



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VEHÍCULOS  
ARTICULADOS EN ECUADOR MEDIANTE EL ANÁLISIS  
COMPARATIVO DE LA PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DE  
LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO DEL BUS ELÉCTRICO  
(K11A) BYD CON SU SIMILAR DE MOTOR DE  
COMBUSTIÓN INTERNA

**AUTORES:**

**JARRIN SÁNCHEZ, RAMIRO GABRIEL  
MENA ALVAREZ, JEFFERSON STALYN**

**ING. LEONIDAS QUIROZ  
DIRECTOR DE TESIS**





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“EL DÍA QUE PIENSES QUE ERES  
MEJOR QUE LOS DEMÁS,  
SIMPLEMENTE DEJASTE DE SERLO ”**

Anónimo





## OBJETIVO GENERAL

Investigar los procesos de mantenimiento preventivo de vehículos articulados en Ecuador mediante el análisis comparativo de la programación y ejecución de las rutinas de mantenimiento del bus eléctrico (K11A) BYD con su similar de motor de combustión interna.





## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar técnica y económicamente dos vehículos de acuerdo a su clasificación según su construcción para el caso dos móviles articulados, un bus eléctrico de Marca BYD K11A con relación a su similar de motor de combustión interna.
- Fundamentar técnica y científicamente con la ayuda de fuentes bibliográficas confiables aspectos como la programación y ejecución del proceso de mantenimiento preventivo.
- Solicitar información del bus articulado con motor de combustión interna y levantar información del bus articulado eléctrico de Marca BYD K11A.



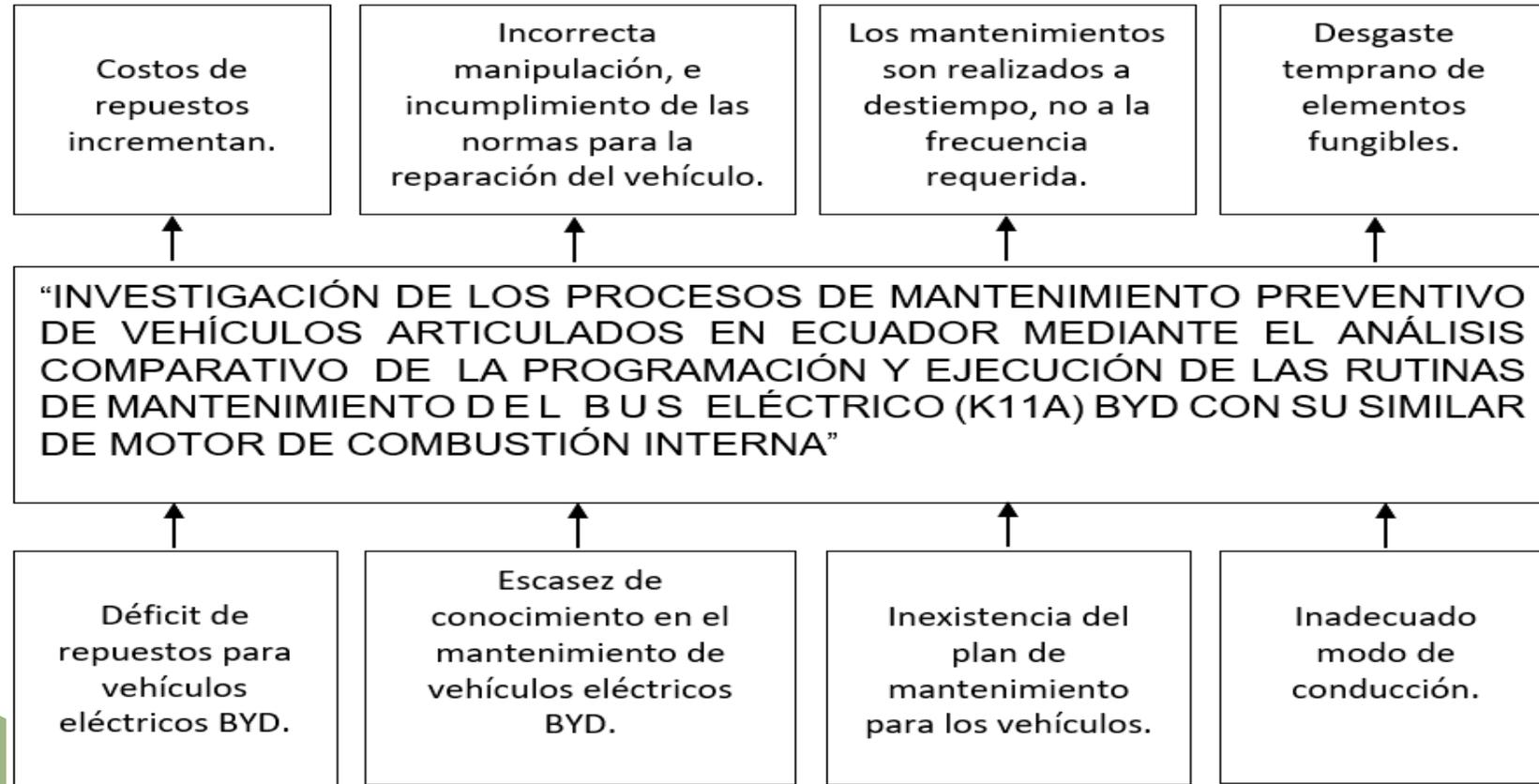


- Analizar las rutinas de mantenimiento del bus eléctrico K11A en estudio de acuerdo a los procesos de mantenimiento preventivo.
  - Analizar la cantidad de insumos y materiales fungibles utilizados en el proceso de mantenimiento preventivo de los buses articulados de estudio.
  - Analizar desde el punto de vista de recursos y de capacitación del personal técnico para un vehículo eléctrico articulado (K11A) con respecto a su similar de motor de combustión interna.
  - Comparar costos de procesos de mantenimiento preventivo por kilometraje, costos de repuestos, insumos, mano de obra de acuerdo al tiempo de ejecución.
- Comparar el consumo de combustible del vehículo eléctrico con su similar de MCI.





## JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# META

Determinar si es o no factible, técnica y económicamente para el consumidor adquirir un vehículo eléctrico BYD.





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

El vehículo eléctrico BYD tendrá menor costo de mantenimiento preventivo en un ciclo, en comparación con su similar con MCI.

## Hipótesis





## BYD

BYD es una empresa que fue instituida en febrero del año 1995 en la ciudad de Shenzhen, República Popular de China, bajo el nombre BYD Company Limited, que se especializa en desarrollo de baterías, negocios IT y automóviles.

## CHINA

En tema de fabricación de vehículos, BYD dio tomó su punto de partida en el año 2003; su primer vehículo a la venta bajo la marca BYD fue el vehículo modelo F3, a partir de allí su tecnología ha ido desarrollándose acompañando las necesidades sociales y de mercado, siendo así que actualmente cuentan con un 'nuevo' tipo de energía denominada energía limpia (propulsión eléctrica), dentro de sus líneas comerciales de vehículos, buses y transporte de carga.

## ECUADOR

BYD ha desarrollado una nueva búsqueda de mercado llegando así en el año de 2017 al Ecuador, bajo el nombre de BYD E-Motors, buscando construir poco a poco un país más sostenible en tema de energías limpias





## MODELOS

En Ecuador la presencia de BYD se ha hecho notar con modelos enfocados al acercamiento del área de transporte, en consecuencia, en las distintas ciudades se encuentran en operación tres tipos de modelos eléctricos, un tipo de vehículo para servicio de taxis y dos tipos de buses para el servicio de transporte masivo de pasajeros.





## *Clasificación vehicular*

Categoría	Descripción
L	Vehículos automotores con menos de 4 ruedas
M	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.
N	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.
O	Remolques (incluidos semirremolques)





# Formatos

Son todos los documentos que permiten levantar los datos del cliente y del vehículo, con el fin de llevar un historial de reparaciones, repuestos e insumos utilizados, para sus próximos mantenimientos de acuerdo al manual de usuario o servicios solicitados directamente del cliente.





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

- Ficha técnica
- Orden de trabajo
- Comprobación sistemática de actividades (Check-List)
- Control de calidad
- Facturación
- SCI (Índice de satisfacción del cliente)





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## FICHA TÉCNICA

FICHA TÉCNICA ARTICULADO ELÉCTRICO (BYD)				
	MARCA:	BYD		
	MODELO:	K11A		
	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN (VIN):	LC06T64N1J1990006		
	PLACA:	SP		
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2017		
	CATEGORÍA:	M	NUMERACION:	3
CLASE:	II			
SEGÚN CONSTRUCCIÓN:	CHASIS	ARTICULADO		
ELECTROMOTORES	CANTIDAD:	2		
	MODELO:	BYD-2912TZ-XY-A		
	TIPO:	ELÉCTRICO		
	ARQUITECTURA:	DE MAGNETO PERMANENTE SIN ESCOBILLAS (BRUSHLESS)		
	FABRICANTE:	BYD Automotive Industry Co., Ltd.		
	POTENCIA:	360 kW (180kW x 2) 492Hp		
L/R	TORQUE:	3000 Nm (1500Nm x 2) - TORQUE INMEDIATO		
	LUBRICACIÓN	ATF220		
	TIPO DE LUBRICANTE:	ATF220		
TREN MOTRIZ (REDUCTORES)	L / R	2		
	CANTIDAD:	2		
	TIPO:	REDUCTOR PLANETARIO		
	COMPONENTES:	PRINCIPAL PLANETARIO		
BATERÍAS	LUBRICACIÓN	CAPACIDAD DEL COMPONENTE (L):	1,4	
	TIPO DE LUBRICANTE:	CALIDAD		
	BAJA TENSION		ALTA TENSION	
	SAE: 80W90		API: GL-5	
	NÚMERO DE BATERÍAS:	2		
	MATERIAL BASE:	HIERRO FOSFATO		
MARCA:	VARTA	FABRICANTE: BYD		
CÓDIGO:	R9F - 3703010C	CAPACIDAD ENERGÉTICA		
REFERENCIA COMERCIAL:	G14	POTENCIA: 400Kw/h		
MATERIAL BASE:	10h - Litio	TENSION: 550 V		
DIN SIZE:	H8 / L5	POTENCIA ENERGÉTICA		
VOLTAJE NOMINAL:	12 V	POTENCIA: 200Kw/h		
CAPACIDAD DE CARGA:	100 Ah	TENSION: 480 V		
AMPERAJE ARRANQUE EN FRÍO:	720 A	TIPO DE RECARGA:	SEMI-RÁPIDA	
TEMPERATURA ARRANQUE EN FRÍO:	(-18°C)	TIEMPO DE CARGA:	DE 2.5 a 3h	
CONEXIÓN:	PARALELO	AUTONOMÍA:	> 350 km	
SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA DESCARGAS:	PARALELO	SERVICE PLUG		
COMPRESOR	MARCA:	NAILI 4kW		
	LUBRICACIÓN:	205-LITRE CAN		
	ESPECIFICACIONES DEL LUBRICANTE:	5116010009		
SISTEMA DE SUSPENSION	CAPACIDAD TOTAL DE LUBRICANTE (L):	2,35		
	TIPO:	CONTROL:	MÓDULO:	
	NEUMÁTICO	ELECTRÓNICO	ECAS	ALTURA: GRADUABLE
	NÚMERO DE DEPÓSITOS:	CAPACIDAD (L): 30L x 2 = 60L		
SISTEMA DE FRENO	TIPO:	FLUIDO EMPLEADO:		
	DISCO:	AIRE		
	NÚMERO DE DISCOS:	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE SEGURIDAD:		
	NÚMERO DE DEPÓSITOS:	SISTEMA DE SEGURIDAD DE PUERTAS		
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO DELANTERO (L):	ABS		
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO POSTERIOR (L):	6		
	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE FRENO DE PARQUEO (L):	3		
	NÚMERO DE CÁMARAS DE FRENO CON MUELLE:	30		
	NÚMERO DE CÁMARAS DE FRENO (SIN MUELLE):	30		
	TIEMPO DE RESPUESTA MÁS DESFAVORABLE DEL SISTEMA (S):	20		
SISTEMA DE DIRECCIÓN	TIPO:	HIDRÁULICA		
	ACCIÓNAMIENTO:	ELECTRICO		
	ARQUITECTURA:	PINÓN Y CREMALLERA		
	TIPO DE LUBRICANTE:	CHF-202		
SISTEMA DE ENERLIAMIENTO	CAPACIDAD DEL DEPÓSITO DE LUBRICANTE (L):	8		
	PUNTO DE CONGELACIÓN:	(-) 40°C		
NÚMERO DE DEPÓSITOS:	2			





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO						
OT N°:0001						
MARCA:		VIN:				
MODELO:		CONO:		TÉCNICO:		
AÑO:		KILOMETRAJE		:		
COLOR:		PLACAS:				
PROPIETARIO:		C.I./R.U.C.:				
TELÉFONO:		CIUDAD/DIR.				
INGRESO(Fecha/Hora):		SALIDA(Fecha/Hora):				
v LUBRICACIÓN		v SISTEMA ELÉCTRICO		v SISTEMA DE ENFRIAMIENTO		
Aceite Electromotor Izquierdo sustituir		Batería Baja Tensión sustituir		Líquido refrigerante sustituir		
Aceite Electromotor Derecho sustituir		Batería Alta Tensión sustituir		Radiador Izquierdo desmontar/montar		
Aceite Reductor Izquierdo sustituir		ESPECIALIZADOS		Radiador Derecho desmontar/montar		
Aceite Reductor Derecho sustituir		v Revisión eléctrica		Sistema de enfriamiento revisar		
Aceite Compresor de aire sustituir		Revisión electrónica		v CONFORT		
Aceite Dirección Electro-asistida sustituir		Sistema de iluminación revisar		A/C revisar		
v LLANTAS		Reprogramación ECM		A/C cargar		
Alinear		Filtro de aire compresor				
Balancear 2-4-6-8-10		Compartimiento posterior s		OBSERVACIONES:		
Enllantaje		Compartimiento de baterías s				
Rotación		LIMPIEZA				
		Lavada Express				
		Lavada Completa				
		Pulida				
INSPECCIÓN		SI	NO	INSPECCIÓN	SI	N O
Plumas				Alarmas parado		
Llaves				Alarmas retro		
Herramientas				Palanca emergencia		
Emergencia				Rutero informativo		
Extintor				Velocímetro		
Gata				Elevador inclusivo		
Triángulos				Tacos (2)		
Llave de ruedas				Tuercas Ruedas		
Cámaras				INSPECCIÓN		
Tapa refrigerante lateral izq.				Pistola de carga		
Tapa refrigerante lateral der.				Pantalla		
Retrovisor lateral izq.				Soporte de cargador		
Retrovisor lateral der.				Carcasa de cargador		
Tapa puerto de carga				Switch de stop		
(X-ABOLLADURAS)		(O-RAYADURAS)		(Δ-QUEBRADO)		





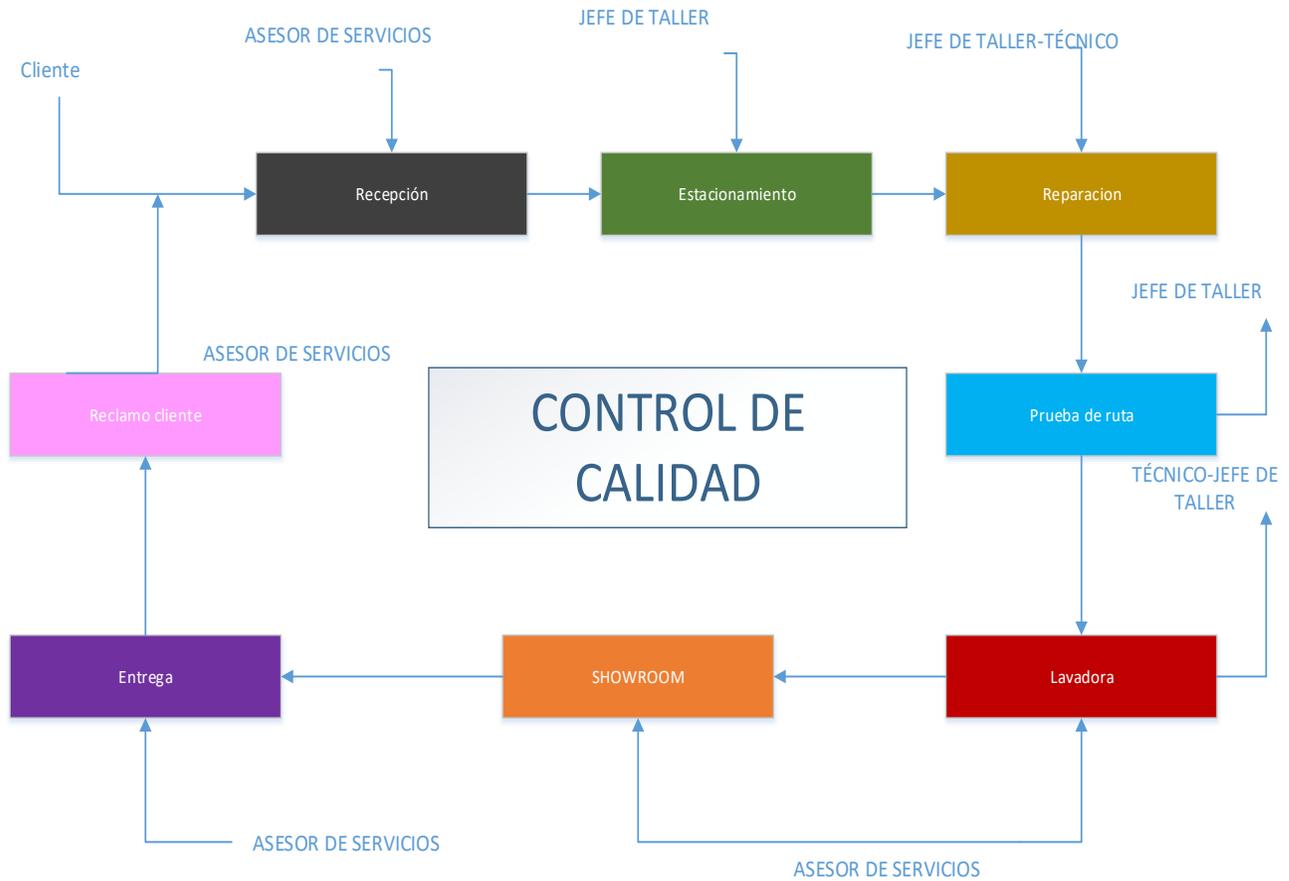
# HOJA DE VERIFICACIÓN



## Check List

<input type="checkbox"/> REVISADO ESTADO OK		<input type="checkbox"/> REQUIERE REVISIÓN FUTURA		<input type="checkbox"/> REQUIERE REVISIÓN INMEDIATA	
<b>REVISIÓN DE DESGASTE EN EL CENTRO DE BANDA DE RODAMIENTO Y PRESIÓN DE LLANTAS</b>					
<b>Llanta Posterior Derecha Exterior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta Posterior Derecha Interior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta Posterior Izquierda Exterior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	
<b>Llanta Intermedia Derecha Exterior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta Intermedia Derecha Interior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta Intermedia Izquierda Exterior</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	
<b>Llanta Delantera Derecha</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta de Emergencia</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>		<b>Llanta Delantera Izquierda</b> <input type="checkbox"/> Mayor a 7 mm <input type="checkbox"/> Δ entre 3 y 7 mm <input type="checkbox"/> Menor a 3 mm Presión en PSI <input type="checkbox"/>	
<b>REVISIÓN DE BATERÍAS</b>					
Switch ON/OFF <input type="checkbox"/> Soportes <input type="checkbox"/> Bracket <input type="checkbox"/> Bornes <input type="checkbox"/> Carcazas <input type="checkbox"/> SoC <input type="checkbox"/>					
<b>REVISIÓN DE DESGASTE DE DISCOS Y PASTILLAS</b>					
Esesor del disco inferior a 37 mm requiere reemplazo y no es posible rectificación					
Pastillas delanteras <input type="checkbox"/> mayor a 15mm <input type="checkbox"/> Δ entre 11 y 15 mm <input type="checkbox"/> menor a 11 mm Pastillas Posteriores <input type="checkbox"/> mayor a 15mm <input type="checkbox"/> Δ entre 11 y 15 mm <input type="checkbox"/> menor a 11 mm					
<b>REVISIÓN PARABRISAS</b>					
Dispositivo Liquido <input type="checkbox"/> Plumas <input type="checkbox"/> Mecanismo <input type="checkbox"/> Parabrisas <input type="checkbox"/> Mandos <input type="checkbox"/>					
<b>REVISIÓN DE NIVELES Y FUGAS</b>					
Luces Diurnas <input type="checkbox"/> Luces Bajas <input type="checkbox"/> Luces Medias <input type="checkbox"/> Luces Altas <input type="checkbox"/> Luces Direccionales <input type="checkbox"/> Luces de Parqueo <input type="checkbox"/> Luces de Placa <input type="checkbox"/>		<b>REVISIÓN DE LUCES</b> Luces de Retro <input type="checkbox"/> Luces de Freno <input type="checkbox"/> Luces Antiniebla <input type="checkbox"/> Luces Medias Posteriores <input type="checkbox"/> Luces Interiores <input type="checkbox"/> Luces Laterales <input type="checkbox"/> Luces de Compartimento Trasero <input type="checkbox"/>		Líquido refrigerante Min/Max <input type="checkbox"/> Refrigerante Motor <input type="checkbox"/> Refrigerante Motor 2 <input type="checkbox"/> Refrigerante Batería 1 <input type="checkbox"/> Refrigerante Batería 2 <input type="checkbox"/> Radiador 1 <input type="checkbox"/> Radiador 2 <input type="checkbox"/>	
Pila Mando a distancia ON/OFF <input type="checkbox"/> Checks Tablero <input type="checkbox"/> Mandos de Marchas <input type="checkbox"/> Claxon <input type="checkbox"/> Peralinas <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema Frenos N <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema A/C <input type="checkbox"/> Funcionamiento Sistema Bolas <input type="checkbox"/> Velocímetro <input type="checkbox"/>		Cinturones de Seguridad <input type="checkbox"/> Asiento Piloto <input type="checkbox"/> Ajuste Asiento Pasajeros <input type="checkbox"/> Ajuste Manijas Pasajeros <input type="checkbox"/> Alarma de Parada solicitada <input type="checkbox"/> Panel de Parada Solicitada <input type="checkbox"/> Martillos de Seguridad <input type="checkbox"/> Rejillas A/C Pasillo <input type="checkbox"/> Ruteo Informativo <input type="checkbox"/>		<b>REVISIÓN INTERIOR</b> Apertura y Cierre de Puertas <input type="checkbox"/> Fuga de Aire en Actuadores <input type="checkbox"/> Ajuste Pasamanos Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Pasamanos Pasillo <input type="checkbox"/> Válvulas de Emergencia Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Ecobillas Inferiores Puertas <input type="checkbox"/> Ajuste Terminales Puertas <input type="checkbox"/> Ventanas Pasillos <input type="checkbox"/>	
<b>REVISIÓN VISUAL CONEXIONES ELÉCTRICAS HIGH VOLTAGE</b> V2g1 <input type="checkbox"/> V2g2 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico tren de potencia 1 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico tren de potencia 2 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico compresor de aire <input type="checkbox"/> Módulo 3 en 1 <input type="checkbox"/> Motor eléctrico bomba d/h <input type="checkbox"/> Módulo distribuidor de corriente <input type="checkbox"/> Sockets y arnés <input type="checkbox"/> Puerto de carga <input type="checkbox"/> Switch de mantenimiento <input type="checkbox"/>				<b>ELEVADOR INCLUSIVO</b> Switch ON/OFF <input type="checkbox"/> Control Mando <input type="checkbox"/> Alarma <input type="checkbox"/> Fuga Líquido Hidra <input type="checkbox"/> Reservorio Líquido <input type="checkbox"/> Rampa de Ingreso <input type="checkbox"/> Funcionamiento <input type="checkbox"/>	
<b>REVISIÓN INFERIOR</b>					
Terminales de Dirección <input type="checkbox"/> Amortiguadores delanteros <input type="checkbox"/> Amortiguadores Posteriores <input type="checkbox"/> Muelle Neumático de Suspensión traseros <input type="checkbox"/> Muelles Neumáticos de Suspensión delanteros <input type="checkbox"/> Ejes de Barra de Estabilizadora <input type="checkbox"/> Terminales de Barra Estabilizadora <input type="checkbox"/> Terminales de empuje <input type="checkbox"/>					
OBSERVACIONES:					
<input type="checkbox"/> Se realizó Trabajo sugerido por el cliente <input type="checkbox"/> Se entregó los Repuestos Reemplazados al cliente <input type="checkbox"/> Se Realizó Prueba de Ruta con Técnico <input type="checkbox"/> Se realizó Prueba de Ruta con el Cliente					
FIRMA DEL CLIENTE				FIRMA DEL JEFE DE TALLER	







# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONTROL DE CALIDAD ASESOR DE SERVICIOS		
<b>INSPECCIÓN EN LA RECEPCIÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>
Plumas		
Llaves		
Herramientas		
Emergencia		
Extintor		
Gata		
Triángulos		
Llave de ruedas		
Espejo interior		
Cámaras		
Tapa refrigerante lateral izquierdo		
Tapa refrigerante lateral derecho		
Retrovisor lateral izquierdo		
Retrovisor lateral derecho		
Tapa puerto de carga		
Alarmas parado		
Alarmas retro		
Palanca emergencia		
Rutero informativo		
Velocímetro		
Elevador inclusivo		
Tacos (2)		
Tuercas Ruedas		
Componentes del cargador		
Pistola de carga		
pantalla		
Soporte de cargador		
Carcaza de cargador		
Switch de stop		
<b>JEFE DE TALLER</b>		
<b>INSPECCIÓN TÉCNICA PREINSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>
Ajuste de freno de estacionamiento		
sistemas de alineación dirección y suspensión		
sistemas de frenos por fugas o daños		
carga de la batería y bornes		
Inspección visual de pastillas y discos de freno		
sistema de aire acondicionado		
tren motriz por fugas de aceite		
De llantas desgaste, presión		
Sistema de refrigeración		
<b>TÉCNICO</b>		
<b>Ejecutar orden de trabajo</b>		
<b>Descripción</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>
servicios de mantenimiento según indica orden de trabajo		
<b>JEFE DE TALLER</b>		
<b>INSPECCIÓN TÉCNICA DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO</b>		
<b>Descripción</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>
Verifique que haya colocado la tarjeta de cambio de aceite de los motores reductores		
Limpia y Lavaparabrisas		
Reloj ajustar la hora		
Apertura de puertas (Engrasar o limpiar)		
Revisar nivel de todos los líquidos		
Confirmar que los repuestos utilizados estén en el interior del vehículo		







## PLAN DE MANTENIMIENTO

		PLAN DE MANTENIMIENTO				
	MARCA:	BYD				
	MODELO:	K11A				
	NUMERO DE IDENTIFICACION:	LC06T64N1J1990006				
	N (VIN):	SP				
	AÑO DE FABRICACIÓN:	2017				
	CATEGORÍA:	M	NUMERACIÓN:		3	
	SEGÚN CONSTRUCCIÓN N:	ARTICULADO				
			INI	C.	C. 3	C. 6
			CI	M	mes	mes
			AL	es	es	12
						meses
	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		<50	50	150	300
			00	00	00	6000
			R	I		R
<b>TREN DE POTENCIA (POWER TRAIN)</b>	1	Aceite de engranajes del eje motriz de rueda (Reductores)				
	3	Lubricante del motor eléctrico				R
<b>CHASIS</b>	7	Compartimento posterior	C	C	C	C
	8	Compartimento de baterías				I
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	9	El deshidratador de aire, y reemplazar el agente de secado		I		I R
<b>COMPRESOR DE AIRE</b>	10	Rapidez del sistema de freno	I	I		
	17	Filtro de aire del compresor	I	I	R	
	18	Filtro de aceite para el compresor			R	I
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>	26	Pernos y tuercas del sistema de dirección (Ajuste)	A	A		
	27	Estado del sistema (fugas)	I	I		
<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	39	Funcionamiento del ventilador electrónico	I	I		
	41	Refrigerante ★			Reemplazo cada 24 meses o 120000 Km	
<b>SISTEMA DE MARCHA</b>	43	Transposición de los neumáticos			I	R
	44	Alineación			I	R
	45	Balanceo			I	R
<b>BATERÍA</b>	72	Ajuste de soportes y uniones de la batería		A		
	77	Batería ★				I
<b>CÁMARA EXTERIOR</b>	78	Nitidez de la cámara en la pantalla	C	C		
<b>SISTEMA DE ALUMBRADO</b>	79	Estado de las luces del vehículo, alumbrando normalmente		I		
	81	Estado físico de las luces y correcta instalación		I		
<b>CONTROLADOR CC Y MOTOR AUXILIAR</b>	82	Conexiones de los controles de BAJO VOLTAJE (LV)	I	I		
<b>ARNÉS DE BAJO VOLTAJE</b>	83	Conexiones de los controles de ALTO VOLTAJE (HV)	I	I		
<b>ARNÉS DE ALTO VOLTAJE</b>	91	Arneses de bajo voltaje están desgastados, si están bien fijados		I		
	92	Arneses de alto voltaje están desgastados, si están bien fijados		I		
<b>FUGA</b>	93	Debe contactar con el personal de venta y servicio				I I



**CONTINÚA** →





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## Kit de reemplazo del bus eléctrico K11A por kilometraje

R ÍTEM	DE	CANTI	UNID	DETALLE	CÓDIGO	MARC	ÍNDICE	DE CALID	5	1	3	6	9	12
P MANTENIMIENTO	DAD	DAD	AD			A	VISCOCIDAD	AD	5	0	0	0	0	0
1	Tren de potencia (reductores)	5	LITROS	*ACEITE LUBRICANTE DE REDUCTOR	MIL-L-2105D	ACDelco	80W90	GL-5	+	+	+	+	+	+
2		1	U	Filtro del electromotor	1128836-00	No aplica	No aplica	No aplica						
3		4,6	LITROS	*Aceite del electromotor ATF220	H55.6335	Mobil	No aplica	No aplica						
4	Sistema de frenos	1	u	Filtro Secador de Aire	DAF - 100	WEGA	No aplica	No aplica					+	+
5	Compresor de aire	1	u	Filtro de aire (externo)	FIL - COM	No aplica	No aplica	No aplica					+	+
6		2,35	LITROS	*Lubricante para Naili 4kW	5116010009	No aplica	No aplica	No aplica					+	+
7	Sistema de dirección	8	LITROS	*CHF-202	1403106	PENTO SIN	No aplica	No aplica						+
8	Sistema de refrigeración	26	LITROS	*Refrigerante de punto de congelación -40°C	88863336	ACDelco	No aplica	No aplica						+
9	Sistema de marcha	1	u	*Grasa de litio Azul	LG-990	ABRO	No aplica	No aplica	+	+	+	+	+	+
10		6	u	Discos de fricción	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						+
11		12	u	Pastillas de freno	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						
12		10	u	Neumáticos 295/80R22,5	X - MULTI	Michelin	No aplica	No aplica						
13	Batería	2	u	Batería 12 voltios (2)	K9F-3703010C	Varta	No aplica	No aplica						+
14	Revisión de sistema de batería de energía			Póngase en contacto con el personal de BYD	No Aplica	BYD	No aplica	No aplica						
15	Puerta de pasajero con giro interno	1	u	*Lubricación: Grasa Litio	LG-990	ABRO	No aplica	No aplica					+	+
16	Sistema de limpiaparabrisas	1	u	*Aceite lubricante común en el mecanismo de limpiaparabrisas.	EP 2	Carlube	No aplica	No aplica					+	+
17		2	u	Pluma del limpiaparabrisas	XYZ	BOSCH	No aplica	No aplica					+	+
18	Inspección general de sistemas (detalle en plan de mantenimiento)			*Inspección general (suministros varios)	No Aplica	No aplica	No aplica	No aplica					+	+
19		1	u	*Grasa Blanca	GRA003	ABRO	No aplica	No aplica					+	+
20		1	u	*Limpiador de contactos	EC-533	ABRO	No aplica	No aplica					+	+

Nota: Los insumos se encuentran con un asterisco (\*) al inicio del detalle

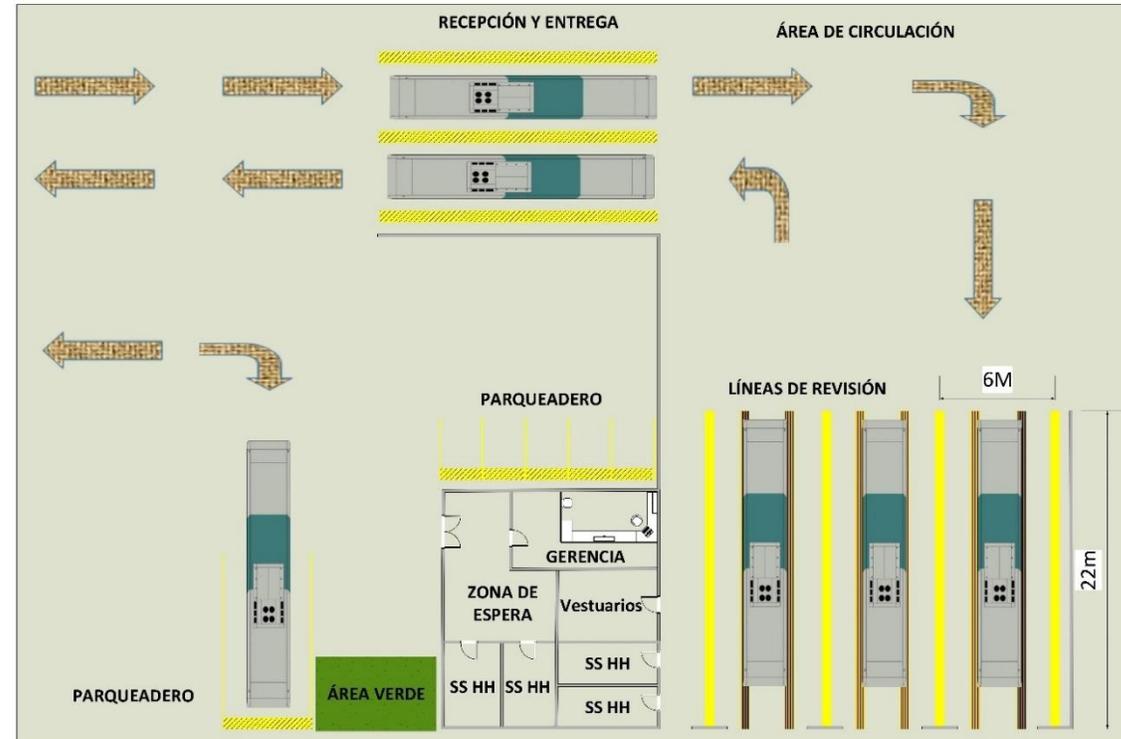




# INFRAESTRUCTURA

Líneas de revisión	Número	Área unitaria (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )
Bahía eléctricos	3	132	396
Área de circulación	-	-	237,6
Área total operativa	-	-	633,6

Lugar	Área total (m <sup>2</sup> )
Gerencia	16,00
Recepción y entrega de vehículos	150,00
Vestuarios	8,00
SSHH	16,00
Zona de espera	16,00
Áreas verdes	12,00
Parqueadero	123,00
Área de circulación	200,00
Área total de apoyo	541,00





## DIAGRAMAS DE PROCESOS

DIAGRAMA DE PROCESOS PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO MÁS FRECUENTES											
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: Reductores Planetarios (Principal - Planetario)					N°1						
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: Cambio de lubricante del reductor (Principal - Planetario)											
	ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA								
	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.					
○ Operación	17	68,86								ANÁLISIS	
□ Inspección	3	18									
⇒ Transporte	9	49,69									
▽ Almacenamiento	0	0									
D Retraso	1	20									
DISTANCIA RECORRIDA					286					ESTUDIADO POR: Sr. Mena Álvarez y Sr. Jarrín Sánchez	
PASOS	DETALLES DEL PROCESO		operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dst. (m)	cantidad	tiempo (')	NOTAS
1	Adquirir lubricante 80W90 por parte de BYD		○	⇒	□	D	▽			20	
2	Movilizar el articulado al sitio del mantenimiento		○	⇒	□	D	▽	120		6,18	Superficie Plana
3	Inmovilizar en posición horizontal el articulado		●	⇒	□	D	▽			2,5	Colocar madera triangular
4	Gata hidráulica		○	⇒	□	D	▽	25		2,5	Gata hidráulica de 10 toneladas (0 o más)
5	Colocar la gata hidráulica debajo y verificar el área de soporte		●	⇒	■	D	▽			5	Especificado en Manual de Usuario
6	Elevar el vehículo con la gata hidráulica y verificar la estabilidad		●	⇒	■	D	▽			10	Asentar en soportes de alto tonelaje
7	Pistola de impacto neumática		○	⇒	□	D	▽	25		4	
8	Buscar el adaptador del tamaño correcto		○	⇒	□	D	▽	50		2	M27 (hexagonal)
9	Desajustar las tuercas de los neumáticos		●	⇒	□	D	▽			4,5	Sentido de giro antihorario
10	Retirar los neumáticos		○	⇒	□	D	▽	2		8	Limpiar área de llenado y drenaje
11	Colocar recipiente para la extracción de aceite		○	⇒	□	D	▽	8		1	Ubicarlo debajo del tapón del Planetario
12	Remover tapón para drenar el aceite del Planetario		●	⇒	□	D	▽			8	M22×1,5×18 Drenar por completo
13	Remover el tapón de llenado del Planetario		●	⇒	□	D	▽			0,5	M22×1,5×18
14	Colocar el tapón de drenaje en el Planetario		●	⇒	□	D	▽			1	M22×1,5×18, 35N.m
15	Colocar 1,4 L. de lubricante 80W90 en el Planetario		●	⇒	□	D	▽			5	Utilizar embudo y recipiente estándar
16	Colocar el tapón de llenado en el Planetario		●	⇒	□	D	▽			1	M22×1,5×18, 35N.m
17	Trasladar el recipiente para la extracción de aceite		○	⇒	□	D	▽	8		4	Ubicarlo debajo del tapón del Principal
18	Remover tapón para drenar el aceite del Principal		●	⇒	□	D	▽			8	M22×1,5×18 Drenar por completo
19	Remover el tapón de llenado del Principal		●	⇒	□	D	▽			0,5	M22×1,5×18
20	Colocar el tapón de drenaje en el Principal		●	⇒	□	D	▽			1	M22×1,5×18, 35N.m
21	Colocar 1,4 L. de lubricante 80W90 en el Principal		●	⇒	□	D	▽			5	Utilizar embudo y recipiente estándar





DIAGRAMA DE PROCESOS PARA TAREAS DE MANTENIMIENTO										
<input type="checkbox"/> MÉTODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/> MÉTODO PROPUESTO    N°1										
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: Reductores Planetarios (Principal - Planetario)										
DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: Cambio de lubricante del reductor (Principal - Planetario)										
		ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA						
		NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.	NUM.	TIEMP.			
○	Operación	16	64,86							
□	Inspección	3	18							
→	Transporte	9	49,69							
▽	Almacenamiento	0	0							
D	Retraso	1	20							
DISTANCIA RECORRIDA		286						ESTUDIADO POR: Sr. Mena Álvarez y Sr. Jarrín Sánchez		
PASOS	DETALLES DEL PROCESO	operación	transporte	inspec.	retraso	almacena	dist. (m)	cantidad	tiempo (")	NOTAS
1	Adquirir lubricante 80W90 por parte de BYD	○	→	□	D	▽			20	
2	Movilizar el articulado al sitio del mantenimiento	○	→	□	D	▽	120		6,18	Superficie Plana
3	Inmovilizar en posición horizontal el articulado	●	→	□	D	▽			2,5	Colocar madera triangular
4	Gata hidráulica	○	→	□	D	▽	25		2,5	Gata hidráulica de 10 toneladas (10 o más)
5	Colocar la gata hidráulica debajo y verificar el área de soporte	●	→	■	D	▽			5	Especificado en Manual de Usuario
6	Elevar el vehículo con la gata hidráulica y verificar la estabilidad	●	→	■	D	▽			10	Asentar en soportes de alto tonelaje
7	Pistola de impacto neumática ,Buscar el adaptador del tamaño correcto	○	→	□	D	▽	50		2	Pistola de impacto neumático, M27 (hexagonal)
8	Desajustar las tuercas de los neumáticos	●	→	□	D	▽			4,5	Sentido de giro antihorario
9	Retirar los neumáticos	○	→	□	D	▽	2		8	Limpiar área de llenado y drenaje
10	Colocar recipiente para la extracción de aceite	○	→	□	D	▽	8		1	Ubicarlo debajo del tapón del Planetario
11	Remover tapón para drenar el aceite del Planetario	●	→	□	D	▽			8	M22×1.5×18 Drenar por completo
12	Remover el tapón de llenado del Planetario	●	→	□	D	▽			0,5	M22×1.5×18
13	Colocar el tapón de drenaje en el Planetario	●	→	□	D	▽			1	M22×1.5×18, 35N.m
14	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Planetario	●	→	□	D	▽			5	Utilizar embudo y recipiente estándar
15	Colocar el tapón de llenado en el Planetario	●	→	□	D	▽			1	M22×1.5×18, 35N.m
16	Trasladar el recipiente para la extracción de aceite	○	→	□	D	▽	8		4	Ubicarlo debajo del tapón del Principal
17	Remover tapón para drenar el aceite del Principal	●	→	□	D	▽			8	M22×1.5×18 Drenar por completo
18	Remover el tapón de llenado del Principal	●	→	□	D	▽			0,5	M22×1.5×18
19	Colocar el tapón de drenaje en el Principal	●	→	□	D	▽			1	M22×1.5×18, 35N.m
20	Colocar 1,4 L de lubricante 80W90 en el Principal	●	→	□	D	▽			5	Utilizar embudo y recipiente estándar
21	Colocar el tapón de llenado en el Principal	●	→	□	D	▽			1	M22×1.5×18, 35N.m
22	Trasladar el aceite residual al área de desechos	○	→	□	D	▽	40		2	Manejo de desechos por MaxDrive
23	Elevar el vehículo con la gata hidráulica	●	→	□	D	▽			3	Altura necesaria para colocar la rueda
24	Colocar el neumático y ajustar	●	→	□	D	▽	8		12	Ajuste en cruz
25	Descender el vehículo con la gata hidráulica	●	→	□	D	▽			0,6	Asentar en el suelo
26	Verificar el torque de ajuste del neumático	○	→	■	D	▽			3	





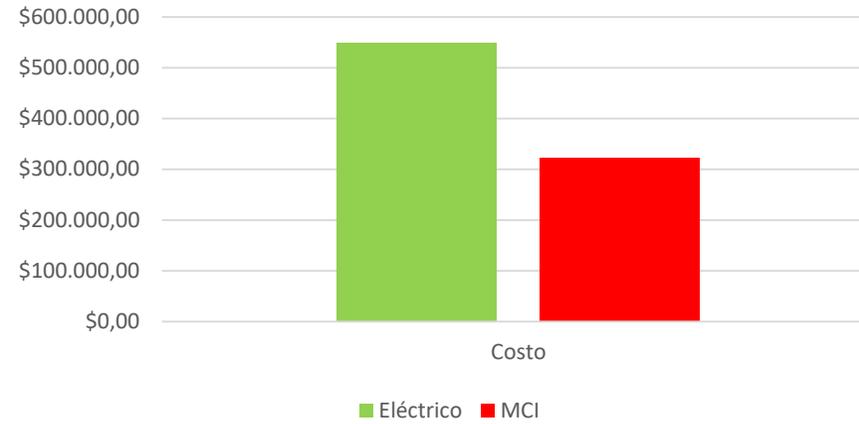
## ESTUDIO DE TIEMPOS

Elemento, número y descripción		Nombre de la empresa:												Aliado estratégico de BYD para el mantenimiento																				
		Dirección de la empresa:												Quito																				
Nota		Cielo				Cielo				Cielo				Cielo				Cielo																
1		10	0	1	1	10	0	16	4	16	4	10	0	20	10	0	10	10	Fecha: 22/4/2019				Operario: Luis Balarezo				Observador (es): Jefferson Mena & Gabriel Jarrín				Página: 1-3			
2																																		
<b>TO total</b>		121,28				164				20				10																				
<b>Calificación</b>		100				100				100				100																				
<b>TN total</b>		121,28				164				20				10																				
<b>Núm. De observ.</b>		1				1				1				1																				
<b>TN promedio % de suplemento</b>		121,28 0,16				164 0,16				20 0,16				10 0,16																				
<b>Tiempo est. Elem.</b>		140,6848				190,24				23,2				11,6																				
<b>Núm. Ocurrencias</b>		1				1				1				1																				
<b>Tiempo estándar (min)</b>		140,6848				190,24				23,2				11,6																				
<b>Tiempo estándar (hrs)</b>		2,34				3,17				0,39				0,19																				
<b>Tiempo estándar total (suma de tiempo estándar de todos los elementos) en min.</b>		365,7248																																
<b>Tiempo estándar total (suma de tiempo estándar de todos los elementos) en hrs.</b>		6:05																																
<b>Elementos extraños</b>		Verificación de tiempos												Resumen de suplementos																				
TC 1		Descripción				Tiempo terminación				17:22:00				Necesidades personales				5%																
A						Tiempo inicio				9:46:00				Fatiga básica				4%																
B						Tiempo transcurrido				6:36:00				Estar de pie				2%																
C						Tiempo de almuerzo				1:00:00				Imprevistos				2%																
D						TTAS				0:16:00				Inicio y fin de jornada				3%																
E						TTDS				0:22:00				% de suplemento total				16%																
F						Tiempo total				0:38:00				Observaciones: Se realizó la sustitución de pastillas de freno en los 5000 Km para realización de pruebas de desgaste.																				
G						Tiempo efectivo				5:58:00																								
H						Tiempo inefectivo				0																								
<b>verificación de calificación</b>		Tiempo total registrado				6:36:00																												
<b>Tiempo sintético</b>		%				Tiempo no contado				0																								
<b>Tiempo observado</b>		%				de error de registro				0																								
<b>Nota del R.T.</b>		TTAS tiempo transcurrido antes																																

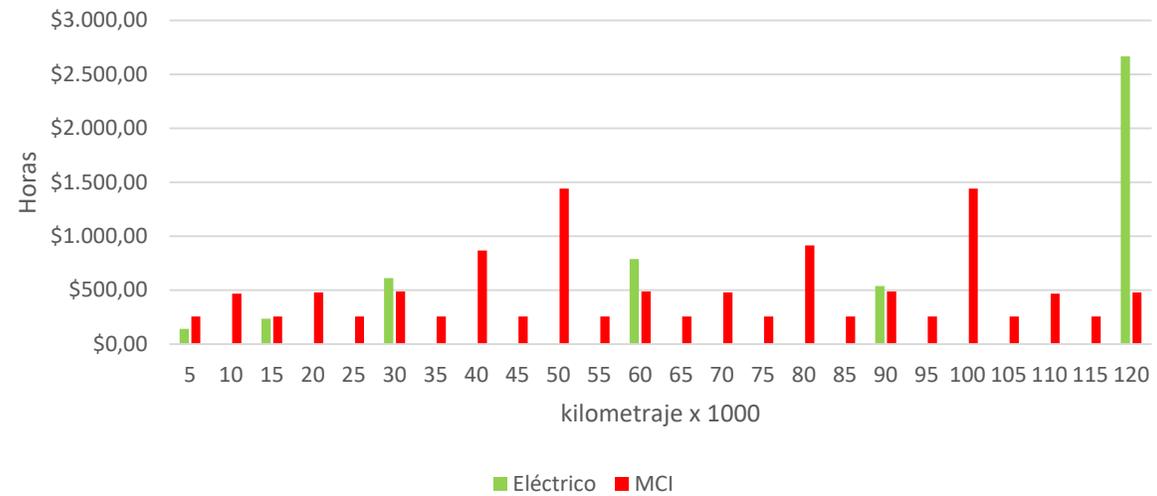




Costo por unidad



Costo total de mantenimiento





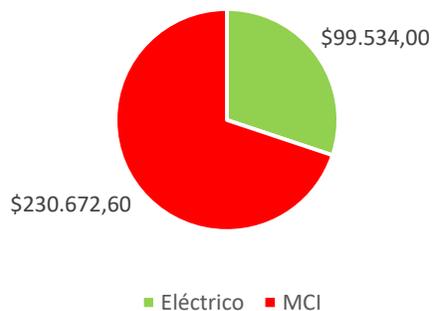
## PROYECCIÓN DE FLOTA

Tipo	Costo de adquisición	Tiempo de mantenimiento (horas)	Repuestos e insumos	Costo de tiempo de ejecución	Costo total
Eléctrico	\$11.000.000,00	1131,00	\$59.079,00	\$40.455,00	\$99.534,00
MCI	\$6.458.000,00	1530,40	\$177.135,00	\$53.537,60	\$230.672,60

Costo de adquisición



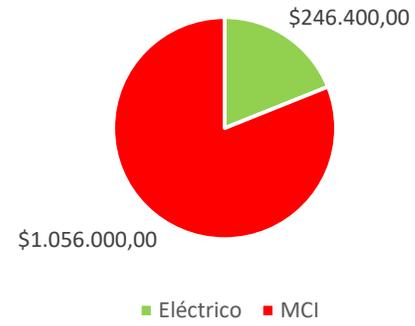
Costo total





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

### Costo de consumo





## CONCLUSIONES

- Se comparó técnica y económicamente el articulado eléctrico K11A de marca BYD con su similar de MCI, utilizando los planes de mantenimiento para verificar el número de intervalos en un periodo de 120000 Km, que para el bus eléctrico son 6 y para el de MCI son 24; donde los tiempos de mantenimiento totales son 56.65 horas para el eléctrico y 76.52 horas para el de MCI.
- Se levantó información del vehículo eléctrico de BYD, mediante la visita de campo en los talleres afines al mantenimiento, donde se obtuvo tiempos observados por tareas de mantenimiento; para cambio de aceite de los reductores se realizó la medición de tiempo de observado, para posteriormente determinar el tiempo estandarizar de 158.21 minutos para esta tarea; para inspección general y limpieza de compartimientos se estandarizó un tiempo de 25.71 minutos; finalmente para la actualización de software de la ECM se determinó un tiempo estándar de 10 minutos.
- Dentro del periodo de 0 Km a 120000 Km, se determinó que para el vehículo eléctrico se utilizarán 11 insumos y 8 repuestos; para el vehículo eléctrico, al momento que ha sido homologado y la empresa BYD verifique la inexistencia de inconvenientes de importación, homologación, aduana dentro del país solicitante, las piezas de repuesto llegarán casi al mismo tiempo que los vehículos, incluyendo consumibles, piezas de mantenimiento y otras piezas de repuesto.





## CONCLUSIONES

- De acuerdo con la visita de campo, se verificó que los técnicos encargados del mantenimiento desconocían la arquitectura del vehículo eléctrico, en el caso de cómo realizar reemplazo del filtro de aire del compresor, así mismo en el balanceo y rotación de neumáticos, lo que se traduce en un aumento de tiempo para el mantenimiento.
- Se comparó el costo total de mantenimiento que incluye, repuestos e insumos y tiempo de ejecución; donde el costo para un vehículo eléctrico en un intervalo de 120000 Km es de \$4.976,70 en comparación con el de MCI que es de \$11.533,63, lo que se traduce en una diferencia de 56.85%.
- Se comparó el costo de consumo que genera la recarga de las baterías para el vehículo eléctrico, donde el pliego tarifario muestra que el kWh/USD es de \$0.08, lo que se traduce en un consumo diario ideal de \$32.00, sin embargo el bus eléctrico al final de su recorrido diario, permanece con el 23% de carga en la batería, por lo que considerando tal condición, el consumo diario real es de \$24.64; traduciendo este valor a 120000 Km el bus eléctrico genera un costo de consumo de \$12.320,00 mientras que en el de MCI es \$52.800,00 que en porcentaje presenta una diferencia de 76,6%.





## CONCLUSIONES

- Se proyectó el costo total de mantenimiento en un periodo de 120000 Km, para una flota de 20 vehículos eléctricos cuyo costo es de \$99.534,00 y su similar de MCI es de \$230.672,60 presentando una diferencia porcentual de 56.85%; para el costo de consumo se realizó la misma proyección en donde el eléctrico tiene un costo de \$246.400,00 y el de MCI \$1.056.000,00 que traducido en porcentaje presenta una diferencia de 76,67%.





## CONCLUSIONES

- Se proyectó el costo total de mantenimiento en un periodo de 120000 Km, para una flota de 20 vehículos eléctricos cuyo costo es de \$99.534,00 y su similar de MCI es de \$230.672,60 presentando una diferencia porcentual de 56.85%; para el costo de consumo se realizó la misma proyección en donde el eléctrico tiene un costo de \$246.400,00 y el de MCI \$1.056.000,00 que traducido en porcentaje presenta una diferencia de 76,67%.





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS

