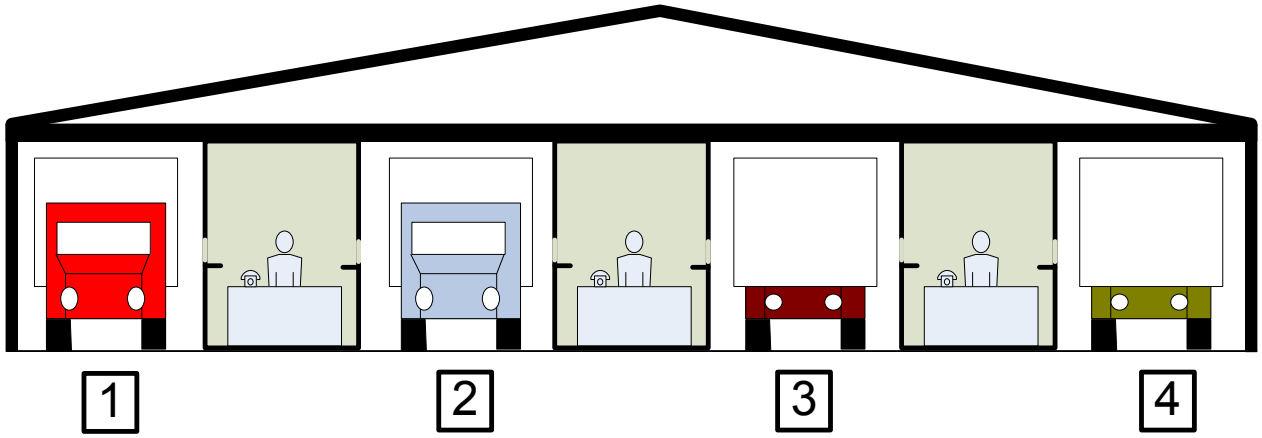


ESCENARIO SIN BUQUE - NOCHE

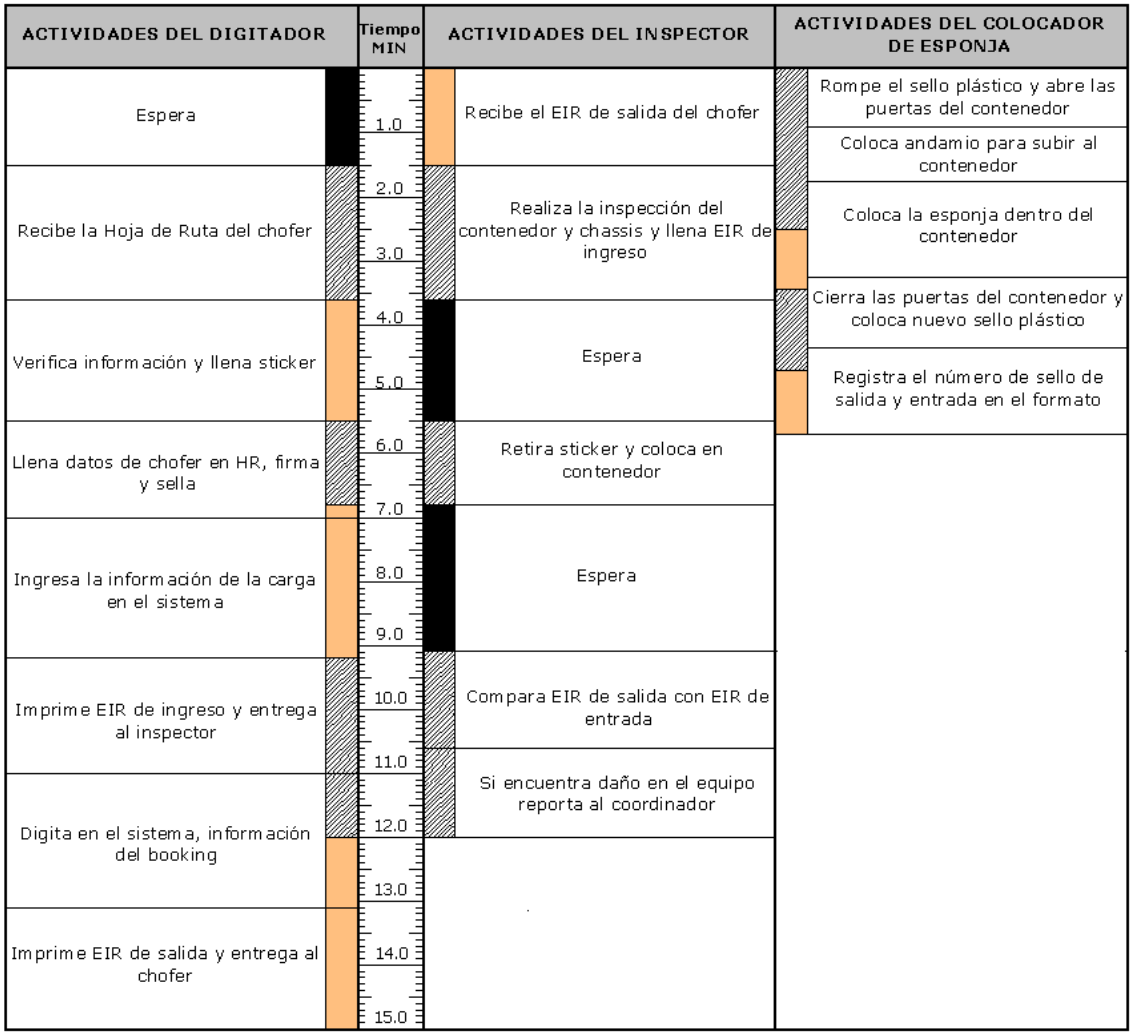


Identificación del Cuello de Botella

- Luego de los resultados obtenidos, se pudo establecer que las garitas eran la operación restrictiva del proceso.



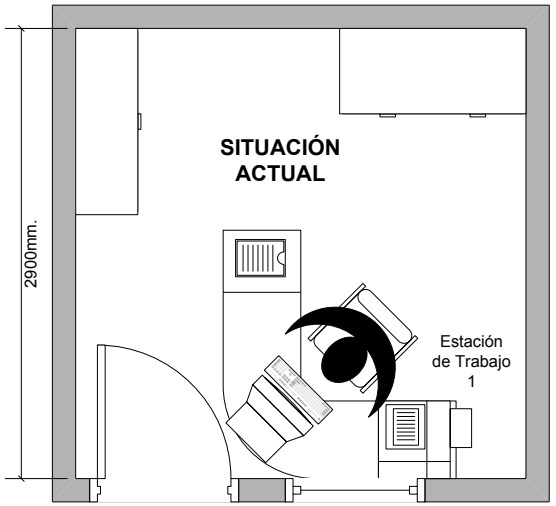
Análisis de Movimientos



Propuestas de Mejora

DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL ACTUAL

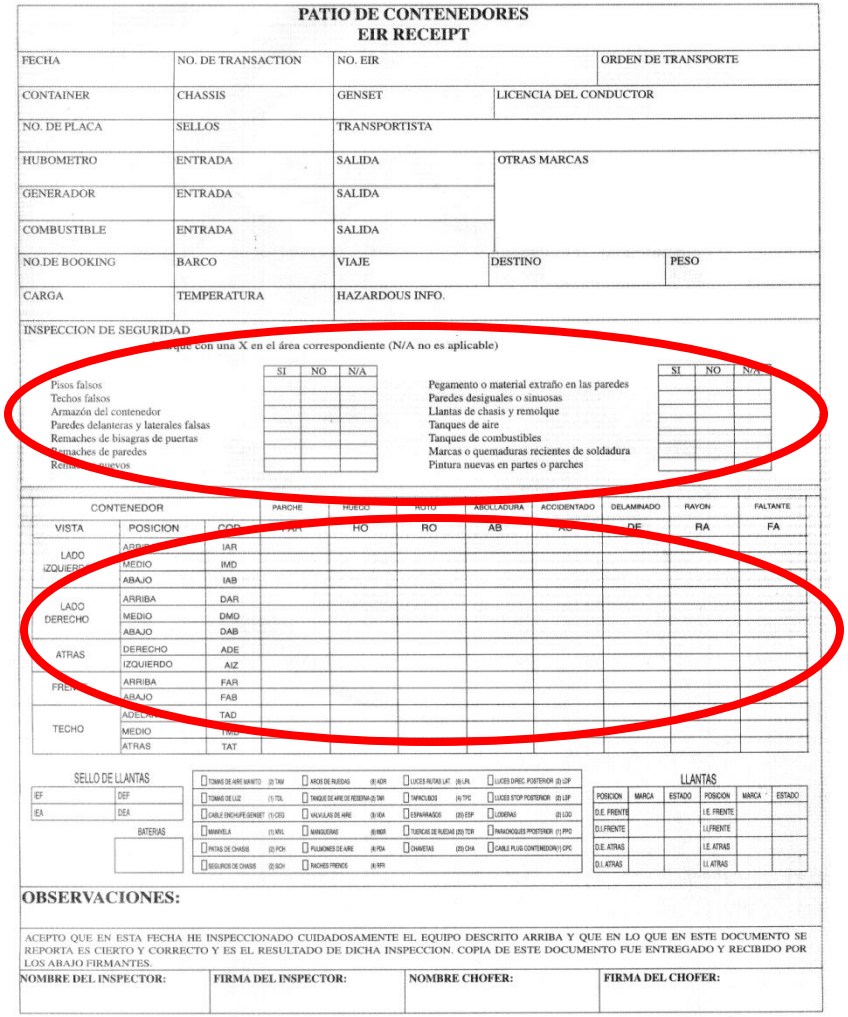
Actividad	Turno 1 (08H00 - 20H00)	Turno 2 (20H00 - 08H00)	Pers. x turno
Digitación	1	1	2
Inspección	1	2	3
Coloc. de Esponja	2	2	4
Total x día	**4**	**5**	**9**



DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL PROPUESTO

Actividad	Turno 1 (08H00 - 16H00)	Turno 2 (16H00 - 00H00)	Turno 3 (00H00 - 08H00)	Pers. x turno
Digitación	1	2	2	5
Inspección	1	2	2	5
Coloc. de Esponja	1	2	2	5
Total x día	**3**	**6**	**6**	**15**

Propuestas de Mejora



PATIO DE CONTENEDORES
EIR RECEIPT

FECHA	NO. DE TRANSACTION	NO. EIR	ORDEN DE TRANSPORTE
CONTAINER	CHASSIS	GENSET	LICENCIA DEL CONDUCTOR
NO. DE PLACA	SELLOS	TRANSPORTISTA	
HUBOMETRO	ENTRADA	SALIDA	OTRAS MARCAS
GENERADOR	ENTRADA	SALIDA	
COMBUSTIBLE	ENTRADA	SALIDA	
NO.DE BOOKING	BARCO	VIAJE	DESTINO / PESO
CARGA	TEMPERATURA	HAZARDOUS INFO.	

INSPECCION DE SEGURIDAD

Marque con una X en el área correspondiente (N/A no es aplicable)

	SI	NO	N/A
Pisos falsos			
Techos falsos			
Armazón del contenedor			
Paredes delanteras y laterales falsas			
Remaches de bisagras de puertas			
Remaches de paredes			
Remaches nuevos			

	SI	NO	N/A
Pegamento o material extraño en las paredes			
Paredes desiguales o sinuosas			
Llantas de chasis y remolque			
Tanques de aire			
Tanques de combustibles			
Marcas o quemaduras recientes de soldadura			
Pintura nuevas en partes o parches			

CONTENEDOR VISTA	POSICION	COD	PARCHE PAP	HUECO HO	ROTO RO	ABOLLADURA AB	ACCIDENTADO AC	DELAMINADO DE	RAYON RA	FALTANTE FA
LADO IZQUIERDO	ARRIBA	IAR								
	MEDIO	IMD								
	ABAJO	IAB								
LADO DERECHO	ARRIBA	DAR								
	MEDIO	DMD								
	ABAJO	DAB								
ATRAS	DERECHO	ADE								
	IZQUIERDO	AIZ								
FRENTE	ARRIBA	FAR								
	ABAJO	FAB								
TECHO	ADELANTE	TAD								
	MEDIO	TMD								
	ATRAS	TAT								

SELLO DE LLANTAS

IEF	DEF
IEA	DEA

BATERIAS

TOMAS DE AIRE MANITO	(2) TAM	AROS DE RUEDAS	(8) ADR	LUCES RUTAS LAT.	(6) LRL	LUCES DIREC. POSTERIOR	(2) LDP
TOMAS DE LUZ	(1) TDL	TANQUE DE AIRE DE RESERVA	(2) TAR	TAPACUBOS	(4) TPC	LUCES STOP POSTERIOR	(2) LSP
CABLE ENCHUFE/GENSET	(1) CEG	VALVULAS DE AIRE	(3) VDA	ESPARRAGOS	(20) ESP	LODERAS	(2) LOD
MANIVELA	(1) MVL	MANGUERAS	(6) MGR	TUERCAS DE RUEDAS	(20) TCR	PARACHOQUES POSTERIOR	(1) PPO
PATAS DE CHASSIS	(2) PCH	PULMONES DE AIRE	(4) PDA	CHAVETAS	(20) CHA	CABLE PLUG CONTENEDOR(1)	CPC
SEGUROS DE CHASIS	(2) SCH	RACHES FRENOS	(4) RFR				

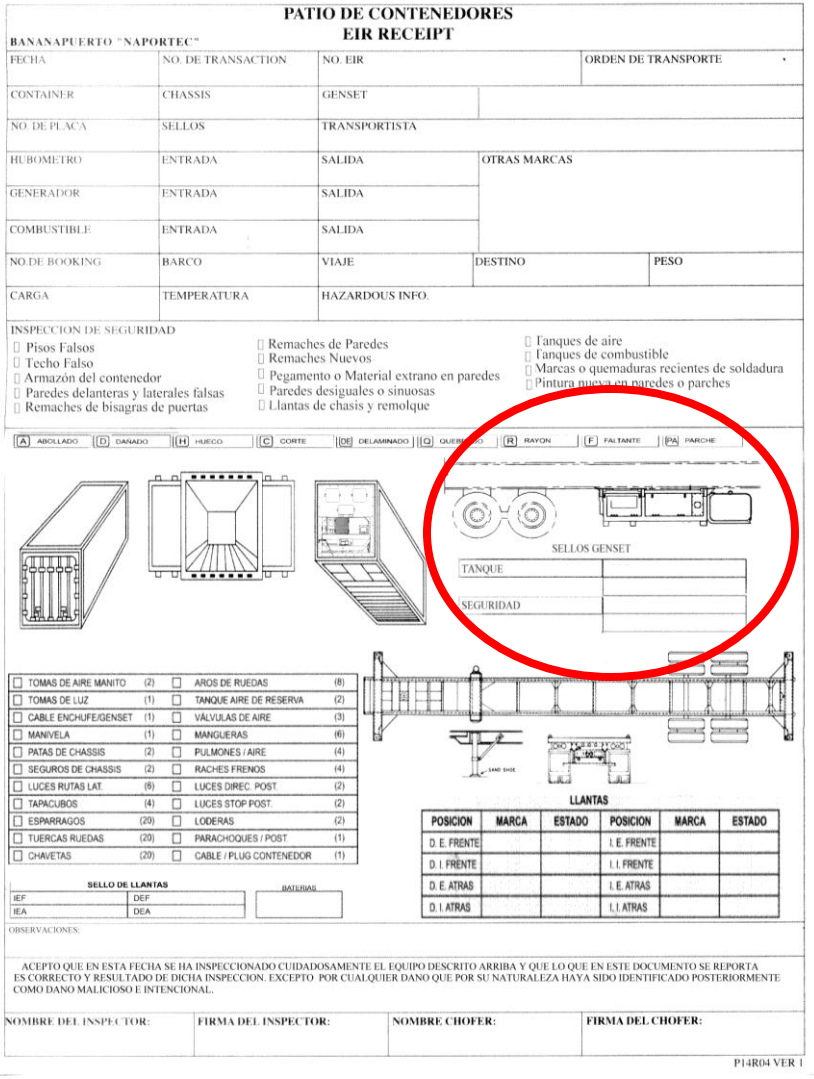
LLANTAS

POSICION	MARCA	ESTADO	POSICION	MARCA	ESTADO
D.E. FRENTE			I.E. FRENTE		
D.I.FRENTE			I.I.FRENTE		
D.E. ATRAS			I.E. ATRAS		
D.I. ATRAS			I.I. ATRAS		

OBSERVACIONES:

ACEPTO QUE EN ESTA FECHA HE INSPECCIONADO CUIDADOSAMENTE EL EQUIPO DESCRITO ARRIBA Y QUE EN LO QUE EN ESTE DOCUMENTO SE REPORTA ES CIERTO Y CORRECTO Y ES EL RESULTADO DE DICHA INSPECCION. COPIA DE ESTE DOCUMENTO FUE ENTREGADO Y RECIBIDO POR LOS ABAJO FIRMANTES.

NOMBRE DEL INSPECTOR:	FIRMA DEL INSPECTOR:	NOMBRE CHOFER:	FIRMA DEL CHOFER:



PATIO DE CONTENEDORES
EIR RECEIPT

BANANAPUERTO "NAPORTEC"

FECHA	NO. DE TRANSACTION	NO. EIR	ORDEN DE TRANSPORTE
CONTAINER	CHASSIS	GENSET	
NO. DE PLACA	SELLOS	TRANSPORTISTA	
HUBOMETRO	ENTRADA	SALIDA	OTRAS MARCAS
GENERADOR	ENTRADA	SALIDA	
COMBUSTIBLE	ENTRADA	SALIDA	
NO.DE BOOKING	BARCO	VIAJE / DESTINO / PESO	
CARGA	TEMPERATURA	HAZARDOUS INFO.	

INSPECCION DE SEGURIDAD

- Pisos Falsos
- Techo Falso
- Armazón del contenedor
- Paredes delanteras y laterales falsas
- Remaches de bisagras de puertas
- Remaches de Paredes
- Remaches Nuevos
- Pegamento o Material extrano en paredes
- Paredes desiguales o sinuosas
- Llantas de chasis y remolque
- Tanques de aire
- Tanques de combustible
- Marcas o quemaduras recientes de soldadura
- Pintura nueva en paredes o parches

A ABOLLADO | D DANADO | H HUECO | C CORTE | DE DELAMINADO | Q QUEB | R RAYON | F FALTANTE | PA PARCHE

SELLOS GENSET

TANQUE	
SEGURIDAD	

TOMAS DE AIRE MANITO	(2)	AROS DE RUEDAS	(8)
TOMAS DE LUZ	(1)	TANQUE AIRE DE RESERVA	(2)
CABLE ENCHUFE/GENSET	(1)	VÁLVULAS DE AIRE	(3)
MANIVELA	(1)	MANGUERAS	(6)
PATAS DE CHASSIS	(2)	PULMONES / AIRE	(4)
SEGUROS DE CHASSIS	(2)	RACHES FRENOS	(4)
LUCES RUTAS LAT.	(6)	LUCES DIREC. POST.	(2)
TAPACUBOS	(4)	LUCES STOP POST.	(2)
ESPARRAGOS	(20)	LODERAS	(2)
TUERCAS RUEDAS	(20)	PARACHOQUES / POST.	(1)
CHAVETAS	(20)	CABLE / PLUG CONTENEDOR	(1)

SELLO DE LLANTAS

IEF	DEF
IEA	DEA

BATERIAS

LLANTAS

POSICION	MARCA	ESTADO	POSICION	MARCA	ESTADO
D. E. FRENTE			I. E. FRENTE		
D. I. FRENTE			I. I. FRENTE		
D. E. ATRAS			I. E. ATRAS		
D. I. ATRAS			I. I. ATRAS		

OBSERVACIONES:

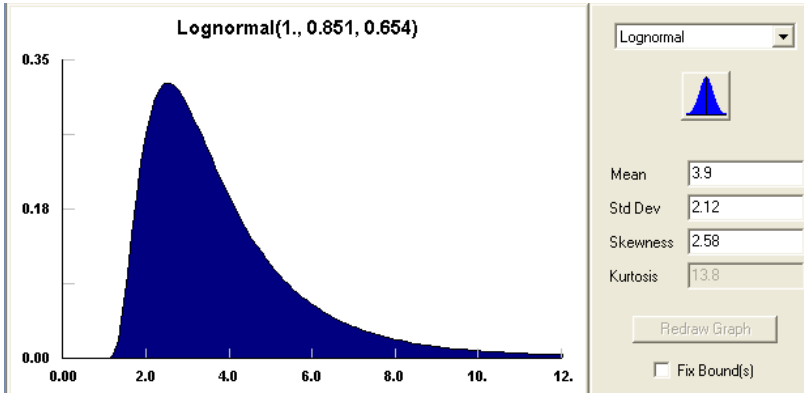
ACEPTO QUE EN ESTA FECHA SE HA INSPECCIONADO CUIDADOSAMENTE EL EQUIPO DESCRITO ARRIBA Y QUE LO QUE EN ESTE DOCUMENTO SE REPORTA ES CORRECTO Y RESULTADO DE DICHA INSPECCION. EXCEPTO POR CUALQUIER DANO QUE POR SU NATURALEZA HAYA SIDO IDENTIFICADO POSTERIORMENTE COMO DANO MALICIOSO E INTENCIONAL.

NOMBRE DEL INSPECTOR:	FIRMA DEL INSPECTOR:	NOMBRE CHOFER:	FIRMA DEL CHOFER:

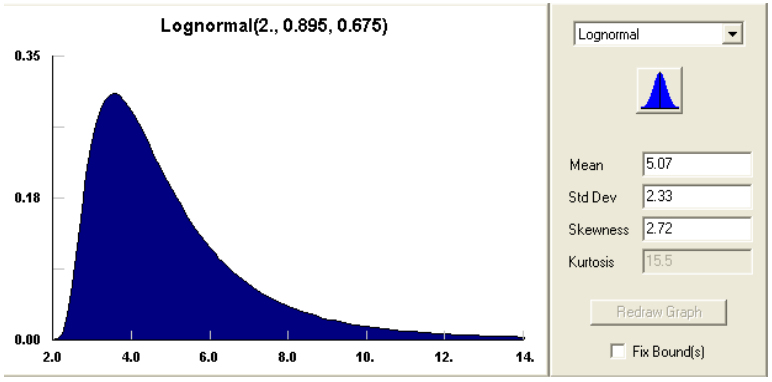
P14R04 VER 1

Toma de Tiempos luego de las mejoras

ATENCIÓN GARITA DE ENTRADA		
Día	**Promedio**	**Desv Estándar**
Lunes	8.28 min	5.69 min
Martes	8.28 min	4.23 min
Miércoles	7.39 min	2.49 min
Jue-Vie-Sa-Do	7.76 min	2.63 min
Promedio Total	**8.10 min**	**4.33 min**



DÍA



NOCHE

Establecimiento del Número de Réplicas

$$n' = \left[\frac{z_{\alpha/2}\, \tilde{s}}{e} \right]^2$$

α=0.01 e= 0.25 min

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	0.10 min	0.33 min	0.06 min	4.86 min
Atención Garita de entrada	0.19 min	0.22 min	0.22 min	0.13 min
Cola en estación de lavado	0.19 min	0.46 min	0.10 min	2.31 min
Servicio lavado de entrada	0.31 min	0.27 min	0.24 min	0.13 min
Tiempo búsqueda chassis	0.32 min	0.28 min	0.27 min	0.20 min
Retirar Cont. Vacío zona stacking	0.43 min	0.44 min	0.57 min	0.56 min
Servicio lavado de salida	0.23 min	0.20 min	0.07 min	0.07 min
Abastecimiento diesel	0.36 min	1.25 min	0.50 min	0.47 min
Inspección de Mantenimiento	3.39 min	7.65 min	0.52 min	0.60 min
Servicio de Balanza	0.24 min	0.28 min	0.16 min	0.16 min
Atención garita de salida	0.20 min	0.29 min	0.49 min	0.53 min
Almacen. Cont lleno zona stacking	0.08 min	0.06 min	0.62 min	0.54 min

NÚMERO DE RÉPLICAS

Nombre del Registro	Con Buque		Sin Buque	
	Día	Noche	Día	Noche
Cola en garita	1	12	0	39
Atención Garita de entrada	4	5	5	2
Cola en estación de lavado	4	22	1	35
Servicio lavado de entrada	10	8	6	2
Tiempo búsqueda chassis	11	8	8	4
Retirar Cont. Vacío zona stacking	20	20	34	33
Servicio lavado de salida	6	4	1	1
Abastecimiento diesel	14	10	26	23
Inspección de Mantenimiento	76	**97**	29	38
Servicio de Balanza	6	8	3	3
Atención garita de salida	4	9	25	30
Almacen. Cont lleno zona stacking	1	0	41	31

Comparación de Modelos

CON BUQUE - DÍA	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	**Banano**	**C. General**	**Banano**	**C. General**
COLA GARITA	68.69 min	68.69 min	0.71 min	0.71 min
SERV. GARITA ENT.	17.26 min	17.26 min	3.41 min	3.41 min
SERV. LAVADO	5.25 min	5.25 min	4.42 min	4.42 min
ENG. CAPACITY LAV.	7.39 min	7.39 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.61 min	4.61 min	4.60 min	4.60 min
CONEXIÓN	1.75 min	1.75 min	1.75 min	1.75 min
Tiempo Ciclo Ingreso	**104.95 min**	**104.95 min**	**22.28 min**	**22.28 min**
BUSQUEDA CHASSIS	12.06 min	3.71 min	12.06 min	3.71 min
ENGANCHE CHASSIS	3.98 min	1.73 min	3.98 min	1.73 min
COLA GRÚA PORTACONT	-	-	-	-
SERV DESC GRÚA PORTACONT	9.52 min	3.45 min	9.52 min	3.45 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	2.59 min	-	2.59 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	6.28 min	13.05 min	5.72 min	13.05 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	6.98 min	-	6.98 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	11.29 min	-	15.06 min
COLA BALANZA	-	4.63 min	-	4.63 min
SERV. BALANZA	-	6.05 min	-	5.83 min
LAVADO SALIDA	-	-	-	-
SERV. GARITA SALIDA	3.39 min	3.39 min	3.40 min	3.40 min
Tiempo Ciclo Salida	**35.23 min**	**56.87 min**	**34.68 min**	**60.43 min**
TIEMPO DE CICLO TOTAL	**140.19 min**	**161.83 min**	**56.97 min**	**82.72 min**

Comparación de Modelos

CON BUQUE - NOCHE	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	39.09 min	39.09 min	1.25 min	1.25 min
SERV. GARITA ENT.	15.23 min	15.23 min	6.79 min	6.79 min
SERV. LAVADO	3.02 min	3.02 min	3.67 min	3.67 min
ENG. CAPACITY LAV.	8.09 min	8.09 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.59 min	4.59 min	4.60 min	4.60 min
CONEXION	2.45 min	2.45 min	1.75 min	1.75 min
Tiempo Ciclo Total	**72.47 min**	**72.47 min**	**25.45 min**	**25.45 min**
BUSQUEDA CHASSIS	9.71 min	15.92 min	9.71 min	15.92 min
ENGANCHE CHASSIS	3.23 min	1.88 min	3.23 min	1.88 min
COLA GRÚA PORTACONT	4.39 min	-	4.39 min	-
SERV DESC GRÚA PORTACONT	5.35 min	-	5.35 min	-
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	-	-	-
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	7.32 min	-	7.32 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	1.77 min	-	1.77 min
COLA MANTENIMIENTO	-	1.99 min	-	1.99 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	7.49 min	-	7.49 min
COLA BALANZA	-	3.53 min	-	3.53 min
SERV. BALANZA	-	4.92 min	-	4.92 min
LAVADO SALIDA	-	-	-	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**25.71 min**	**47.84 min**	**25.71 min**	**47.84 min**
TIEMPO DE CICLO TOTAL	**98.18 min**	**120.31 min**	**51.16 min**	**73.29 min**

Comparación de Modelos

SIN BUQUE - DIA	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	Banano	C. General	Banano	C. General
COLA GARITA	3.58 min	3.58 min	0.54 min	0.54 min
SERV. GARITA ENT.	7.66 min	7.66 min	3.38 min	3.38 min
SERV. LAVADO	4.31 min	4.31 min	4.14 min	4.14 min
ENG. CAPACITY LAV.	7.39 min	7.39 min	7.39 min	7.39 min
SERV CARG GR. PORTACONT	4.00 min	4.00 min	4.00 min	4.00 min
CONEXIÓN	3.15 min	3.15 min	3.15 min	3.15 min
Tiempo Ciclo Total	**30.09 min**	**30.09 min**	**22.60 min**	**22.60 min**
BUSQUEDA CHASSIS	10.43 min	3.71 min	10.43 min	3.71 min
ENGANCHE CHASSIS	2.71 min	4.04 min	2.71 min	4.04 min
TRANSP. A STACKING	5.99 min	2.96 min	5.99 min	2.96 min
COLA GRÚA PORTACONT	5.25 min	19.02 min	5.25 min	19.02 min
SERV GRÚA PORTACONT	1.44 min	2.02 min	1.44 min	2.02 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	16.33 min	-	16.33 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	5.67 min	-	5.67 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	1.08 min	-	1.08 min
SERV. MANTENIMIENTO	-	8.50 min	-	8.50 min
COLA BALANZA	-	4.02 min	-	4.02 min
SERV. BALANZA	-	2.58 min	-	2.58 min
LAVADO SALIDA	3.51 min	-	3.51 min	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**32.37 min**	**72.98 min**	**32.37 min**	**72.98 min**
TIEMPO DE CICLO TOTAL	**62.45 min**	**103.06 min**	**54.97 min**	**95.58 min**

Comparación de Modelos

SIN BUQUE - NOCHE	ACTUAL		PROPUESTA	
ACTIVIDAD	**Banano**	**C. General**	**Banano**	**C. General**
COLA GARITA	26.66 min	26.66 min	7.72 min	7.72 min
SERV. GARITA ENT.	17.76 min	17.76 min	6.02 min	6.02 min
SERV. LAVADO	3.02 min	3.02 min	3.02 min	3.02 min
ENG. CAPACITY LAV.	4.16 min	4.16 min	4.16 min	4.16 min
SERV CARG GR. PORTACONT	1.71 min	1.71 min	1.71 min	1.71 min
CONEXION	2.45 min	2.45 min	2.45 min	2.45 min
Tiempo Ciclo Total	**55.76 min**	**55.76 min**	**25.08 min**	**25.08 min**
BUSQUEDA CHASSIS	5.64 min	12.90 min	5.64 min	12.90 min
ENGANCHE CHASSIS	4.34 min	3.41 min	4.34 min	3.41 min
TRANSP. A STACKING	3.25 min	2.93 min	3.25 min	2.93 min
COLA GRÚA PORTACONT	5.81 min	5.21 min	5.81 min	5.21 min
SERV GRÚA PORTACONT	4.36 min	4.48 min	4.36 min	4.48 min
TRANS. A ESTACIÓN. DIESEL	-	2.32 min	-	2.32 min
SERV. ESTACIÓN DIESEL	-	7.69 min	-	7.69 min
TRANS. A MANTENIMIENTO	-	-	-	-
COLA MANTENIMIENTO	-	-	-	-
SERV. MANTENIMIENTO	-	6.14 min	-	6.14 min
COLA BALANZA	-	1.42 min	-	1.42 min
SERV. BALANZA	-	4.51 min	-	4.51 min
LAVADO SALIDA	0.23 min	-	0.23 min	-
SERV. GARITA SALIDA	3.03 min	3.03 min	3.03 min	3.03 min
Tiempo Ciclo Total	**26.67 min**	**54.03 min**	**26.67 min**	**54.03 min**
TIEMPO DE CICLO TOTAL	**82.43 min**	**109.80 min**	**51.74 min**	**79.11 min**

Pruebas de Hipótesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$
$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

$$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

Actividades	# Obs.	Media Anterior (μ_1)	Desv. Est.	Media Propuesta (μ_2)	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
Cola en garita	70	68,69 min	35,74 min	0,71 min	15,91	0	Se rechaza H_0
Atención garita entrada	70	17,26 min	0,57 min	3,41 min	203,29	0	Se rechaza H_0
Cola estación de lavado	70	0,49 min	0,03 min	0,85 min	-100,40	0,5	No se rechaza H_0
Servicio lavado de entrada	70	5,25 min	0,32 min	4,42 min	21,70	0	Se rechaza H_0
Tiempo búsqueda chasis	70	4,91 min	0,29 min	4,05 min	24,81	0	Se rechaza H_0
Retirar cont. Vacío zona stacking	70	6,68 min	0,44 min	6,73 min	-0,95	0,5	No se rechaza H_0
Servicio lavado de salida	70	3,89 min	0,20 min	3,80 min	3,76	0	Se rechaza H_0
Abastecimiento diesel	70	6,28 min	0,59 min	5,72 min	7,94	0	Se rechaza H_0
Inspección de Mantenimiento	70	11,29 min	0,69 min	15,06 min	-45,71	0,5	No se rechaza H_0
Servicio de Balanza	70	6,05 min	0,29 min	5,83 min	6,35	0	Se rechaza H_0
Atención garita de salida	70	3,39 min	0,28 min	3,40 min	-0,30	0,5	No se rechaza H_0
Almacen. cont lleno zona stacking	70	4,61 min	0,07 min	4,60 min	1,20	0,1	No se rechaza H_0

Conclusiones

- La garita de entrada generaba el mayor tiempo y por lo tanto era la operación restrictiva del proceso de ingreso y salida de contenedores del puerto.
- El ingreso de los vehículos al puerto tiene mayor concentración entre las 20H00 y las 24H00.
- Las propuestas de mejora se resumen en:

  - Implementación de una estación de trabajo adicional en la garita de ingreso

Conclusiones

- Modificación de los formatos de Recepción e Intercambio de Equipo

- Distribución adecuada del personal durante los turnos de trabajo de acuerdo al flujo de vehículos comprobar estadísticamente dicha comparación,

- Luego de la prueba de hipótesis realizada, se concluye que efectivamente existe una disminución del tiempo de atención de las garitas en un 35%.

Recomendaciones

- Se recomienda mejorar la iluminación de la zona de ingreso de vehículos.
- Mejorar el diseño de la garita de ingreso
- Eliminar la actividad de colocación de esponjas que se realiza en la garita de ingreso actualmente