

**OPORTUNIDADES DE OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN EL PROCESO DE
LAVADO Y TANQUEO DE UNA DE LAS FLOTAS DE BUSES DEL SISTEMA
DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN BOGOTÁ**

Veronica Alzate rojas.

Diciembre 2015.

Universidad Militar Nueva Granada

Especialización en Gerencia de Logística Integral

Proyecto de grado

Contenido

1. Resumen.....	6
2. Abstract.....	7
3. INTRODUCCION	8
3.1. DEFINICIONES.....	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
5. JUSTIFICACION	13
6. OBJETIVO GENERAL	15
7. OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
8. DIAGNOSTICO	16
8.1. Proceso Actual de Alistamiento.....	16
8.2. Situación Actual del Patio (Parqueadero).....	20
8.3. Tiempos actuales de alistamiento	25
8.4. Costos Actuales	27
9. OPORTUNIDADES DE MEJORA	33
10. DECISION	41

1. EVALUACION FINANCIERA	47
2. CONCLUSIONES	48

Lista de figuras

Figura 1 Diagrama De Proceso	19
Figura 2 Retrasos buses para entrar a Alistamiento	20
Figura 3 Zona de Tanqueo	21
Figura 4 Zona De Lavado.....	22
Figura 5 Bahias de Parqueo.....	23
Figura 6 Areas Patio Usme	24
Figura 7 Consumo Combustible en Ralenti.....	29
Figura 8 Comportamiento Ralenti Mes de Agosto.....	31

Lista De Tablas

Tabla 1 Tiempos de Alistamiento	25
Tabla 2 Tasa de Llegada y de Servicio Buses Por Hora	26
Tabla 3 Costo Lavado Por Bus.....	27
Tabla 4 Costo Combustible Por Bus	28
Tabla 5 Horas Consumo de No operativo Agosto (Ralenti).....	32
Tabla 6 Resultados Teoría de Colas con 7 Líneas de Servicio de Tanqueo	34
Tabla 7 Resultado Teoria de colas con 5 Lineas de Servicio En Lavado	35
Tabla 8 Opciones de Valoracion Matriz de Priorizacion	42
Tabla 9 Matriz De Priorización	46

Oportunidades de optimización de recursos en el proceso de lavado y tanqueo de una de las flotas de buses del sistema de transporte masivo de pasajeros en Bogotá

Verónica, Álzate Rojas

Ingeniera de Sistemas, Ingeniera de Programación,

Sistema Integrado de Transporte SI99, Bogotá, Colombia, varper751@hotmail.com

1. RESUMEN

Las empresas operadoras del Sistema Integrado de transporte de Bogotá deben realizar diariamente una serie de procedimientos a los buses con el fin de cumplir de manera pertinente el servicio día a día. El alistamiento de los buses que consta de aprovisionamiento de combustible y lavado general de toda la flota, es uno de estos procedimientos y es el que se analiza en el presente documento; en el cuál se describe o se diagnostica la situación actual de este proceso, determinando los costos, tiempos, descripción del lugar donde se realiza y como se realiza.

Este trabajo describe cuatro oportunidades de mejora que con llevan a la optimización de los recursos buscada, se analiza cada una de ellas, se evalúan de acuerdo a unos importantes criterios por medio de una matriz de priorización y de acuerdo a esto se propone la implementación de la que mayor valor agregue y más eficiencia en el proceso permita a la compañía.

Palabras Clave: Alistamiento, aprovisionamiento de combustible, lavado, costos.

2. ABSTRACT

The integrated transport system of Bogota. daily, it must perform a series of procedures to the buses in order to meet in an appropriate manner with the everyday services. Enlisting the buses, which requires fueling and a general wash of all the fleet, is one of these procedures and it is the one that is analyzed in this document. The current situation of the process is described, costs and times are determined and a description of the place where it is performed and how it is performed is provided.

This text describes, analyzes and evaluates four improvement opportunities for the resources optimization according to a prioritization matrix which results in a greater value and efficiency implementation proposal for the company.

Keywords: Enlisting, fueling, washing, costs.

3. INTRODUCCION

Diariamente dentro de las actividades fundamentales, se realizan una serie de procedimientos pre operativo, donde se asegura que la cantidad del combustible suministrado a cada bus es el suficiente para las actividades programadas de un día de operación y que la limpieza tanto interna como externa es la indicada para la prestación del servicio. Estas actividades son realizadas día a día no solo a buses pertenecientes a la compañía si no también a otras empresas operadoras que por acuerdo mutuo y por obtener un mejor beneficio para ambas partes estacionan sus vehículos en este lugar.

Actualmente en el patio de operación este proceso se realiza a 330 vehículos, 190 pertenecientes a la compañía, 25 de otra empresa operadora y 115 buses alimentadores de una empresa hermana, los cuales cada día a partir de las 7 de la noche van ingresando al patio con el fin de que pueda realizarse este proceso de alistamiento para posteriormente ser aparcados hasta el inicio de operación del otro día.

Se precisa analizar esta operación, ya que con la evolución del proceso y el incremento de buses, las locaciones (patio en general, estaciones de combustible y lavado) son ineficientes para dar una respuesta pertinente, extensión del tiempo en la actividad y los costos operativos han ido en aumento, el análisis resulta ser de gran valor para la compañía, ya que las oportunidades de mejora que se

puedan entregar, ayudaría a mejorar el proceso de alistamiento y de acuerdo a esto se presentaría una optimización de costos.

3.1. DEFINICIONES

Patio: Se entiende por patio el lote de terreno en el cual se encuentran ubicadas las áreas de soporte técnico y el área de parqueo de los vehículos que conforman la flota que se encuentra al servicio de la operación del Sistema.

Alistamiento: Conjunto de acciones, operaciones empleadas con el fin de asegurar la disponibilidad y funcionalidad de los buses dentro del mayor grado de confiabilidad y el máximo nivel de productividad.

Tanqueo: Es el proceso que se realiza al llenar el tanque de los vehículos de combustible

Empresa operadora: Las Empresas Operadoras son las encargadas de comprar y operar los buses troncales que actualmente están en los corredores de Fase I (Calle 80, Av. Caracas, Autopista Norte y Calle 13), Fase II (Américas, NQS y

Suba) y Fase III (Calle 26 y Carrera 10^a). Adicionalmente, se encargan de contratar y capacitar los conductores del Sistema. Con el fin de maximizar la eficiencia y la cobertura del Transmilenio.

Flota:

Conjunto de vehículos que realizan la misma actividad y normalmente son propiedad de una compañía

Ralentí: Los periodos en los cuales el bus se encuentra estacionado pero con el motor en funcionamiento, en este análisis se tomara este concepto como referencia para describir al gasto de combustible con el bus fuera de la operación.

Operador: Es la persona encargada de conducir los buses apoyando las diferentes actividades de operación y mantenimiento por medio de la movilización de buses en patio y en via de acuerdo con las normas de tránsito, la legislación, la entidad contratante y la organización, con el fin de prestar el servicio de transporte de usuarios de una manera segura y con calidad garantizando la satisfacción de los mismos

Auxiliar de Combustible: Personal contratado para apoyar la operación del suministro de combustible a los buses, para esto contará con capacitación de uso de los equipos y protocolos de la EDS.

Bahías de parqueo: Área del patio destinada para la ubicación de buses en condiciones operables.

Áreas de servicio: Es la zona del patio de operación en la cual se instalarán todos los equipos e infraestructura necesarios para la prestación de los servicios de lavado, abastecimiento de combustible y mantenimiento técnico de los vehículos que conforman la flota al servicio de la operación troncal del Sistema Transmilenio

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los inicios de la operación del sistema, el patio servía eficazmente a pesar de su diseño e infraestructura a la cantidad de buses requeridos, con el paso del tiempo y con esto el aumento natural de usuarios y en consecuencia de cantidad de buses, estos procesos empezaron a presentar demoras, y por lo tanto embotellamientos en varios puntos del patio, con esto dificultades en el control de la operación y aumento en los costos del combustible y mano de obra, este análisis se enfoca en presentar algunas opciones que ayuden optimizar los recursos utilizados en estas actividades para los días donde más se presenta el problema que es en los días hábiles de lunes a viernes, pues estos son los días donde el 100% de la flota sale a operación.

5. JUSTIFICACION

Los procesos de lavado y tanqueo que se realizan diariamente a 330 buses en el patio asignado a la empresa, es un requisito contractual con el ente regulador, se debe garantizar el buen estado de los vehículos para la prestación del servicio; en el inicio de la operación este patio prestaba este servicio eficazmente de acuerdo al número de buses requeridos, sin embargo con el aumento de la demanda y por lo tanto el aumento del número de buses ingresando a el patio para este tipo de actividad, el proceso de alistamiento está presentando algunas ineficiencias.

Los tiempos de alistamiento en ocasiones superan los 60 minutos por bus, lo que origina aumento también en la mano de obra; el bus debe ser intervenido de acuerdo a los mantenimientos planeados después de ser aparcado, el tiempo planeado para realizar estas actividades también empieza a verse afectado, al optimizar esos tiempos se pueden aprovechar para que las personas de mantenimiento puedan realizar su actividad de una forma más eficiente y que la flota tenga un nivel más alto de confiabilidad a la hora de ser entregada a la operación; estas demoras también contribuyen a los embotellamientos que se presentan al interior del patio, causando con ellos que los buses tengan desplazamientos o que se deban parquear encendidos, o que se deban prender por mucho tiempo, dado que las personas que realizan el lavado interno deben utilizar la luz que entrega el vehículo, lo que origina mayor consumo de combustible y subutilización de alguno de los elementos del procedimiento, por lo tanto los costos operativos han ido en aumento.

El desperdicio de combustible mensualmente (combustible gastado por la flota cuando no está en operación), según el análisis realizado desde del mes de diciembre de 2014 y hasta agosto del presente año arroja una cifra de 8800 horas en promedio al mes, del cual casi el 88% de este gasto es en actividades que tienen que ver con el alistamiento de la flota (y mantenimiento general ítem que no se tomara en el presente artículo).

Hablando en términos económicos y teniendo en cuenta la tipología de buses que conforman la flota, se consume un aproximado de 1.8 litros/hora de combustible en ralentí, por tanto refiriéndonos al promedio actual de consumo de combustible por tiempo que el bus no está en operación se estarían consumiendo **8535** litros o su equivalente en galones 4064 promedio lo que genera un gasto de \$ 30.417.114 millones por el consumo de combustible debido al ralentí excesivo al mes. Lo que se traduce a que este consumo sería un 2% promedio del gasto mensual en combustible para toda la flota (243 buses).

La no puesta a punto de los buses en forma oportuna y satisfactoria, produce un desabastecimiento (demora en la salida de las rutas), que tiene como efecto acumulación de usuarios en plataforma e inconformidad en la ciudadanía, reduciendo la calidad del servicio, todo esto trae consecuencias de tipo contractual como imposición de multas por parte del ente regulatorio.

6. OBJETIVO GENERAL

Determinar oportunidades de optimización para la disminución de tiempos de operación y reducción de costos en el proceso de alistamiento de buses en el patio que maneja la empresa operadora.

7. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar las razones por las que se están produciendo demoras en los tiempos de alistamiento de la flota de la flota de buses.
- Plantear oportunidades de mejora para la disminución tiempos de alistamiento de los vehículos y sobre consumo de combustible.
- Realizar una evaluación financiera de la oportunidad de mejora seleccionada

8. DIAGNOSTICO

El proceso de alistamiento cuenta básicamente con 3 etapas (tanqueo, lavado interno y externo), las cuales se le realizan diariamente a los buses troncales de Si99 y otras 2 empresas operadoras, que entran al patio después de haber prestado su servicio; a partir de las 7 de la noche estas actividades son realizadas por el operador asignado a cada bus.

8.1. *Proceso Actual de Alistamiento*

Para el proceso normal de alistamiento, (normal cuando un bus no debe entrar inmediatamente a zona de cárcamos para mantenimiento); el operador que termina el servicio con el vehículo lo direcciona hacia el patio donde uno de los guardas de seguridad asignado hace una revisión de prevención, posteriormente y siempre y cuando no haya empezado el embotellamiento al interior del patio, el operador espera con el bus en fila el turno para el abastecimiento de gasolina, actividad que realizan los auxiliares de combustible, personas contratadas por Si99; algunos operadores al notar la demora en los tiempos de este primer proceso optan por llevar el vehículo directamente a la segunda etapa, lavado externo, actividad que en muchas ocasiones afecta el normal desarrollo del

proceso, dado que al momento de terminar de abastecer el combustible y para seguir el flujo normal las bahías de lavado pueden estar ya ocupadas.

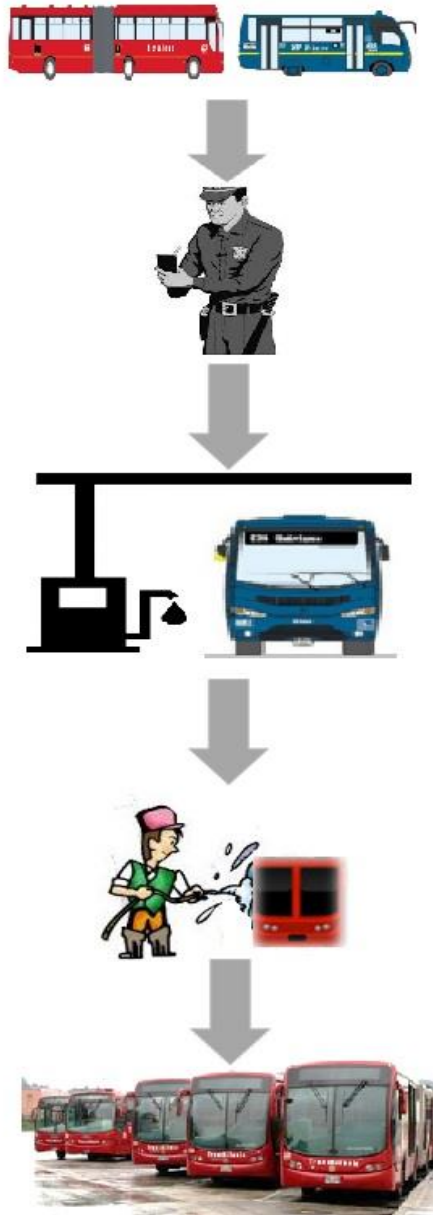
Ya con combustible el siguiente paso es dirigir el vehículo a la zona de lavado (si es que este aun no lo han realizado), el encargado de esta actividad es una empresa hermana; esta empresa realiza el lavado y actividades de lámina y pintura de algunas de las empresas del sistema; el sistema con el que se realiza el proceso de lavado es prácticamente manual y se surte con la recirculación del agua servida en el mismo lavado, este proceso de tratamiento del agua se realiza en una planta localizada al lado donde se ejecuta el lavado; en muchas ocasiones estas zonas ya tienen una ocupación lo que obliga al operador a dar una vuelta alrededor de la zona, con el fin de conseguir un espacio donde esperar, todo esto trae algunos inconvenientes:

- Recorridos innecesarios,
- Por lo tanto mayor consumo de combustible e ineficiencia en el proceso
- Subutilización de una de las unidades de servicio ya que en muchas ocasiones no se pueden usar por la dificultad de los buses para llegar después de dar la vuelta, pues cuando vuelven a pasar por la zona inicial ya se han formado embotellamientos.

- Tiempo extra tanto en las personas que realizan las actividades como a los operadores, quienes son los que maniobran el bus hasta dejarlo estacionado para el lavado interno.

Posterior a estas actividades el operador se dirige a dejar el bus en las bahías de parqueo donde las personas de la empresa completan su alistamiento con el lavado interno. Para este último proceso las personas encargadas deben poner en marcha el motor del vehículo para hacer uso de las luces sin descargar la batería, muchas veces hacen esto a todos por igual lo que conlleva a que los buses estén consumiendo más combustible.

Figura 1 Diagrama De Proceso



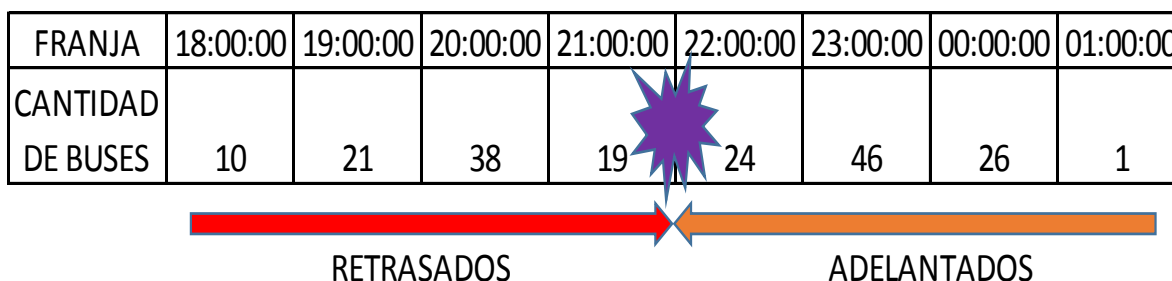
Fuente: Propia

8.2. Situación Actual del Patio (Parqueadero)

Este patio al inicio de la operación hace aproximadamente 13 años, fue diseñado para servir a 176 buses, sin embargo las condiciones actuales del sistema, incremento en toda la flota por el aumento de la demanda, han hecho que este proceso varié y con ello se está presentando una afectación en el curso normal de la actividad.

Actualmente ingresan al patio para alistamiento 330 buses, muchas veces por cuestiones operativas, viales, del clima, estos ingresos se adelantan o se atrasan lo que causa congestión en las vías de circulación internas, esta saturación genera dificultades en la movilización, por consiguiente carga de tiempo y consumo de combustible, desorganización en el área de producción u operaciones por la dificultad para ubicación y estado del bus, riesgo de accidentalidad.

Figura 2 Retrasos buses para entrar a Alistamiento



Fuente: archivo ppt Mantenimiento empresa 2015

La anterior figura muestra el cuello botella que se forma entre las 21:00 y casi 22:30, debido a que algunos buses por diferentes situaciones se adelantan o se atrasan en la llegada al patio.

Actualmente el patio cuenta con las siguientes zonas:

Zona de tanqueo: 4 islas para el abastecimiento de combustible a la flota de buses, está localizada 50 metros de la entrada del patio.

Figura 3 Zona de Tanqueo



Fuente: Propia

Zona de lavado: el lavado externo tiene dos espacios, con estructura básica de mangueras, sistema manual el cual se surte con la recirculación del agua, está ubicado a 50 metros de la estación de combustible, allí el bus pasa por un arco que lo pre enjuaga, seguido por un frote de jabón realizado por el personal de la empresa asociada para tal actividad, se finaliza por el paso por un arco donde se

enjuaga y se termina con el paso por el personal que realiza otro enjuague con mangueras.

Figura 4 Zona De Lavado



Fuente: Propia

Bahías de parqueo: espacio de 6 bahías , donde se parquean los buses pertenecientes a las empresas a las cuales se les presta el servicio, es ahí precisamente donde se realiza el lavado interno después de los procedimientos de lavado externo y tanqueo cuando los buses ya están aparcados.

Figura 5 Bahías de Parqueo



Fuente: Propia

Zona cuarentena, cárcamos y áreas de llantas, zonas que no serán descritas en el presente documento ya que hacen parte de un proceso alterno al que se está tratando.

Figura 6 Áreas Patio Usme



Fuente: archivos ppt empresa

La congestión de vehículos dentro del patio y en las rutas de acceso a la estación tanto de lavado como de tanqueo, eventos inesperados en la operación generan picos indeseables que han generado dificultades en la organización del proceso de alistamiento.

8.3. *Tiempos actuales de alistamiento*

La siguiente tabla muestra los tiempos actuales de alistamiento para la flota de 330 buses

Tabla 1 Tiempos de Alistamiento

Fuente: Diagnostico Técnico Documento Operación empresa

hora entrada	Espera Tanqueo (minutos)	Tanqueo (minutos)	Espera Lavado (minutos)	Lavado(minutos)	Estacionar	Tiempo Total
7-8 pm	5	6	5	5	3	24
8-9 pm	10	5	15	6	3	39
9-10 pm	11	5	22	6	5	49
10-11 pm	22	7	25	7	5	66
11-12 pm	30	9	35	6	5	85
12-1 am	23	9	22	5	5	64
1-2 am	15	6	10	6	3	40

Total 367

Como se muestra en la tabla anterior, entre las 11:00 PM y las 12:00 PM se presentan mayores esperas tanto en tanqueo como en lavado, 30 y 35 minutos por bus respectivamente. Para esta misma hora, el tiempo total que tarda un bus en hacer todo el alistamiento es de 85 minutos.

La siguiente tabla muestra las llegadas y el servicio prestado por horas

Tabla 2 Tasa de llegada y de Servicio Buses Por Hora

Hora Entrada	TASA PROMEDIO DE LLEGADA (Buses/Hora)	TASA PROMEDIO DE SERVICIO(Buses/Hora)	
		Tanqueo	Lavado
7-8 pm	19	40	36
8-9 pm	42	48	30
9-10 pm	77	48	30
10-11 pm	29	34	26
11-12 pm	32	27	30
12-1 am	48	28	36
1-2 am	16	40	30

Fuente: Diagnostico Tecnico Documento Operaciones empresa

Después de conocer y analizar todo el proceso de alistamiento, el patio con sus características, podemos determinar que hay insuficiencias de unidades en las diferentes etapas del proceso y que las largas colas se hacen necesarias.

8.4. Costos Actuales

- *Costo lavado:*

La siguiente tabla muestra los costos por bus para la actividad de lavado (interno y externo) de un día, por parte de la empresa prestadora del servicio ; este costo es analizado solo para los 190 buses pertenecientes a la compañía que entran al patio. También se muestra los costos por gasto de recurso agua: 0,15 metros cúbicos de agua por bus.

Tabla 3 Costo Lavado Por Bus

CONCEPTO	COSTO POR BUS	CANTIDAD DE BUSES	TOTAL
Lavado	\$ 39.900	190	\$ 7.581.000
Agua Mt3	\$ 621	190	\$ 117.990

Total \$ 7.698.990

- *Costos combustible operación normal de la flota*

Tabla 4 Costo Combustible Por Bus

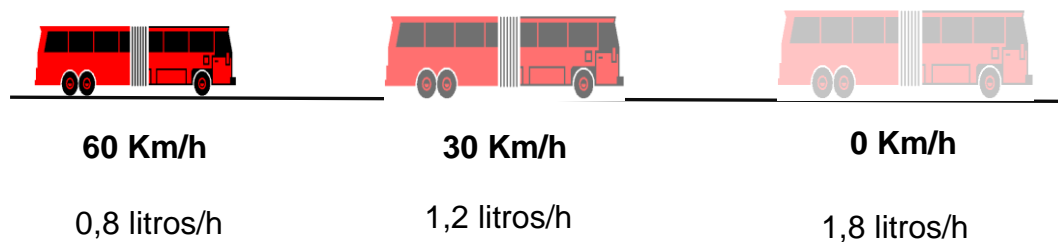
NOVEDAD	CIFRA
TOTAL FLOTA PROGRAMADA	243
TOTAL FLOTA QUE INGRESA AL PATIO PARA ALISTAMIENTO	190
CONSUMO X BUS	6,5 km/galón
KMS PROMEDIO RECORRIDOS POR BUS DIARIO /día Hábil	266
GALONES X DIA	9944
PRECIO X GALON	\$ 7.484
TOTAL X TODA LA FLOTA/promedioMes, días Hábiles	\$ 1.488.463.975
TOTAL X FLOTA ALISTADA EN PATIO USME/PromedioMes/días Hábiles	\$ 30.417.114

La anterior información se toma solo para los días hábiles (20 días al mes), días en que se presenta mayor consumo, tanto en operación como en ralentí, dado que se opera con el 100% de la flota.

- *Costos de los periodos en los cuales el bus se encuentra estacionado pero con el motor en funcionamiento (RALENTI)*

La siguiente imagen muestra el consumo Combustible bus en operación (sin carga) para mantener la velocidad de operación descrita.

Figura 7 Consumo Combustible en Ralenti



Fuente: archivo ppt Mantenimiento empresa

1 hra en ralentí= 1,8 litros de combustible

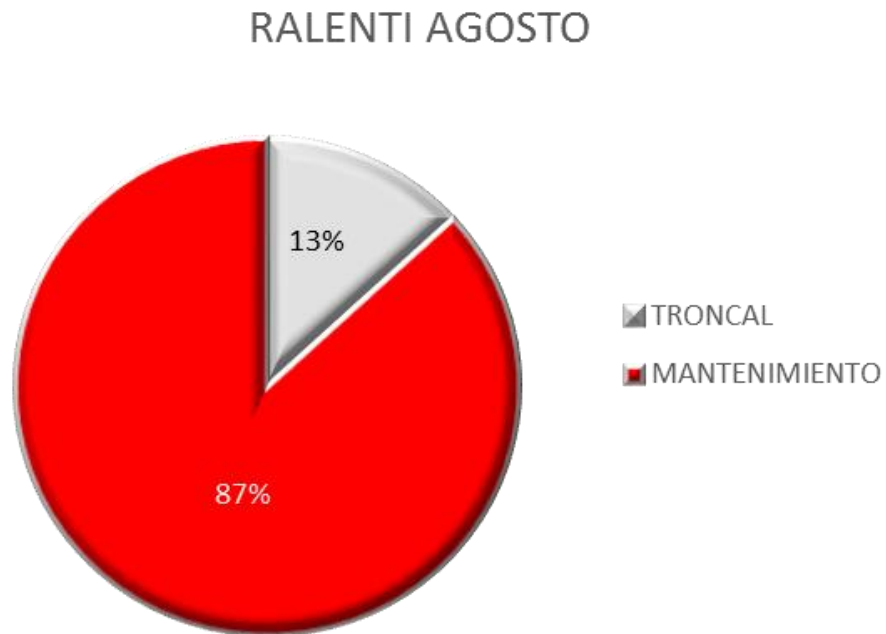
1 hra en ralentí= 1,8 L/h * 0,27 Gal/l * 7484 \$/Gal

1 Hora en Ralentí = 3637 \$/h

La compañía cuenta con herramientas tecnológicas que ayudan con la identificación de diferentes situaciones a nivel operacional, en las cuales se distinguen comportamientos tanto del bus como de las personas que lo operan en determinado momento del día, por lo tanto se tiene acceso y control a datos como los que se requieren en este caso, se está identificando por medio de este instrumento donde se esta generando un mayor consumo de combustible del bus fuera de la operación; esto se hace de acuerdo a parametrización de zonas que se hizo previamente y que le realiza trazabilidad por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS) adquirido por SI99 y con el cual se puede diagnosticar las causas o razones del consumo.

El siguiente grafico muestra según los datos recolectados en el mes de agosto al proceso de mantenimiento, proceso del cual hace parte el alistamiento, como el segmento donde mayores horas de consumo de combustible fuera de la operación genera y se compara con las horas ralentí generadas cuando el bus se encuentra en la troncal fuera de servicio ya sea por tiempos de espera incluidos desde la programación o por solicitudes de colaboradores del ente gestor

Figura 8 Comportamiento Ralenti Mes de Agosto



Fuente: Propia

El anterior grafico lo que muestra es un consumo promedio de horas combustible fuera de la operación para el mes de agosto, donde el proceso de mantenimiento aporta una participación del **87 %** al ralenti excesivo medido en este mes, este análisis solo se realiza para las zonas del patio Usme y a los 190 buses que ingresan para alistamiento.

Tabla 5 Horas Consumo de No operativo Agosto (Ralenti)

ZONAS	Horas
TRONCAL	1002:28:10
MANTENIMIENTO	6600:03:51

Lo anterior se da en el proceso de alistamiento por diferentes razones:

- Los buses deben esperar mucho tiempo en la fila para el ingreso tanto al patio como a las unidades de servicio, todo esto con el motor en funcionamiento, dado que algunos buses no pueden apagarse para no tener problemas con el encendido nuevamente.
- La acumulación anterior tiene que ver con el flujo de buses ingresando comparado con la velocidad en el alistamiento.
- Mayores recorridos de la flota mientras esperan un turno para ser alistados o aparcados
- Mientras se realiza el lavado interno de los buses con el bus ya en el sitio aparcado las personas de la empresa asociada a esta labor ponen en funcionamiento el motor para utilizar las luces y llevar a cabo su actividad.

9. OPORTUNIDADES DE MEJORA

La congestión que se está presentando al interior del patio durante el proceso de alistamiento, las demoras en las actividades, los desplazamientos que se están haciendo necesarios para cumplir a cabal los procedimientos, el gasto de combustible ocasionado por todo lo anterior; se hace evidente día a día en el momento en el que los operadores encargados desplazan los buses después del servicio prestado hacia el patio para la realización de las diferentes actividades que son convenientes para la prestación del servicio del otro día.

En consecuencia a todo lo anteriormente citado se plantean las siguientes oportunidades de mejora:

- ***Establecer una nueva área de servicio para cada etapa (lavado y tanqueo)***

Se realiza un análisis de tiempos de alistamiento mediante la teoría de colas, se asume que todos los buses ingresan primero a tanqueo e inmediatamente después continúan hacia lavado; no es posible optimizar los tiempos de alistamiento sin adicionar unidades de tanqueo y de lavado exterior. Por lo tanto se propone una oportunidad de mejora que consiste en aumentar las unidades de servicio.

La recomendación para esta opción es aumentar las unidades de servicio tanto de abastecimiento de combustible como de lavado externo con el fin de maximizar la tasa de servicio, buscando un equilibrio entre el flujo vehicular de entrada y salida.

En el alistamiento el servicio óptimo se logra cuando el flujo de vehículos de entrada es igual o inferior a la capacidad de las unidades para evacuar los buses.

La teoría de colas entrega el resultado de las siguientes tablas si se implementan 3 líneas más de servicio para tanqueo y lavado

Tabla 6 Resultados Simulación con 7 Líneas de Servicio de Tanqueo

Hora Entrada	TASA PROMEDIO DE LLEGADA (Buses/Hora)	TASA PROMEDIO DE SERVICIO(Buses/Hora)	Posibilidad de espera	numero promedio en cola	tiempo promedio en cola
7-8 pm	19	12	0,00	0	0,00
8-9 pm	42	12	0,08	1	0,11
9-10 pm	77	12	0,76	9	6,54
10-11 pm	29	12	0,01	1	0,01
11-12 pm	32	12	0,02	1	0,02
12-1 am	48	12	0,14	1	0,23
1-2 am	16	12	0,00	0	0,00

Fuente: Diagnostico Técnico Documento Operaciones empresa

Tabla 7 Resultado Simulación con 5 Líneas de Servicio En Lavado

Hora Entrada	TASA PROMEDIO DE LLEGADA (Buses/Hora)	TASA PROMEDIO DE SERVICIO(Buses/Hora)	Posibilidad de espera	numero promedio en cola	tiempo promedio en cola
7-8 pm	19	15	0,01	0	0,00
8-9 pm	42	15	0,19	1	0,34
9-10 pm	77	15	0,84	12	10,06
10-11 pm	29	15	0,05	1	0,07
11-12 pm	32	15	0,08	1	0,11
12-1 am	48	15	0,29	1	0,64
1-2 am	16	15	0,01	0	0,01

Fuente: Diagnostico Técnico Documento Operaciones empresa

El espacio para la implementación de esta propuesta es la adecuada y se encuentra cerca a la estación de servicio de combustible que existe actualmente, para su instalación se necesitaría los implementos que están descritos en la siguiente tabla:

Tabla 8 Costo Unidades de Servicio Tanqueo

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO UNI	COSTO TOTAL
Surtidores	3	\$ 30.000.000	\$ 90.000.000
Tanque de almacenamiento	1	\$ 200.000.000	\$ 200.000.000
instalación Techo	1	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
		total	\$ 290.000.000

Fuente: Propia

Los datos fueron suministrados por las personas encargadas de la administración del patio, y están basados en los costos de inversión de las unidades ya

implementadas, por lo tanto se debe reflexionar sobre la considerable inversión de tiempo y dinero para la puesta en marcha de la propuesta.

En dialogo con las personas que realizan la actividad de lavado ello sugieren que acompañado de esta opción, se podría aumentar la presión de los arcos de enjuague y mejorar algunos de los recursos que ellos utilizan como cepillos y detergentes, esto con el fin que los residuos de barro caiga más fácil, opinan que se podría ahorrar un poco más de tiempo

- ***Establecer una nueva área de servicio en un lugar diferente al patio de Usme (lugar donde se aparcan los móviles actualmente)***

El principal objetivo de esta iniciativa es evitar la saturación de buses en el patio en horas determinadas (horas pico, por ejemplo), donde se tiene la opción de realizar el alistamiento de los buses en un parqueadero de otra empresa operadora cerca, o en una estación de servicio común en alguno de los lugares aledaños al patio Usme, esta opción entregaría un beneficio de optimización de tiempos en el alistamiento pero se contrarrestaría con el recorrido de kilometrajes en vacío o kilometraje no operativo.

En el caso de poder hacer el alistamiento en el patio de una empresa operadora, la mejor opción por cercanía sería la que está ubicada en el patio del tunal, en tiempo serian 15 minutos sin tráfico hasta la llegada al patio Usme (lugar de

aparcamiento) y en distancia 8,5 kilómetros, en esta opción se vería implicada otros procesos y capacidad del patio vecino, dado que esta distribución de capacidades se hace por medio de la programación de turnos y servicios.

Teniendo en cuenta que si el bus se desplaza del patio más cercano (patio tunal), después de realizar su alistamiento allí, en un promedio de velocidad de 60 kilómetros por hora, el gasto de combustible es de 0,8 litros hora, en el desplazamiento de los 15 minutos hasta el patio de Usme gastaría 0,054 galones de combustible con un costo de \$ 405 pesos, esto teniendo en cuenta que el alistamiento en el patio en tunal, se realiza sin ninguna congestión, en los tiempos acordados.

El principal inconveniente para su implementación serían los acuerdos establecidos de capacidad y procesos empresas de todo el sistema.

En esta misma opción se podría llegar a acuerdos para que los buses puedan aparcar en ese lugar o cerca hasta el inicio de operación del día siguiente lo que conllevaría a optimizar aún más en combustible y tiempo.

La otra opción de esta propuesta es el abastecimiento de combustible en una estación de servicio común, donde en la decisión se tendría en cuenta el precio del combustible que una estación común ofrecería.

Las 2 estaciones comunes más cercanas al patio de Usme están a 3,4 km antes de llegar al portal y 1km respectivamente, se tienen en cuenta estas dos estaciones porque son las de más fácil acceso para los buses con esta tipología articulada.

- ***Implementar una estrategia sobre pico y placa ambiental***

Aunque la denominación de esta oportunidad hace referencia al medio ambiente, es una propuesta que implementada eficazmente causaría un impacto en varios elementos de la organización, esta proposición consiste en crear mecanismos con los cuales la flota solo sea lavada externamente unos días al mes, día de por medio toda la flota que ingresa al patio de Usme, o la mitad un día y la otra parte para el día siguiente; generando así una optimización en cuanto a tiempo de alistamiento, personal y recurso agua; por el contrario el lavado del bus internamente si se haría a diario, donde el recurso humano de la empresa asociada se estaría utilizando en el lavado externo que es lo que más tiempo lleva, siendo así se está avanzando en la última fase del proceso (lavado interno), lo que generaría una importante optimización, tanto para la empresa asociada debido a la reducción del personal, como para SI99, dado que los operadores solo tendrían que pasar por la primera parte del alistamiento (tanqueo) y dejar el vehículo parqueado para su proceso de lavado interno, donde también se crearía un bienestar para ellos.

Esta estrategia no requiere de ninguna inversión en ningún momento del proceso.

- ***Implementar una nueva forma de lavado***

La nueva forma de lavado consiste en implementar un sistema más eficiente para el lavado externo de los buses, donde se puedan lavar más cantidad de buses por hora, y donde el recurso humano solicitado sea el mínimo.

Existen en el mercado gran oferta de industrias que ofrecen el tipo de maquinaria necesitado para este tipo de proceso, donde el bus pasa por un túnel o por un puente de lavado que realiza solo la operación, no se necesita la presencia de operarios.

Para este caso se tendrían que hacer modificaciones a la forma como llega el agua desde la planta de tratamiento con la que se trabaja actualmente, esta propuesta tiene dos expectativas, una es con túnel el cual permite que el carro circule a través de una cinta transportadora; y la otra opción es con puente de lavado, en el cual el bus permanece inmóvil y la estructura de la maquina es la que hace el movimiento por medio de rieles, esta última proposición con el puente; se podría implementar de esta forma, o de manera que un operador sea el que pase el bus durante todo el proceso, el espacio para esta maquinaria sería más reducido.

En este caso la maquinaria tendría que ser propiedad de SI99, lo que permitiría tener un lavado autónomo, recurriendo solo a un operador que manipule los buses al paso por el puente, o de un operario que lleve el control del proceso para ambos casos (túnel o puente en todas sus variaciones).

En esta oportunidad la optimización de tiempo no es considerable para tal inversión económica que se debe hacer para empezar, entrega el mismo número de buses hora, pero no es necesario el recurso humano.

La inversión inicial por la maquinaria sin contar con implementos es de:

\$ 175.651.840.

Después del pedido se entrega 4 meses después, donde el factor tiempo empieza a implicarse para la toma de la decisión.

Complementos propuesta

Para complementar cualquiera de las anteriores propuestas se plantea que para el lavado interno de los buses que adquieran otros implementos que permitan realizar dicho proceso sin necesidad de poner en marcha el motor de los vehículos, se trata de la compra de lámparas led que permitan a cada equipo encargado del lavado interno realizar su actividad sin generar ralenti.

A continuación se describen dichos complementos:

Regleta de luz led con sensor



Especificaciones:

Voltaje: DC 3.6
 Energía de la carga: 600MW
 Material: Aluminio
 Forma: Tubo
 Fuente de luz: LED
 Incluye Bombillas: Sí
 Iluminación Color: blanco
 Desarrollado por: 4 * baterías
 Son las baterías incluidas: si

Precio por lámpara: 50.000 incluye envío
 Numero de lámparas : 12

Figura 9 Complemento Propuesta

Fuente: <http://www.kidenia.com/cocina/141-regleta-de-luz-led-con-sensor.html>

10. DECISION

Para orientar un poco la toma de la decisión y responder efectiva y oportunamente a una solución para la optimización de recursos en el proceso de alistamiento de flota, se optara por elaborar una matriz de priorización que permita jerarquizar objetivamente y de la mejor forma las oportunidades de mejora que en este documento se proponen.

El fin es elegir la alternativa correcta, de tal forma que se pueda cumplir con la optimización buscada, donde se dé la relación costo-beneficio, aunque se tendrán

en cuenta otros criterios como los de tipo social, para esta oportunidad el costo tendrá una prioridad más alta, dado que lo que se busca es optimizar algunos costos operativos que han ido en aumento, y la opción con el puntaje más alto será la escogida para realizar el estudio financiero.

La puntuación se dará de la siguiente manera:

Tabla 9 Opciones de Valoración Matriz de Priorización

Valoración	Significado	Definición
0	N/A	Donde definitivamente el criterio no aplica o no se ve reflejado en ninguna etapa de la opción propuesta
1	BAJO	Para las opciones bajo, medio y alto, se da una calificación dependiendo del impacto que genere la opción de optimización que se está entregando a cada criterio, que para el presente proyecto se consideró tendrían afectación en el transcurso de la solución.
3	MEDIO	
5	ALTO	Donde 5 es un alto impacto pero positivo

Los criterios a ponderar son los siguientes:

- Entorno Social

Según la Asociación Internacional de Evaluación de Impacto (IAIA), análisis de impacto social es el proceso de analizar, monitorear y administrar consecuencias sociales intencionadas o no intencionadas, positivas y negativas de intervenciones planificadas (traducida por Preval 2004).

Al evaluar este criterio se debe determinar el impacto que traen las propuestas, si estas causan algunos efectos tanto positivos como negativos en la comunidad interna o externa de la compañía, oportunidades o riesgos, tanto de las personas que habita los inmuebles que rodean el patio como para las personas que laboran o que visitan el Patio Portal Usme diariamente, se deben analizar algunos criterios como por ejemplo el impacto en la calidad del aire, incremento en los niveles de ruido permitidos, integridad personal social o cualquier otra hecho que pueda traer consecuencias a la salud de las personas, cambios en el estilo de vida o en las condiciones de circulación por alguna obra que se deba hacer.

- Recursos

Con este criterio se tiene en cuenta para el análisis y evaluación tanto el recurso humano como los insumos necesarios y las tecnologías a implementar.

Que tantos recursos se necesitan para la implementación de la propuesta, comprender que impacto se generaría si se necesitan más o menos cantidad,

teniendo en cuenta el objetivo que se quiere alcanzar, analizar si los recursos existentes son óptimos para el desarrollo del proceso, tener en cuenta si se tiene alguna limitación para la asignación de estos recursos.

- Tiempo de implementación

La idea es que la optimización de los recursos en el proceso de alistamiento, empiece a generar menos costos operativos, por lo tanto el tiempo de implementación se convierte en una variable importante para este punto de la evaluación donde se tendrá prioridad por la oportunidad de mejora que empiece a mostrar resultados en un menor tiempo, y donde se vea reflejado la mejora en los tiempo de alistamiento, ya que la idea es que se pueda empezar a mostrar dichos resultados.

- Costo

La idea del proyecto es la optimización de recursos para contrarrestar un incremento en los costos operativos, en este caso se dará una ponderación importante a este criterio, con el fin que esta sea útil para la toma de la decisión; se analizara los costos de cada oportunidad propuesta, tanto en el momento de implementación como a futuro.

- Impacto ambiental

Además de la optimización de costos, se hace interesante poder tomar medidas que aporten al mejoramiento de la crisis ambiental mundial, la propuesta además debe promover actividades que sean amigables con el medio ambiente; además porque es responsabilidad de las compañías ajustar sus actividades a la norma vigentes, darle un uso racional al agua utilizada en el proceso, y tener en cuenta otros impactos que se generen en la implementación de cual quiera de las propuestas.

- Crecimiento personal-Bienestar personal

En este criterio se deben determinar los efectos que la propuesta produce en cuanto a beneficios de las personas que participan, fluctuación en sus labores, calidad de vida; donde gracias a las optimizaciones las personas obtienen un bienestar, pues tendrán más tiempo para compartir o para realizar otras actividades, para los nuevos procesos se deberán implementar nuevos cronogramas de capacitaciones, lo cual genera desarrollo personal y por lo tanto desarrollo para la misma empresa, indispensable la salud en el trabajo, donde para este criterio se evaluaría las actividades repetitivas que se puedan presentar y que podrían terminar en riesgos laborales.

- Facilidad

Para ponderar este criterio es necesario conocer cuál es la capacidad técnica, las políticas administrativas, la experiencia requerida del personal involucrado y el grado de aceptación que puede generar cada propuesta en la compañía, que tan complejo puede ser el manejo, la adaptación de acuerdo a la implementación o en el desarrollo de cada una de estas proposiciones; posibilidad de que cada propuesta pueda cumplir con el objetivo inicialmente propuesto.

Tabla 10 Matriz De Priorización

OPORTUNIDADES DE MEJORA	CRITERIOS A EVALUAR							VALORACION DE LAS OPORTUNIDADES
	Entorno Social	Recursos	Tiempo implementacion	Costo	Impacto Ambiental	Crecimiento Personal	Facilidad	
Pico Y Placa Ambiental	3	5	5	3	5	5	3	29
Establecer una nueva unidad de servicio para cada etapa	3	1	1	1	3	3	3	15
construccion nueva forma de lavado	3	5	3	1	3	5	3	23
Establecer una nueva área de servicio en un lugar diferente al patio de usme (lugar donde se aparcan los móviles actualmente	1	3	5	3	3	1	3	19

1. EVALUACION FINANCIERA

- Pico y placa ambiental

Los buses tendrán lavado externo solo 3 días a la semana (lunes, miércoles y Viernes).

El siguiente ahorro esta analizado solo para los días hábiles del mes (20 días)

Tabla 11 Ahorros Propuesta

CONCEPTO	Costos Actuales	Costos Propuesta	DIFERENCIA	%
Costo Mano de obra Lavado por Bus	\$ 151.620.000	\$ 71.820.000	\$ 79.800.000	52,6%
Costo Agua Por lavado de bus	\$ 2.359.800	\$ 1.211.364	\$ 1.148.436	48,7%
COSTO TIEMPO TOTAL ALISTAMIENTO	\$ 443.714	\$ 232.768	\$ 210.946	47,5%
	AHORRO MENSUAL		\$ 81.159.382	
	\$ 154.423.514			53%

2. CONCLUSIONES

- Las cuatro propuestas de optimización aportan aspectos muy positivos a los indicadores del proceso de alistamiento que repercuten en eficiencias para la compañía con unos costos relativamente modestos si se considera su relación costo beneficio. Sin embargo de las propuestas mencionadas la que mejor impacto genera es la implementación de un pico y placa ambiental.
- La implementación del pico y placa ambiental además de que no necesita presupuesto y es de fácil ejecución, representa un gran beneficio en tres áreas estratégicas, ambiental, social y financiera que son el eje central del sistema Transmilenio, además de que se genera un ahorro de 53% con respecto a los gastos mensuales generados en el alistamiento de los buses.

REFERENCIAS

-Distrito de Bogotá, página oficial Transmilenio S.A. Tomado de <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/operacion>

-<http://www.kidenia.com/>