



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“INVESTIGACIÓN DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA EN EL SISTEMA DE CONFORT”

AUTORES:

QUISHPE BEJARANO, VICTORIA MISHHELL
ROCHA ROCHA, JOHNNY STEVEEN

DIRECTOR DE TESIS

ING. QUIROZ ERAZO, LEONIDAS ANTONIO



CONTENIDO

- 1 Antecedentes
- 2 Planteamiento del problema
- 3 Objetivos
- 4 Metas
- 5 Introducción
- 6 Desarrollo de la investigación
- 7 Conclusiones y Recomendaciones



ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La industria automotriz ha innovado el sistema de A/C a través del tiempo proporcionando un mayor confort para los ocupantes.



Debido a que los CFC y los HCFC agotan la capa de ozono se fijó la eliminación para enero de 1996 y enero de 2030 respectivamente



El R12 es actualmente prohibido, el R134a es el más común en la mayoría de vehículos. El R744 y R1234 yf son menos nocivos y se están implantando paulatinamente en la industria automotriz



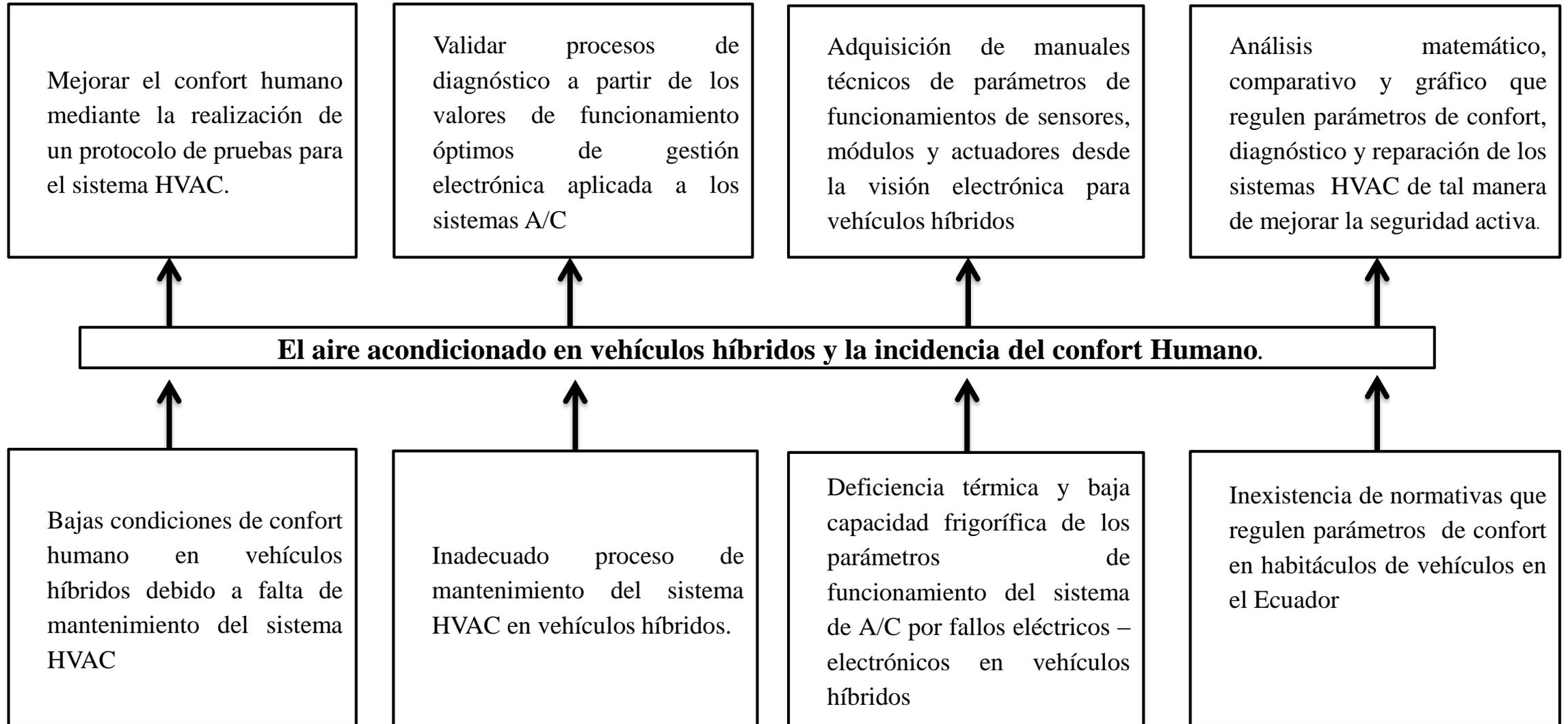
El mantenimiento adecuado del sistema A/C permite el correcto funcionamiento y brinda un mejor confort en los ocupantes



El sistema de A/C en vehículos híbridos utiliza un aceite dieléctrico , en Ecuador no se cumple este requerimiento.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



OBJETIVO GENERAL

Realizar la investigación de los procesos de operación y mantenimiento del sistema de aire acondicionado de vehículos híbridos para determinar la influencia en el sistema de confort.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información relacionada a la operación, mantenimiento y estructura de los sistemas A/C utilizados en vehículos híbridos, mediante la búsqueda de fuentes bibliográficas confiables.
- Verificar la estructura y composición del sistema del aire acondicionado de vehículos híbridos.
- Obtener los datos de información de programa a través del uso de la interface Techstream referidos al sistema de aire acondicionado de vehículos híbridos para la tabulación de parámetros óptimos de funcionamiento.
- Realizar un protocolo de pruebas de conducción prolongada con diferentes condiciones de operación del amplificador de A/C (máxima, media y mínima) usando instrumentos que permitan medir signos vitales del conductor.



META

Determinar la eficiencia del sistema de aire acondicionado de vehículos híbridos de acuerdo a las etapas de operación del amplificador de A/C y establecer valores característicos de la gestión electrónica y su incidencia en el confort.



INTRODUCCIÓN: NORMATIVAS

Normativa internacional NTP -322

Normativa internacional NTP-1011

Normativa internacional NTP 074.



INTRODUCCIÓN: EQUIPOS AMBIENTALES

Cámara
Termográfica



Caudalímetro



Higrómetro



INTRODUCCIÓN: EQUIPOS SIGNOS VITALES

Tensiómetro



Oxímetro



Termómetro
infrarrojo



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

INTRODUCCIÓN: EQUIPO GESTIÓN ELECTRÓNICA

Interface Techstream



DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

Confort

2

Calidad de flujo de aire

3

Termografía

4

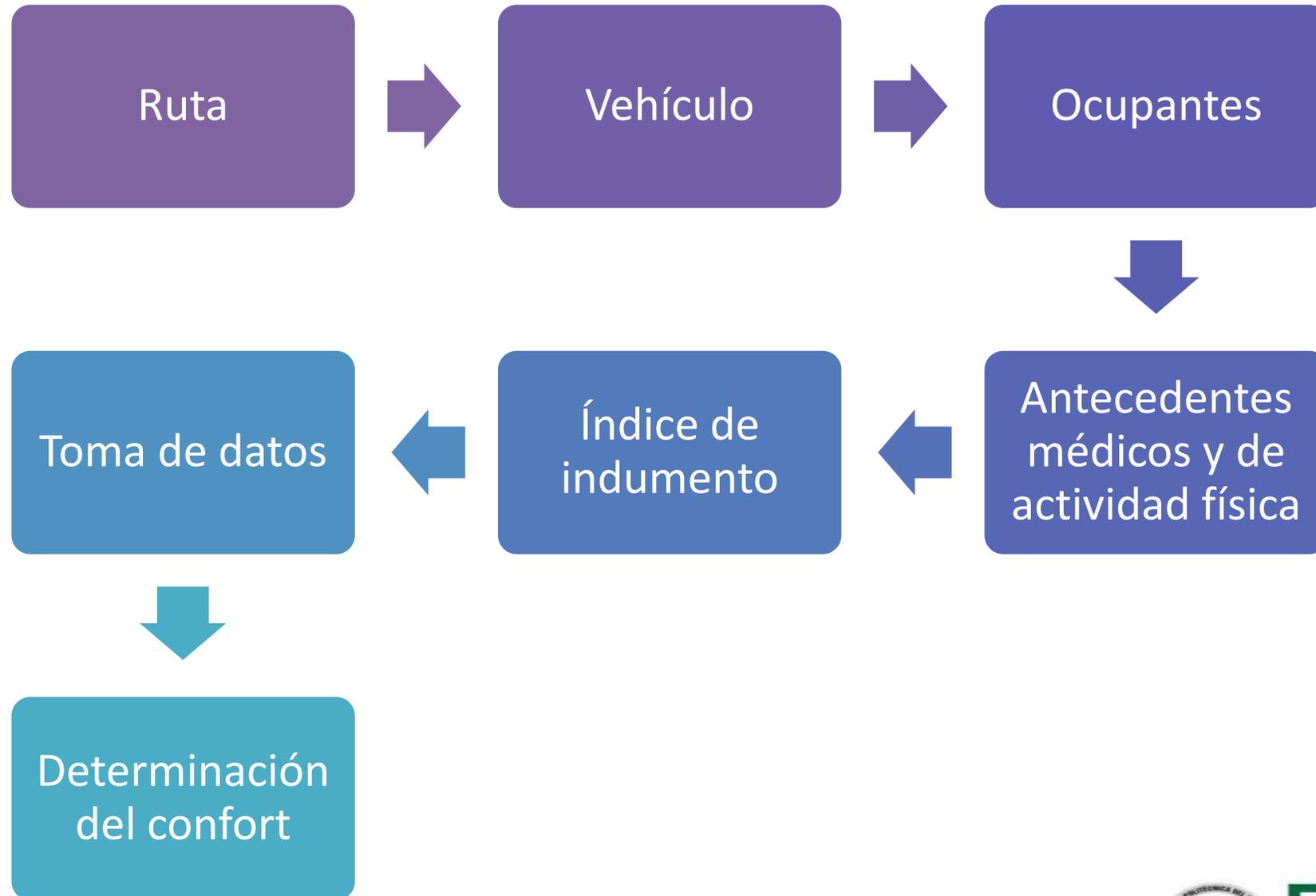
Gestión electrónica

5

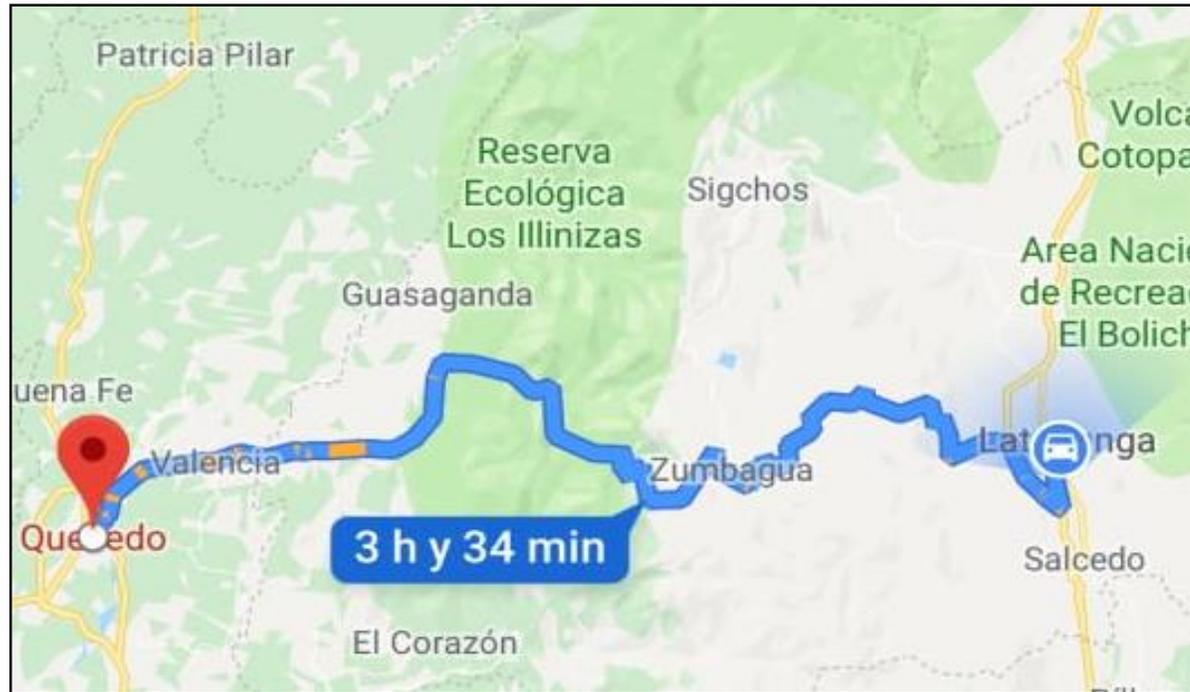
Mantenimiento



PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONDUCCIÓN PROLONGADA



ruta de prueba



LATACUNGA	→	2750 msnm
ZUMBAHUA	→	2000 msnm
PILALÓ	→	1530 msnm
LA MANÁ	→	220 msnm
QUEVEDO	→	74 msnm



DETERMINACIÓN DEL CONFORT

**NTP 322: VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS
TÉRMICO: ÍNDICE WBGT**

NTP 1011: CONSUMO METABÓLICO POR TABLAS

**NTP 074: CONFORT TÉRMICO MEDIANTE
MÉTODO DE FANGER**

SIGNOS VITALES



NTP 322: VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO: ÍNDICE WBGT

Medir la temperatura ambiental
(T_A)

Medir temperatura de bulbo
húmedo (T_{HN})



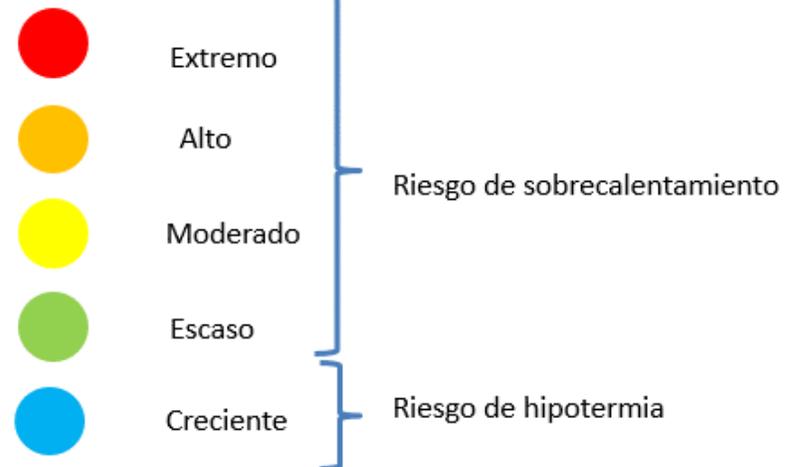
Calcular Temperatura Globo (T_G)

$$T_G = (1,360T_A - 2,358)(0,0747 * \ln(S) + 0,5617)$$

Calcular el índice WBGT

$$WBGT = 0.7T_{HN} + 0.2T_G + 0.1T_A$$

Analizar el nivel de estrés térmico
de acuerdo al código de colores



NTP 322: VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO: ÍNDICE WBGT

Ecuación 2 Tramo	S (W/ m ²)	Variab les °C	Latacunga - Quevedo							Quevedo - Latacunga						
			1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Latacunga	166,67	T _A	20,5	26,20	27,00	21,00	19,40	21,00	27,00	20,5	23,90	23,50	17,20	30,70	26,00	20,00
		T _G	24,09	31,41	32,43	24,73	22,68	24,73	32,43	24,09	28,45	27,94	37,18	19,85	31,15	23,45
		T _{HN}	17,50	18,40	20,60	16,60	15,60	17,00	16,00	17,50	17,30	15,30	20,00	13,20	18,00	20,00
		WBGT	19,12	21,78	21,51	18,67	17,40	18,95	20,39	19,12	20,19	18,65	24,51	14,93	21,43	20,69
Zumbahua	145,83	T _A	20,50	26,70	27,70	10,20	24,10	17,00	20,00	19,00	13,70	18,00	13,40	16,00	15,00	14,00
		T _G	23,83	31,71	32,98	28,41	10,75	19,39	23,20	09,23	15,20	18,12	19,26	14,82	10,50	15,58
		T _{HN}	17,50	16,90	18,00	16,80	08,30	11,00	09,00	08,40	11,10	11,80	13,00	11,40	09,00	11,00
		WBGT	19,07	20,84	20,57	19,85	08,98	13,28	12,94	08,63	12,18	13,48	14,64	12,28	09,40	12,22
Pilaló	145,83	T _A	18,80	20,50	28,80	23,80	15,10	19,00	28,00	19,80	29,40	21,10	31,20	30,70	22,00	21,00
		T _G	21,68	23,83	34,38	28,03	16,98	21,93	33,36	22,95	35,10	24,60	37,42	36,79	25,74	24,47
		T _{HN}	14,40	15,10	20,40	17,90	12,50	15,00	14,00	13,40	20,40	12,70	24,20	22,70	22,00	19,00
		WBGT	16,30	17,39	21,94	20,52	13,66	16,79	19,27	15,95	24,25	15,92	27,54	26,32	22,75	20,29
La Maná	125	T _A	17,40	21,00	20,90	28,20	24,80	30,00	18,00	19,80	28,80	26,70	32,00	31,10	24,00	22,00
		T _G	19,65	36,09	24,04	33,20	28,93	35,46	20,40	22,66	33,95	31,32	37,97	36,84	27,93	25,42
		T _{HN}	15,10	22,60	15,40	23,70	21,40	19,00	18,00	13,40	22,10	18,40	28,40	25,60	18,00	16,00
		WBGT	16,24	26,09	17,68	26,05	23,25	23,39	18,48	15,89	25,14	21,81	30,67	28,40	20,59	18,48
Quevedo	125	T _A	18,10	28,20	27,70	30,30	33,00	22,00	33,00	18,10	28,20	27,70	30,30	33,00	22,00	33,00
		T _G	20,53	33,20	32,57	35,83	39,22	25,42	39,22	20,53	33,20	32,57	35,83	39,22	25,42	39,22
		T _{HN}	19,10	21,40	20,50	21,60	25,80	23,00	20,00	19,10	21,40	20,50	21,60	25,80	23,00	20,00
		WBGT	17,19	24,44	23,63	25,32	29,20	23,38	25,14	17,19	24,44	23,63	25,32	29,20	23,38	25,14

ÍNDICE WBGT

Tramo		Latacunga		Zumbahua		Pilaló		La Maná		Quevedo	
	Prueba	WBGT °C	Nivel	WBGT °C	Nivel	WBGT °C	Nivel	WBGT °C	Nivel	WBGT °C	Nivel
a	1	19,12		19,07		16,30		16,24		17,19	
	2	21,78		20,84		17,39		22,75		21,56	
	3	21,98		21,97		24,04		17,68		20,43	
	4	18,67		14,93		20,52		26,05		25,32	
	5	16,28		13,90		13,66		23,25		29,20	
	6	17,97		14,69		16,79		19,18		20,55	
	7	20,39		16,00		19,27		18,31		20,23	
b	1	19,12		12,17		15,95		15,89		17,19	
	2	20,19		12,18		24,25		22,05		21,56	
	3	18,65		14,19		15,92		21,81		20,43	
	4	16,19		13,40		27,54		30,67		25,32	
	5	19,75		13,20		26,32		28,40		29,20	
	6	21,43		11,17		22,75		20,59		20,55	
	7	20,69		12,22		20,29		18,48		20,23	

*a: tramo Latacunga Quevedo

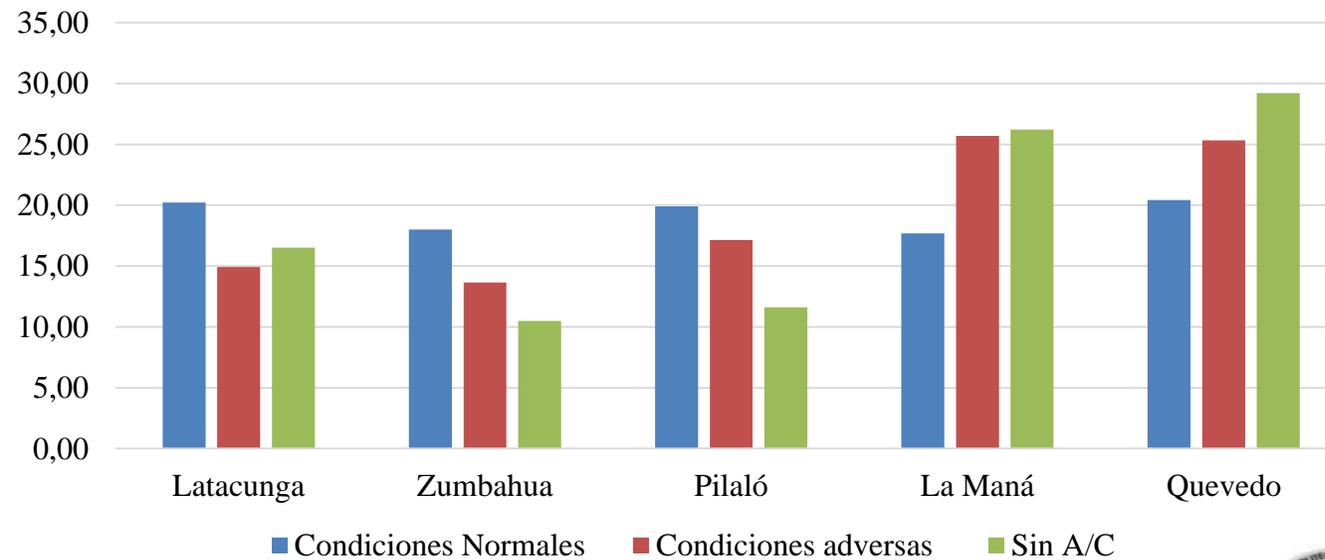
*b: tramo Quevedo Latacunga



ÍNDICE WBGT: LATACUNGA - QUEVEDO

Condición	Latacunga	Nivel WBGT	Zumbahua	Nivel WBGT	Pilaló	Nivel WBGT	La Maná	Nivel WBGT	Quevedo	Nivel WBGT
Condiciones Normales	20,22	Moderado	18,00	Moderado	19,90	Moderado	17,68	Escaso	20,43	Moderado
Condiciones adversas	14,94	Escaso	13,64	Escaso	17,15	Escaso	25,68	Alto	25,32	Alto
Sin A/C	16,51	Escaso	10,49	Escaso	11,61	Escaso	26,23	Alto	29,20	Extremo

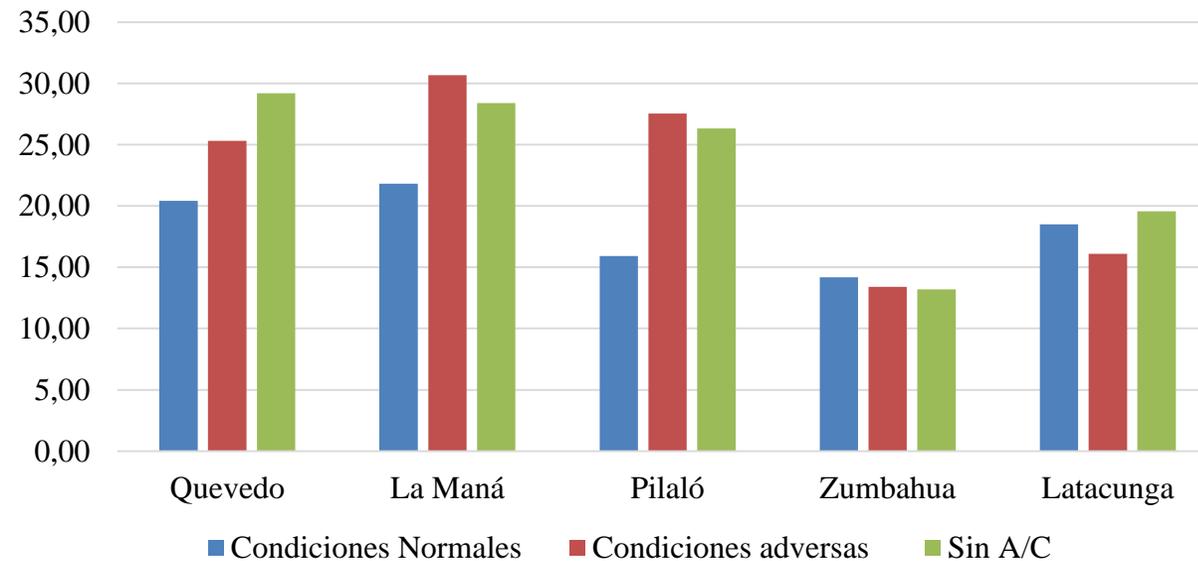
Índice WBGT (°C) Latacunga- Quevedo



ÍNDICE WBGT: QUEVEDO - LATACUNGA

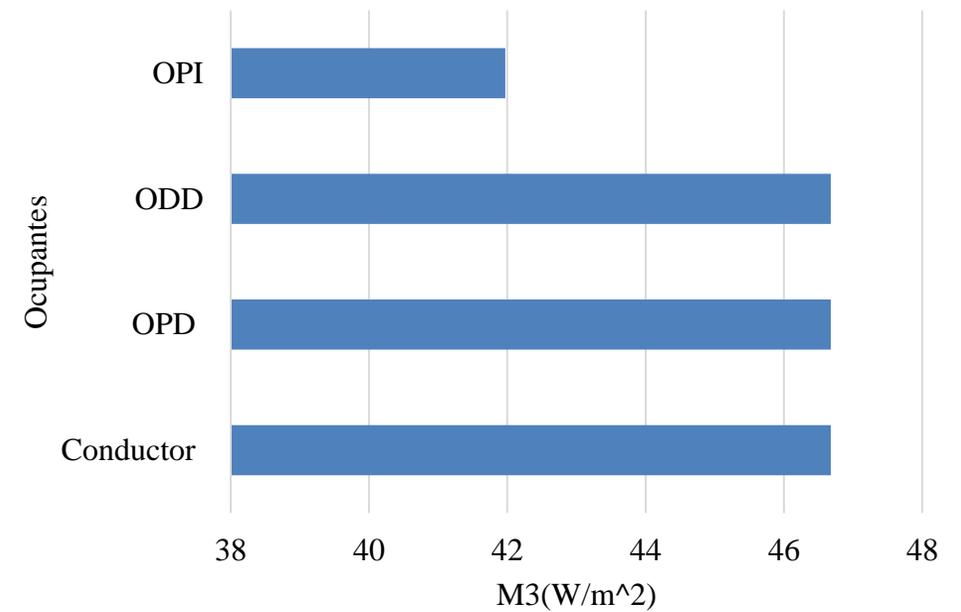
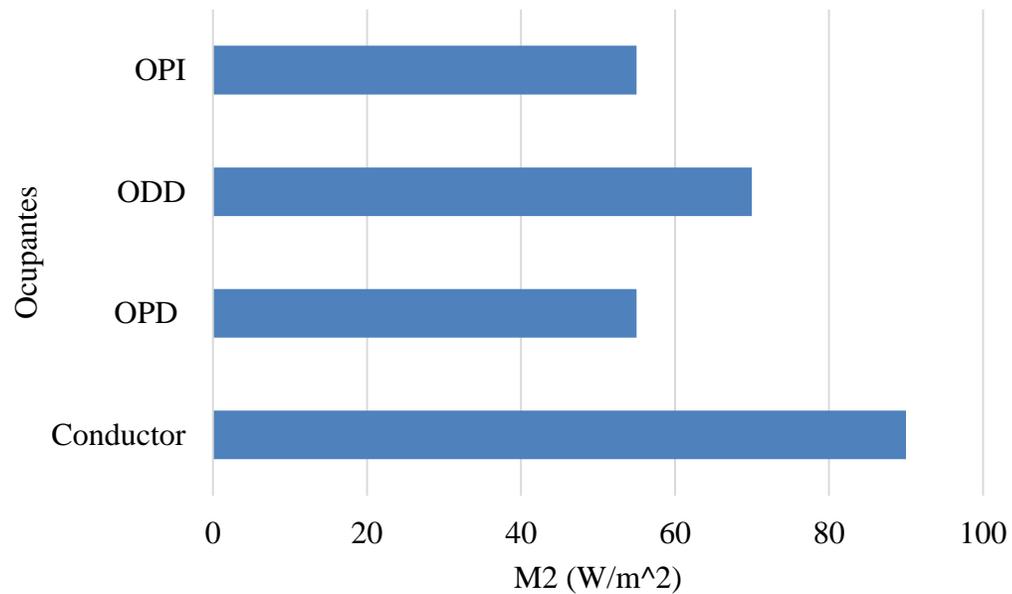
Condición	Quevedo	Nivel WBGT	La Maná	Nivel WBGT	Pilaló	Nivel WBGT	Zumbahua	Nivel WBGT	Latacunga	Nivel WBGT
Condiciones Normales	20,43	Moderado	21,81	Moderado	15,92	Escaso	14,19	Escaso	18,52	Moderado
Condiciones adversas	25,32	Alto	30,67	Extremo	27,54	Alto	13,40	Escaso	16,10	Escaso
Sin A/C	29,20	Extremo	28,40	Extremo	26,32	Alto	13,20	Escaso	19,58	Moderado

Índice WBGT (°C) Quevedo- Latacunga



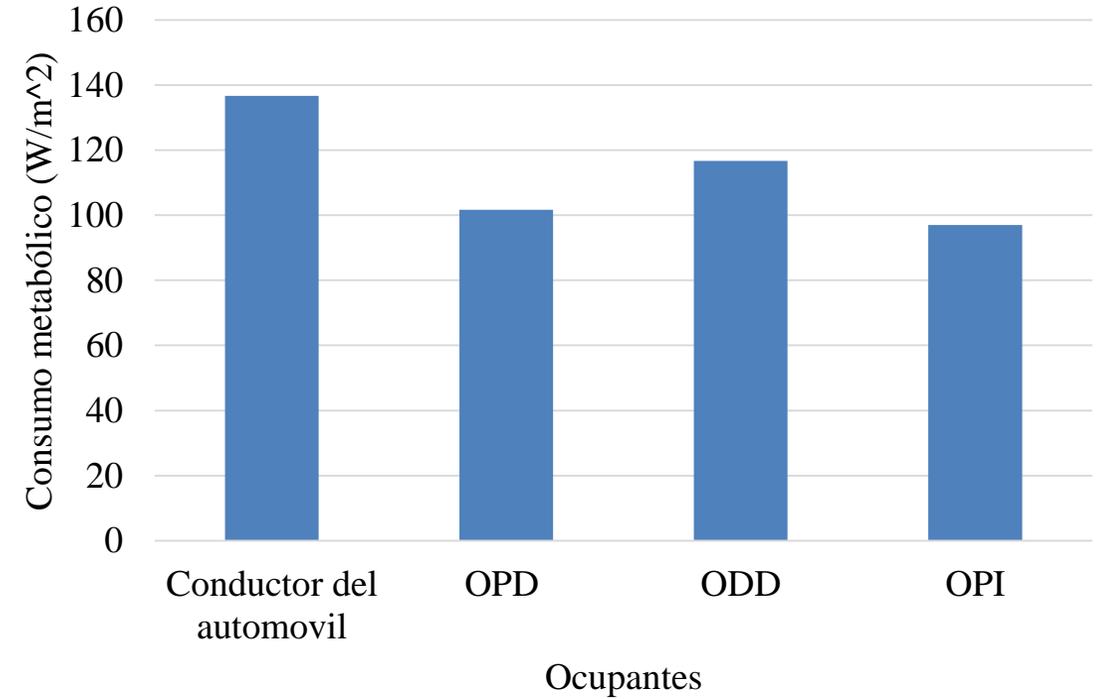
NTP 1011: CONSUMO METABÓLICO POR TABLAS

Ocupante	Componente postural (Tabla 5 NTP 1011)	Componente del tipo de trabajo (Tabla 2 NTP 1011)	Edad	Varón	Mujer	Metabolismo basal (W/m ²) Tabla 4 NTP 1011
Conductor	0	90	24	X		46,678
OPD	0	55	24	X		46,678
ODD	0	70	25	X		46,678
OPI	0	55	22		X	41,969



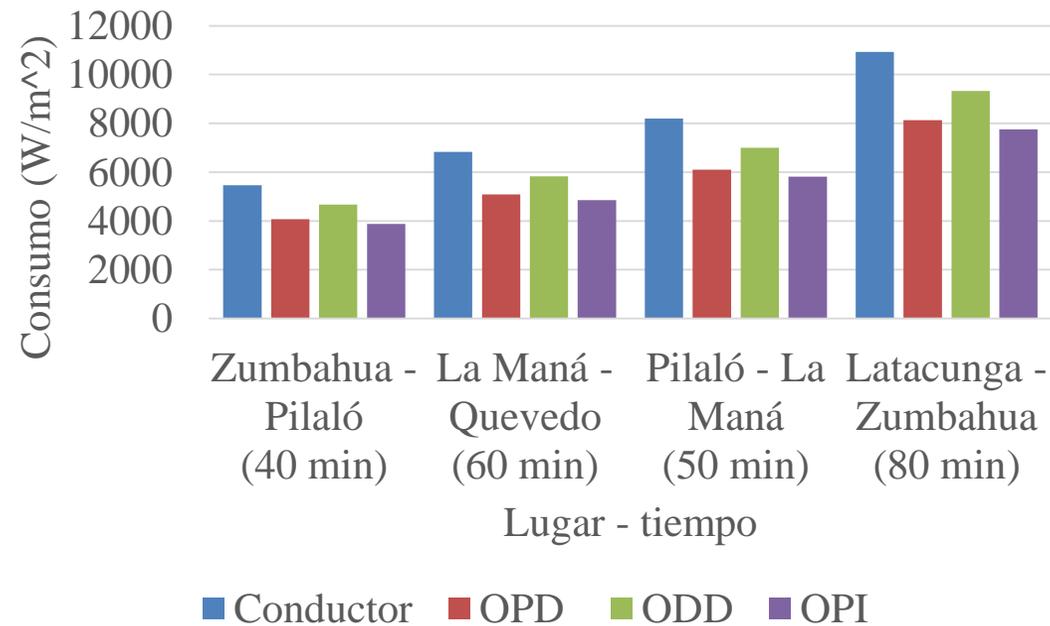
NTP 1011: CONSUMO METABÓLICO POR TABLAS

Ocupante	Consumo metabólico basal (W/m ²)
Conductor	136,678
OPD	101,678
ODD	116,678
OPI	96,969

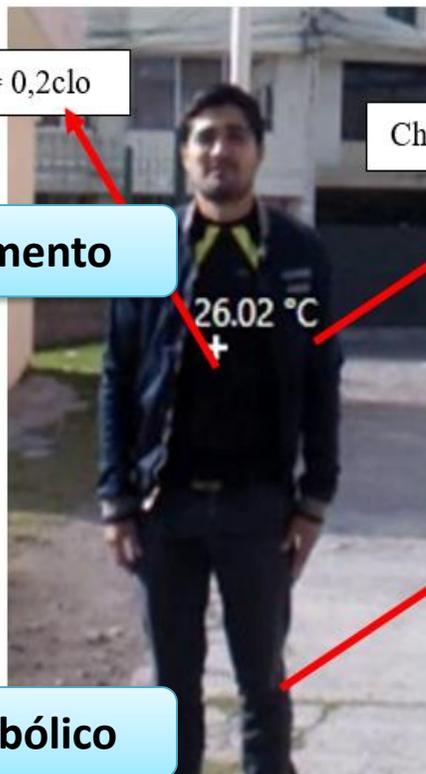


CONSUMO METABÓLICO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

Ocupante	$M_{TOTAL} (W/m^2)$	Consumo metabólico en función del tiempo (W/min)			
		Latacunga Zumbahua (80 min)	Zumbahua Pilaló (40min)	Pilaló La Maná (50min)	La Quevedo (60min)
Conductor	136,678	10934,24	5467,12	8200,68	6833,9
OPD	101,678	8134,24	4067,12	6100,68	5083,9
ODD	116,678	9334,24	4667,12	7000,68	5833,9
OPI	96,969	7757,52	3878,76	5818,14	4848,45



NTP 074: CONFORT TÉRMICO MEDIANTE MÉTODO DE FANGER



Camiseta manga corta = 0,2clo

Chompa sin recubrimiento = 0,25clo

Índice de indumento

26.02 °C

Pantalón normal y ropa interior = 0,55 clo

Consumo metabólico

Activar Windows
Ver G...
activa

Consumo Metabólico por Regiones
(Kcal/h)

Ocupante	Consumo Metabólico por Regiones (Kcal/h)	
	SIERRA	COSTA
Conductor	173,06	263,71
OPD	128,74	196,18
ODD	147,73	225,12
OPI	122,78	187,09

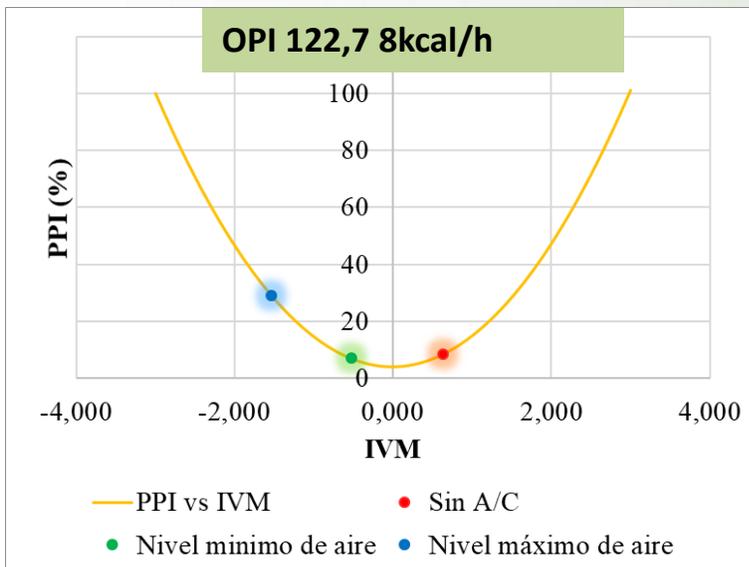


Temperatura ambiental

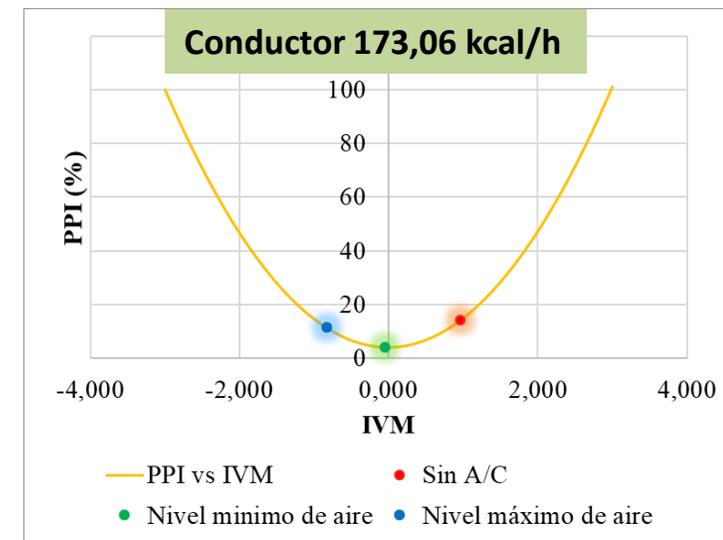
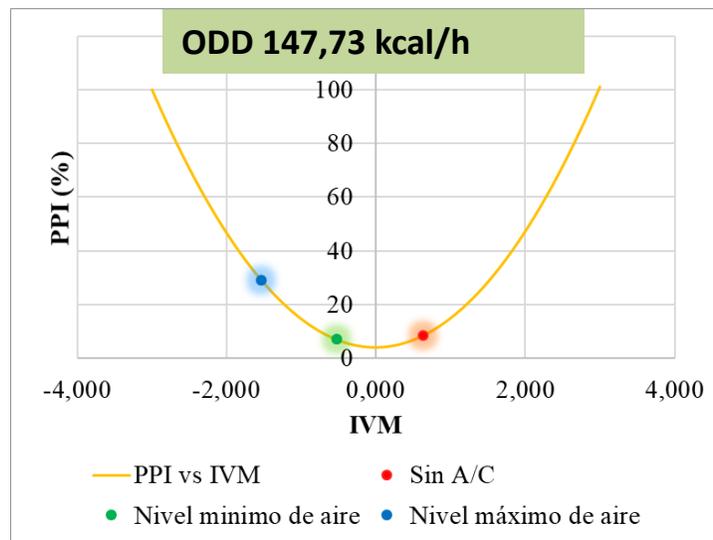
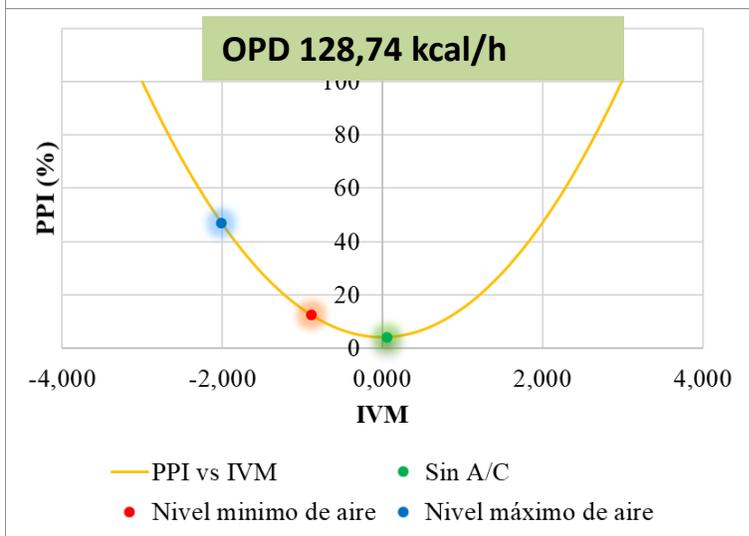


Velocidad relativa con respecto al cuerpo

ÍNDICE IVM – REGIÓN SIERRA



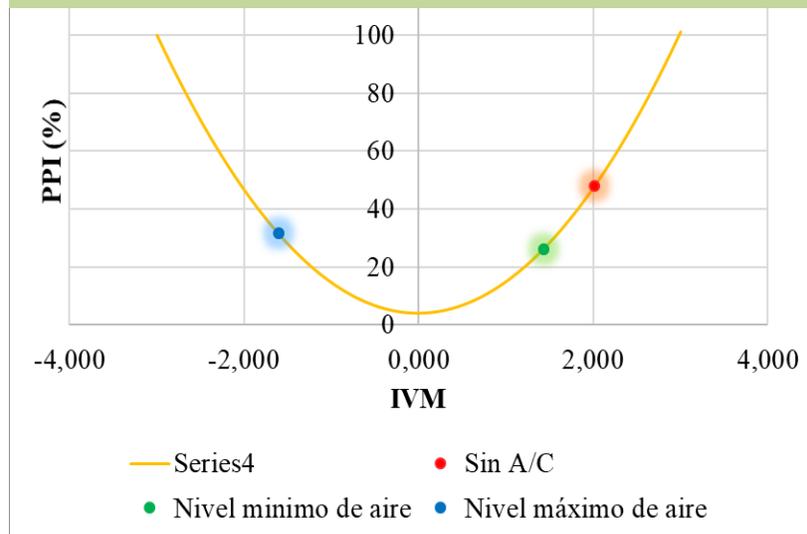
Consumo (Kcal/h)			110-124 (Tabla 2 NTP 074)		125-144 (Tabla 3 NTP 074)		145-169 (Tabla 4 NTP 074)		170-179 (Tabla 5 NTP 074)	
Condición	v (m/s)	T. °C	IVM	%PPI	IVM	%PPI	IVM	%PPI	IVM	%PPI
Sin A/C	<0,1	20	-0,32	5,14	0,06	4,16	0,63	8,51	0,96	14,10
Nivel mínimo de aire	0,2	16	-1,45	26,36	-0,89	12,46	-0,5	7,03	-0,1	4,13
Nivel máximo de aire	1,5	16	-2,30	60,28	-2,01	46,99	-1,53	29,07	-0,84	11,44



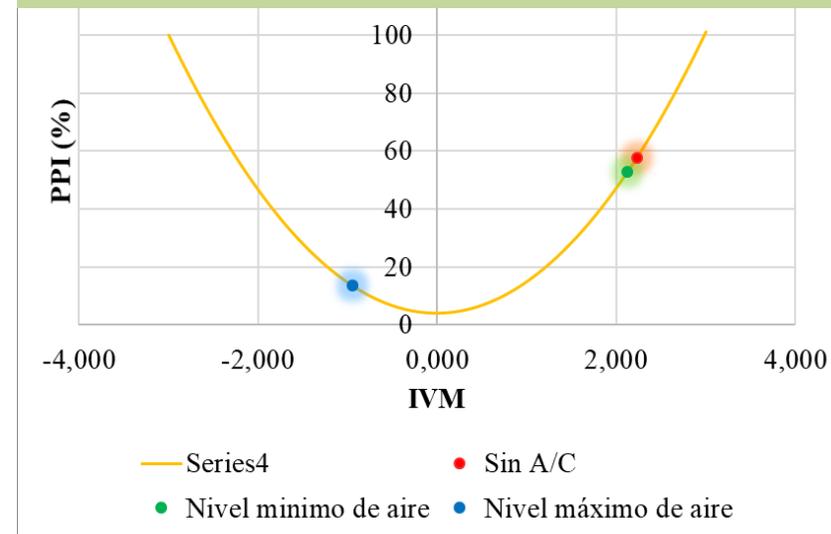
ÍNDICE IVM – REGIÓN COSTA

Consumo (Kcal/h)			180 -214 (Tabla 6 NTP 074)		215-269 (Tabla 7 NTP 074)	
Condición	v (m/s)	T. °C	IVM	%PPI	IVM	%PPI
Sin A/C	<0,1	30	2,02	48,05	2,23	57,61
Nivel mínimo de aire	0,2	29	1,43	26,22	2,12	52,86
Nivel máximo de aire	1,5	14	-1,61	31,57	-0,95	13,51

OPD y OPI (196,18 kcal/h y 187,09 kcal/h)



Conductor y ODD (263kcal/h y 225,12 kcal/h)

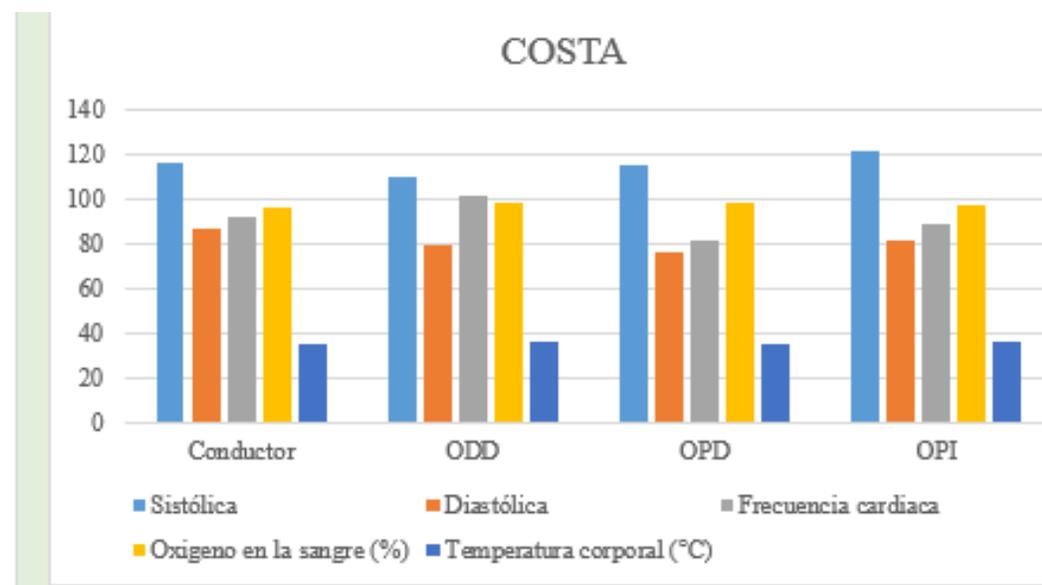
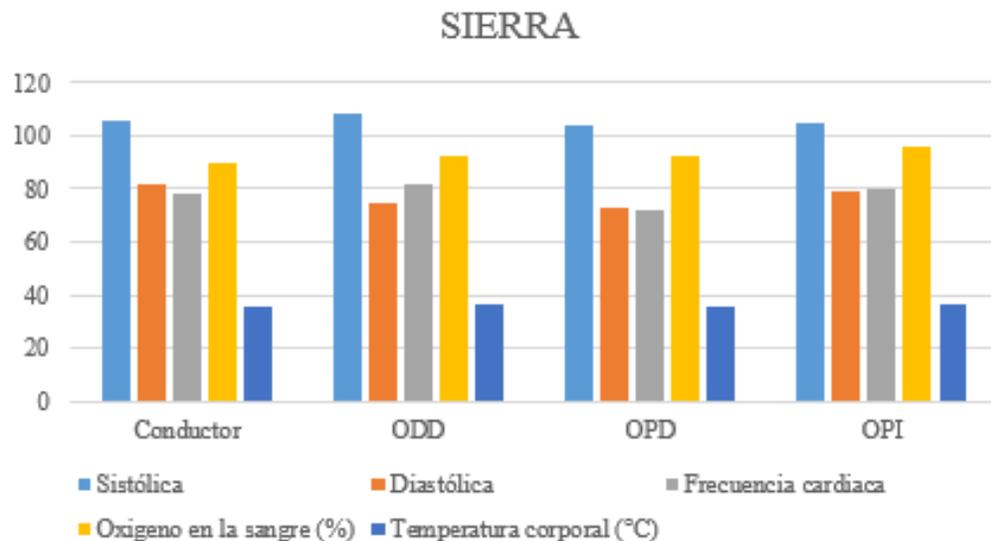


DETERMINACIÓN DEL CONFORT: SIGNOS VITALES

Tramo		Latacunga					Zumbahua					Pilaló					La Maná					Quevedo				
Ocupante	N° Prueba	Presión arterial (mmHg)		F. card (p/min)	%O ²	T. Corp (°C)	Presión arterial (mmHg)		F. card (p/min)	%O ²	T. Corp (°C)	Presión arterial (mmHg)		F. card (p/min)	%O ²	T. Corp (°C)	Presión arterial (mmHg)		F. card (p/min)	%O ²	T. Corp (°C)	Presión arterial (mmHg)		F. card (p/min)	%O ²	T. Corp (°C)
		P1 ^d	P2 ^e				P1 ^d	P2 ^e				P1 ^d	P2 ^e				P1 ^d	P2 ^e				P1 ^d	P2 ^e			
		Conductor	1	133	85	77	95	36,2	129	81	73	94	36,0	126	83	71	98	36,0	115	76	74	96	36,2	115	76	70
2	117		78	70	92	35,1	114	73	82	90	36,8	117	81	84	94	37,0	110	71	70	97	38,4	96	88	73	82	35,2
3	131		82	78	96	36,1	126	83	87,5	90	36,8	135	81	82	96	35,7	133	87	85	98	35,6	116	76	92	96	37,3
4	124		81	66	96	34,2	126	78	73	94	35,3	123	77	89	95	35,9	113	69	93	98	35,6	106	95	103	98	37,4
5	122		73	61	98	33,8	142	94	66	93	21,0	117	73	85	95	22,5	118	78	89	97	34,9	117	76	91	98	36,5
6	143		80	71	91	34,0	128	75	72	93	37,0	146	88	69	93	36,0	115	98	97	97	35,0	110	90	75	85	39,0
7	110		102	89	97	35,0	130	88	94	93	36,0	163	98	96	96	36,0	117	105	75	99	35,0	123	83	91	94	35,0
ODD ^a	1	133	88	79	94	36,1	116	76	65	92	35,5	132	84	58	99	36,5	110	72	66	97	36,5	110	72	66	97	36,5
	2	120	82	80	93	34,4	111	72	73	93	36,5	117	73	77	92	35,7	108	67	63	97	37,3	113	71	72	87	34,4
	3	123	92	97	91	34,7	196	108	99	92	38,0	117	75	117	98	36,3	122	79	101	97	37,6	109	68	107	98	36,6
	4	113	71	87	96	34,6	103	68	91	90	34,6	103	68	96	91	35,8	113	74	103	98	35,6	116	72	105	96	37,0
	5	112	76	91	94	33,0	115	78	98	94	20,6	122	81	107	92	25,9	106	67	92	98	35,7	104	60	97	98	36,8
	6	140	78	85	92	36,0	126	91	86	87	37,0	108	79	83	99	35,0	107	85	84	96	35,0	121	92	86	83	38,0
	7	137	93	91	97	36,0	100	70	80	95	37,0	144	100	88	92	37,0	169	115	81	96	37,0	140	71	87	92	39,0
OPD ^b	1	141	96	88	94	35,8	125	86	76	96	36,1	123	74	88	97	35,8	123	81	70	98	36,2	123	81	78	98	36,2
	2	151	98	96	94	32,7	137	91	87	85	37,4	129	85	79	95	36,2	122	79	75	98	38,1	125	81	71	98	36,8
	3	103	69	78	90	35,3	98	69	80	92	35,8	107	70	72	92	35,4	102	67	66	98	36,5	115	76	82	98	36,9
	4	123	83	73	97	34,2	113	73	71	92	32,0	107	71	68	98	35,0	113	74	80	98	35,2	108	70	72	98	36,5
	5	112	72	78	95	32,3	141	123	74	92	20,5	114	71	74	92	21,2	99	70	65	99	35,1	99	64	62	74	35,4
	6	144	90	77	97	32,0	133	74	75	89	38,0	115	99	69	96	36,0	175	96	88	99	37,0	96	69	88	85	37,0
	7	131	82	91	96	32,0	106	81	77	87	36,0	131	94	72	98	35,0	115	87	94	94	36,0	111	87	97	92	37,0
OPI ^c	1	150	105	76	92	36,5	154	104	69	96	36,8	163	115	62	98	36,6	140	94	88	97	36,6	140	94	88	97	36,6
	2	134	88	77	97	31,8	131	84	80	87	36,5	115	71	88	92	36,7	112	68	88	98	38,4	120	72	81	99	37,6
	3	139	92	75	93	36,2	193	142	100	95	37,7	122	81	76	96	36,9	106	71	73	99	37,6	112	66	89	97	38,5
	4	129	87	75	93	34,2	135	92	80	96	33,3	137	90	73	95	36,5	108	67	85	99	36,8	104	65	94	98	36,3
	5	131	88	83	98	32,0	149	105	76	81	22,9	146	99	81	96	20,2	115	76	77	99	34,5	96	62	91	80	37,7
	6	113	101	76	92	33,0	107	84	98	92	35,0	140	99	102	96	37,0	164	87	83	95	36,0	140	69	106	83	38,0
	7	115	83	79	94	35,0	113	99	90	90	37,0	161	113	58	96	35,0	152	78	97	94	35,0	133	77	94	95	38,0

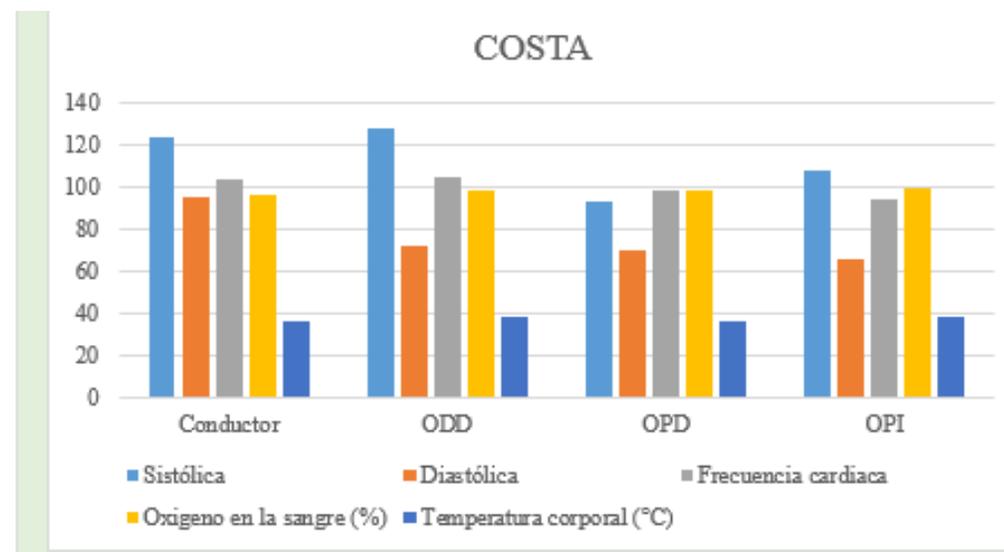
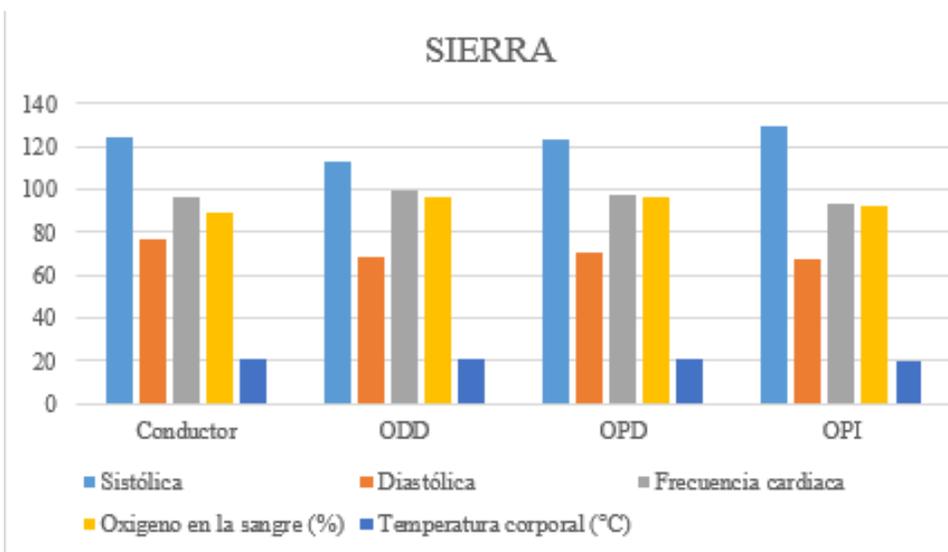
SIGNOS VITALES – CONDICIONES NORMALES

Región	Condición	Ocupantes	Pesión (mmHg)		Frecuencia cardiaca	Oxígeno en la sangre (%)	Temperatura corporal (°C)
			Sistólica	Diastólica			
Sierra	(Condición normal) Aire mínimo	Conductor	106	82	78	90	35,7
		ODD	108	75	81,5	92	36,13
		OPD	104	73	72	92	35,2
		OPI	105	79	80	96	36,2
Costa	(Condición normal) Aire máximo	Conductor	116	87	91,5	96	35,3
		ODD	110	79	101	98	35,6
		OPD	115	76	81,5	98	34,9
		OPI	121	81	89	97	35,6



SIGNOS VITALES – CONDICIONES ADVERSAS

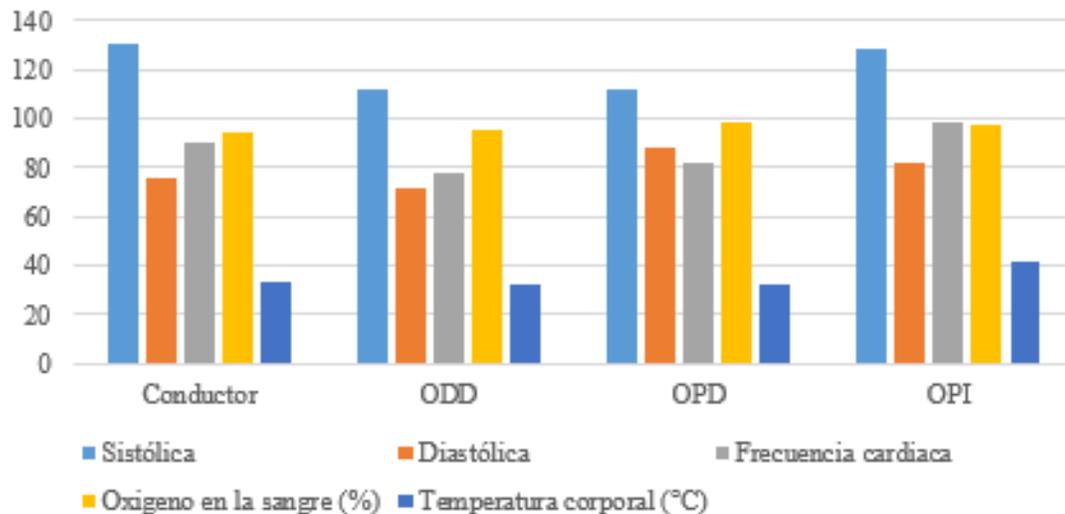
Región	Condición	Ocupantes	Pesión (mmHg)		Frecuencia cardiaca	Oxígeno en la sangre (%)	Temperatura corporal (°C)
			Sistólica	Diastólica			
Sierra	(Condición adversa) Aire Máximo	Conductor	124	77	96	89	21
		ODD	113	68	99	96	20,6
		OPD	123	71	97	96	20,5
		OPI	129	67	93	92	20,2
Costa	(Condición Adversa) Aire mínimo	Conductor	124	95	103	96	36,5
		ODD	128	72	105	98	37,7
		OPD	93	70	98	98	36,5
		OPI	108	65	94	99	37,7



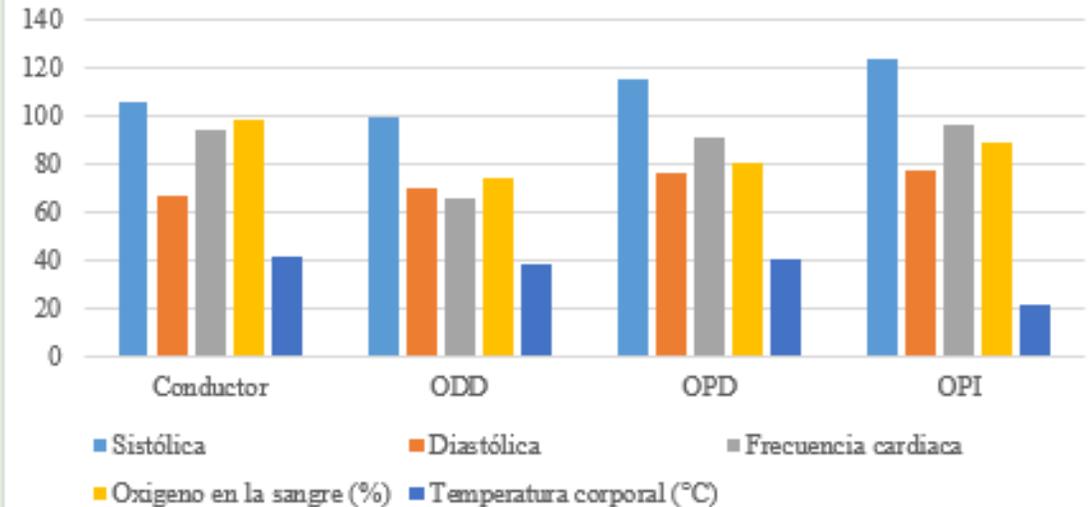
SIGNOS VITALES – SIN A/C

Región	Condición	Ocupantes	Pesión (mmHg)		Frecuencia cardiaca	Oxígeno en la sangre (%)	Temperatura corporal (°C)
			Sistólica	Diastólica			
Sierra	Sin A/C	Conductor	131	76	90,5	94	33
		ODD	112	72	78	95	32,3
		OPD	112	88	82	98	32
		OPI	128	82	98	97	41,12
Costa	Sin A/C	Conductor	106	67	94	98	40,96
		ODD	99	70	65	74	38,14
		OPD	115	76	91	80	40,1
		OPI	124	77	96	89	21

SIERRA



COSTA



CALIDAD DE FLUJO DE AIRE

Presión de aire



Equipo Airflow metter 922



Toma de mediciones con el equipo

Datos obtenidos a distintos niveles del soplador

Nivel del A/C/ Amplificador A/C	Presión (Pa) en Trampillas				Nivel del soplador	Potencia de consumo (W)	Temp. (°C)
	LD ^a	LI ^b	CD ^c	CI ^d			
1	0	0	0	0	1	400	3.65
2	0	0	0	0	5	350	7.8
3	0	1	1	1	9	450	11.2
4	2	1	2	3	13	550	13.3
5	3	3	5	5	18	650	14.7
6	7	5	9	7	24	950	15.5
7	8	12	13	14	31	1050	16.6

Velocidad de aire

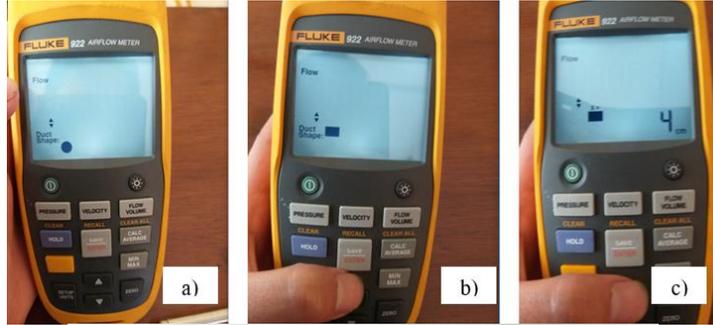


Toma de mediciones con el equipo

Datos obtenidos a distintos niveles del soplador

Nivel del A/C - Amplificador A/C	LD ^a	LI ^b	CD ^c	CI ^d	Nivel del soplador	Potencia de consumo (W)	Temp. (°C)
1	0.508	0.631	0.671	0.806	1	400	3.65
2	0.937	0.861	1.069	1.105	5	350	7.8
3	1.278	1.064	1.779	1.361	9	450	11.2
4	1.820	1.592	2.246	1.977	13	550	13.3
5	2.458	2.641	2.875	3.235	18	650	14.7
6	3.181	2.936	3.576	4.011	24	950	15.5
7	4.159	3.932	4.996	5.206	31	1050	16.6

PRESIÓN DE AIRE



Toma de mediciones con el equipo

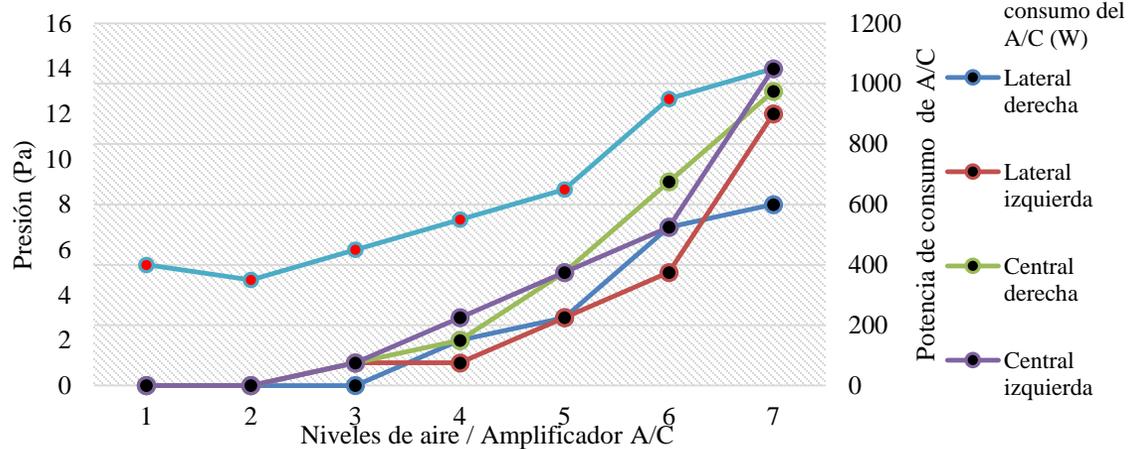
Datos obtenidos a distintos niveles del soplador



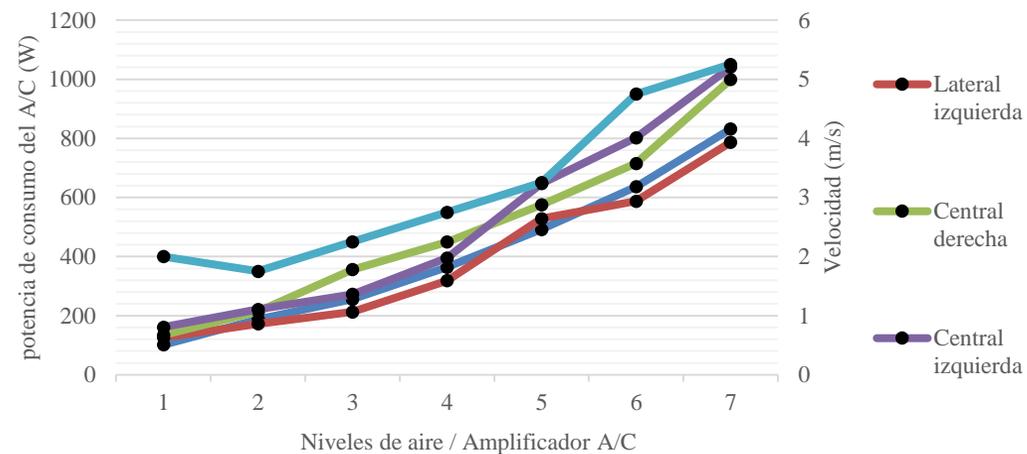
Nivel del A/C - Amplificador A/C	Caudal o flujo de aire ($\frac{m^3}{h}$) en Trampillas				Nivel del soplador	Potencia de consumo (W)	Temp. (°C)
	LD ^a	LI ^b	CI ^c	CD ^d			
1	0	0	5	4	1	400	3,65
2	8	9	7	7	5	350	7,80
3	11	13	11	10	9	450	11,2
4	16	18	13	14	13	550	13,3
5	22	25	19	19	18	650	14,7
6	29	33	26	24	24	950	15,5
7	39	43	34	33	31	1050	16,6
Dimensión trampa	x (cm)	5	5	10,5	10,5		
	y (cm)	6	6	2,0	2,0		

ANÁLISIS DE PRESIÓN, VELOCIDAD, VOLUMEN

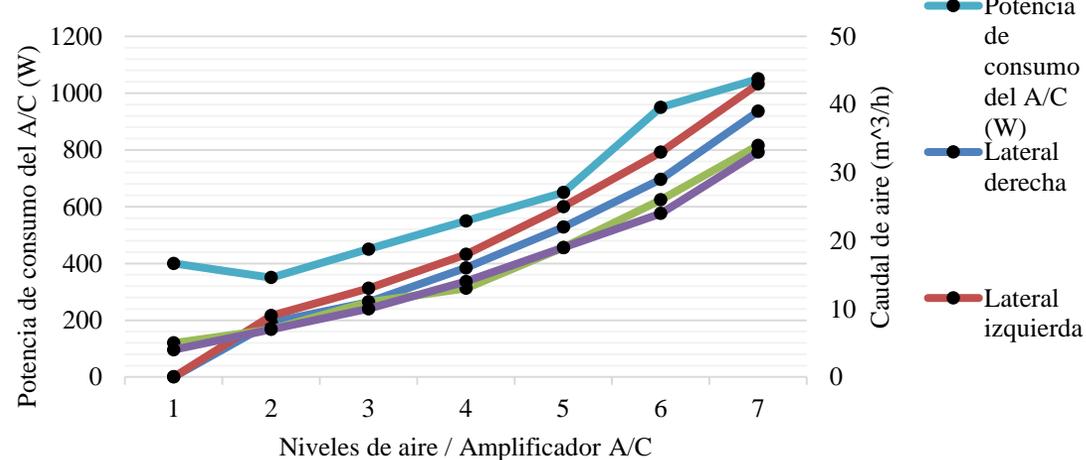
Curvas de presión de aire y potencia de consumo A/C



Curvas de velocidad de aire y potencia de A/C



Curvas de volúmen de aire y potencia de A/C

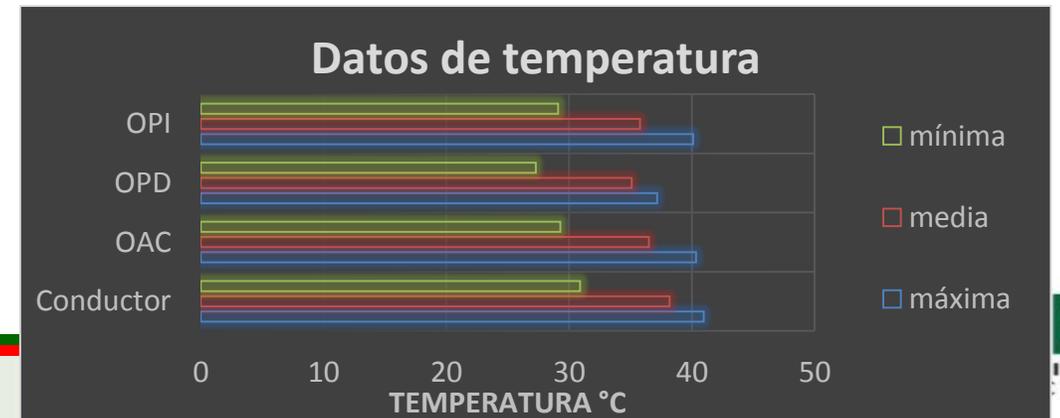
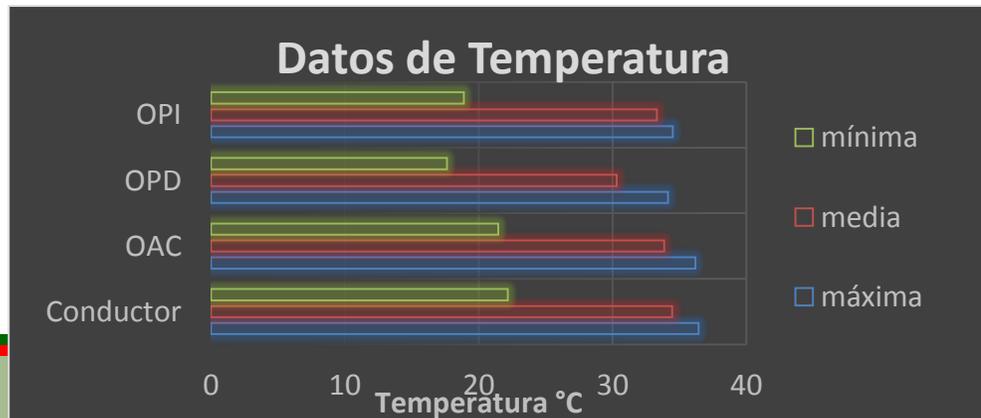


TERMOGRAFÍA

Sierra A/C (condición normal)

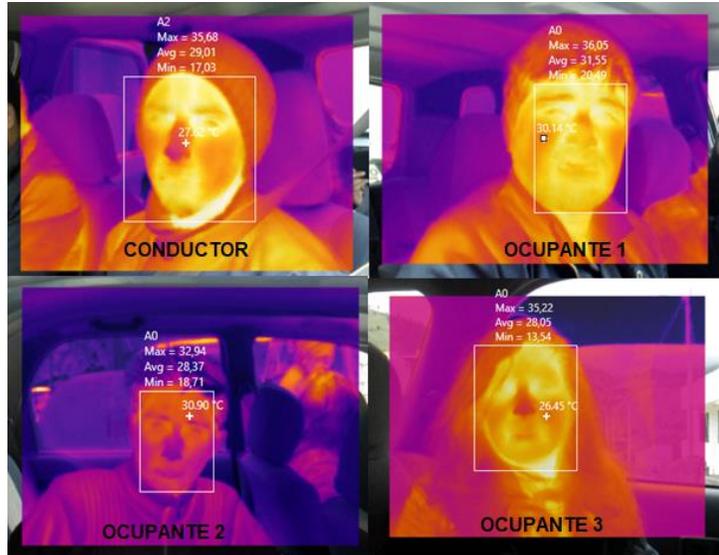


Costa A/C (condición normal)

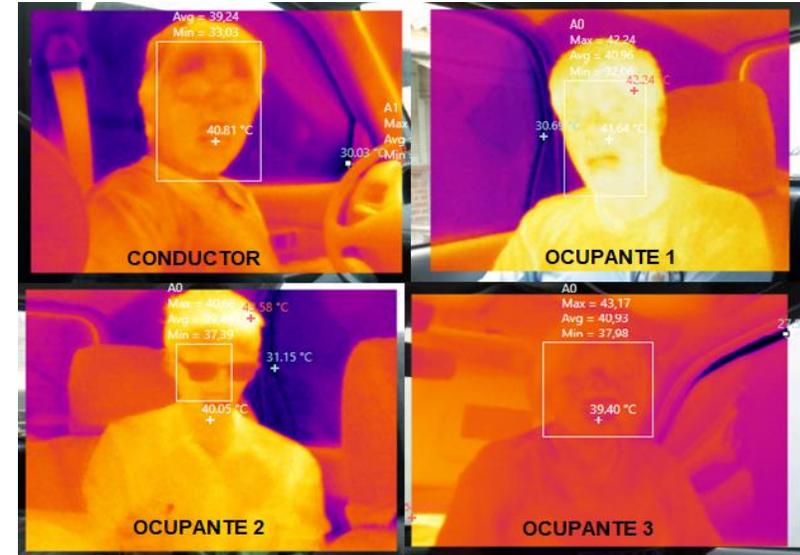


TERMOGRAFÍA

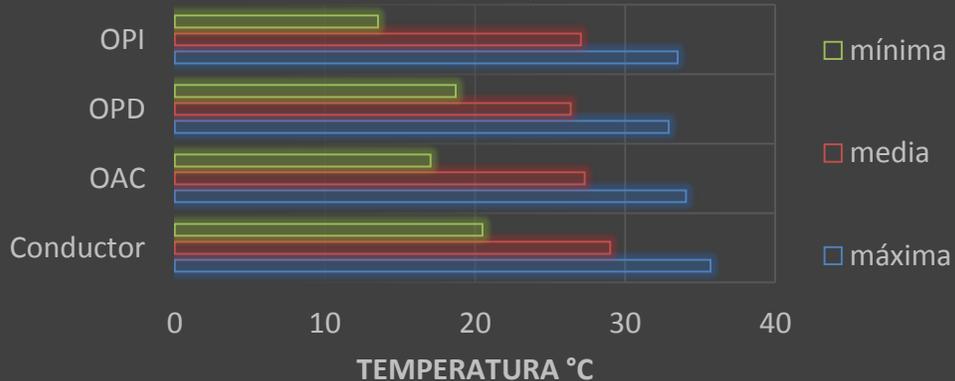
Sierra A/C (condición adversa)



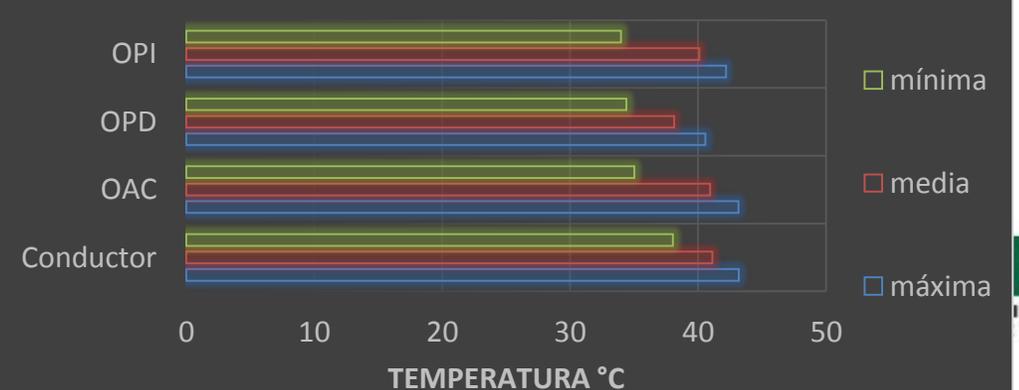
Costa A/C (condición adversa)



Datos de Temperatura

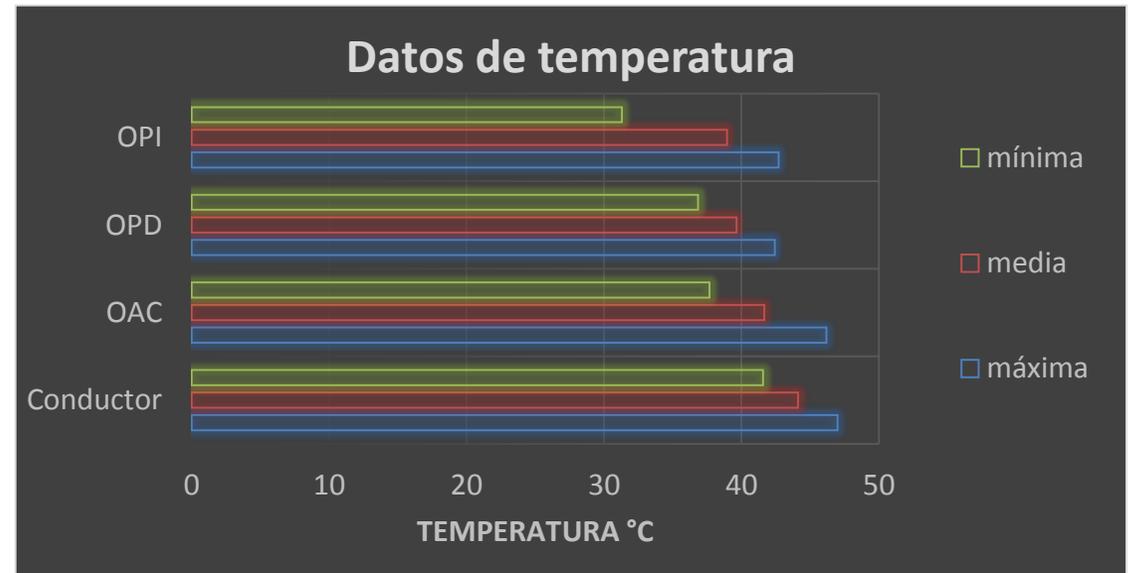


Datos de temperatura



TERMOGRAFÍA

Tramo (Sierra – Costa) sin A/C



DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

Confort

2

Calidad de flujo de aire

3

Termografía

4

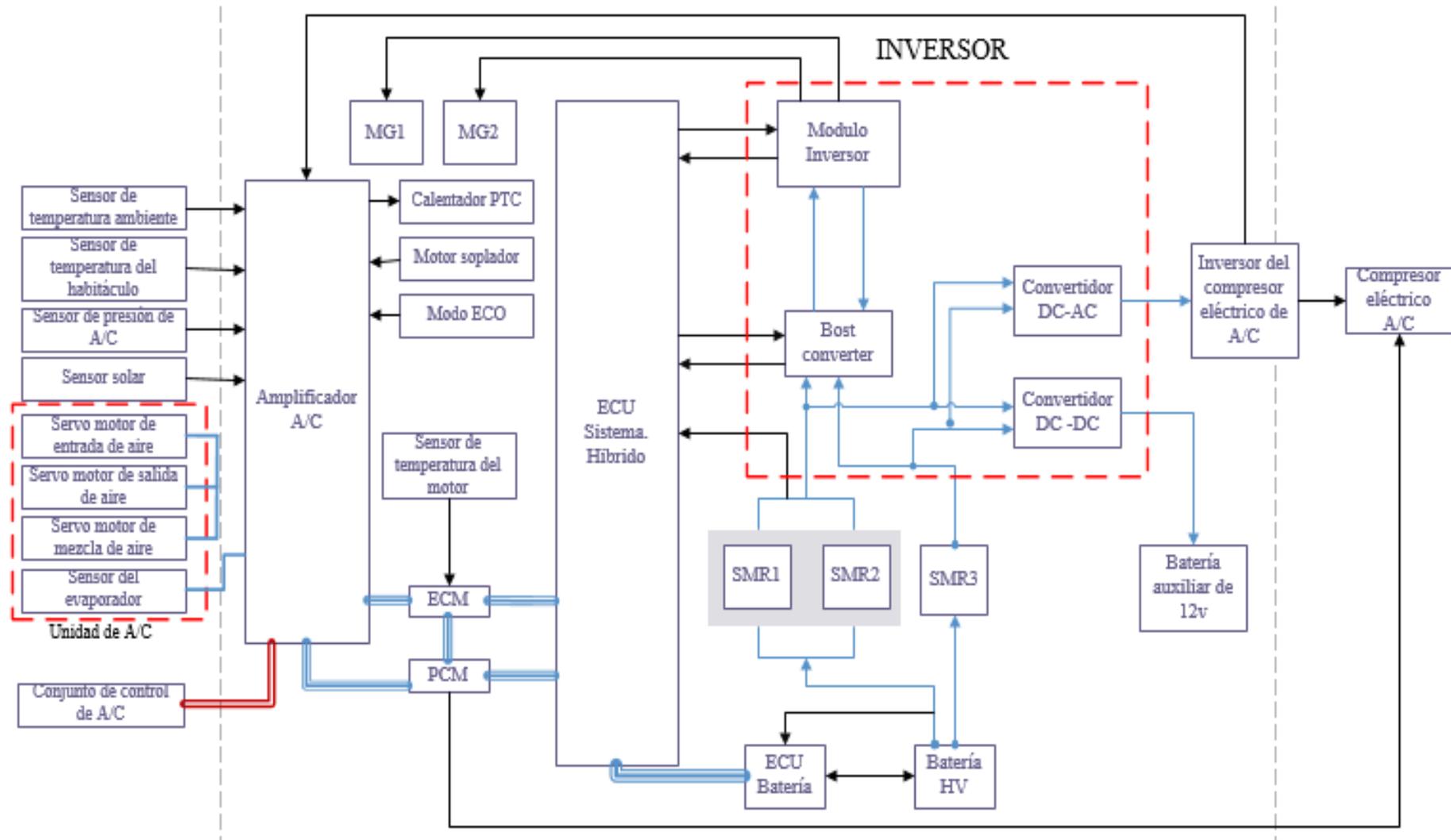
Gestión electrónica

5

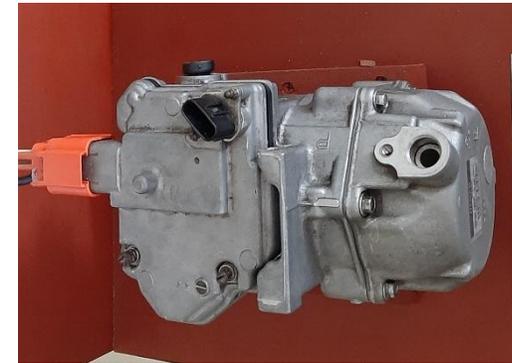
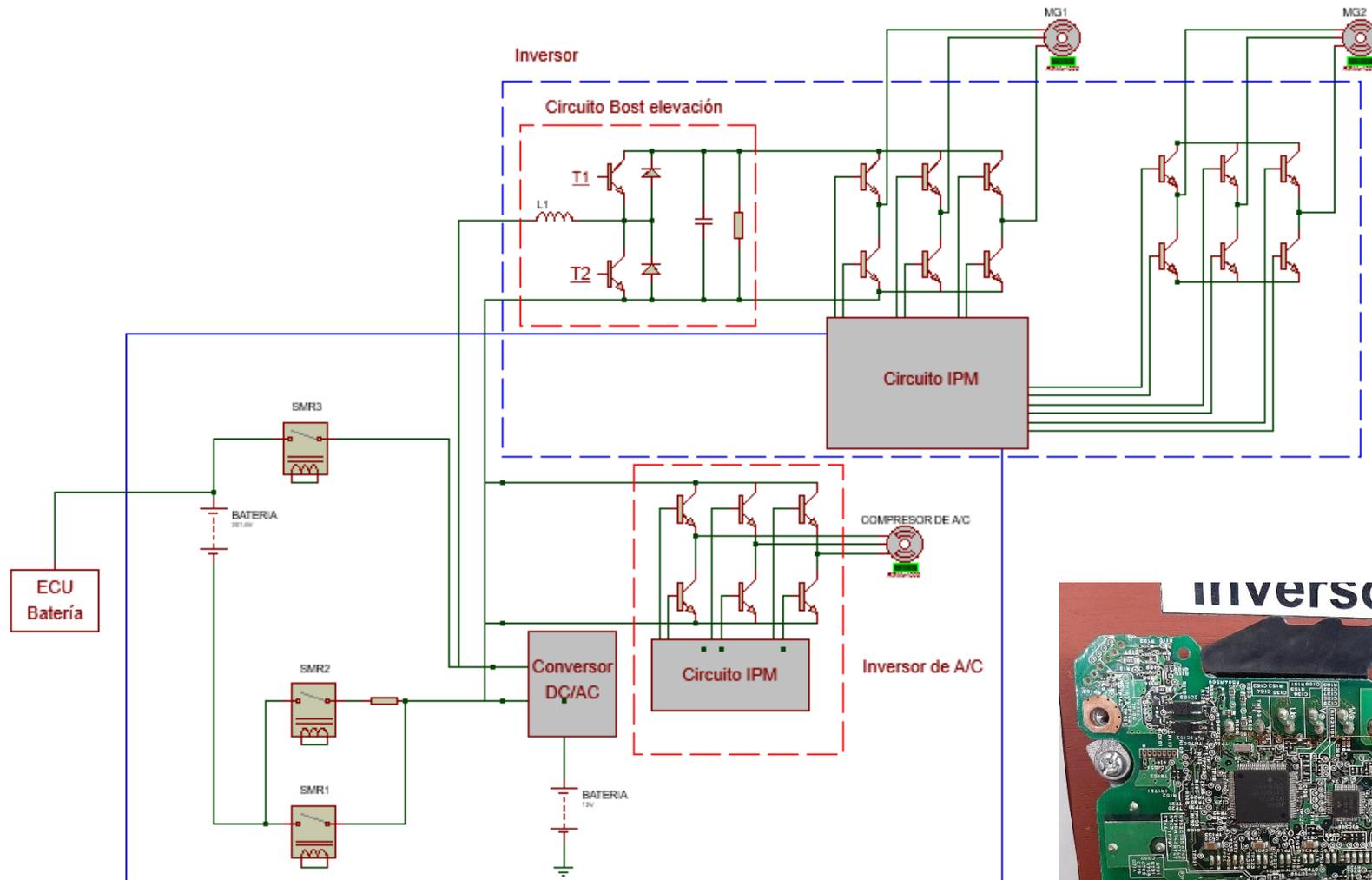
Mantenimiento



FUNCIONAMIENTO A/C VEHÍCULO HÍBRIDO

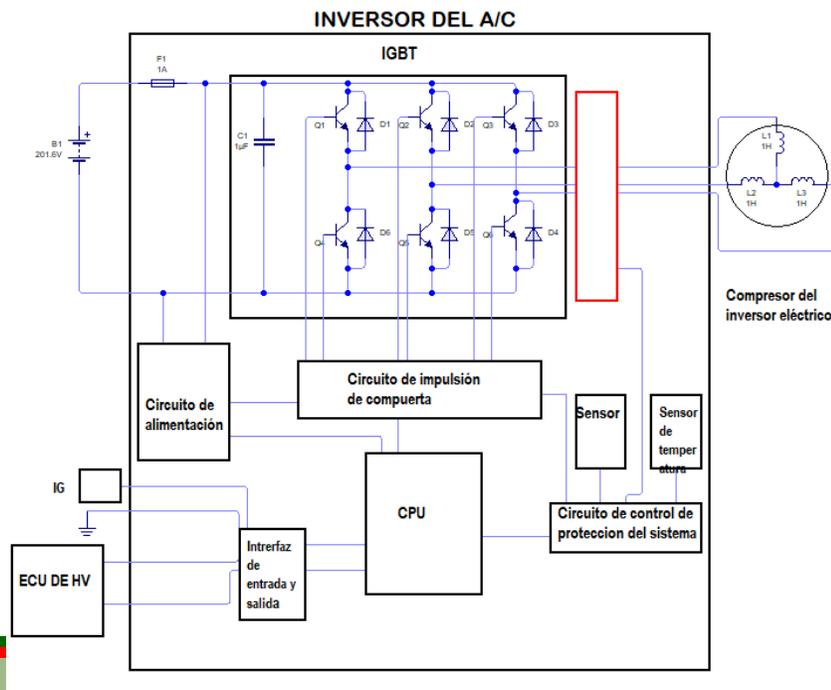


FUNCIONAMIENTO COMPRESOR DE A/C

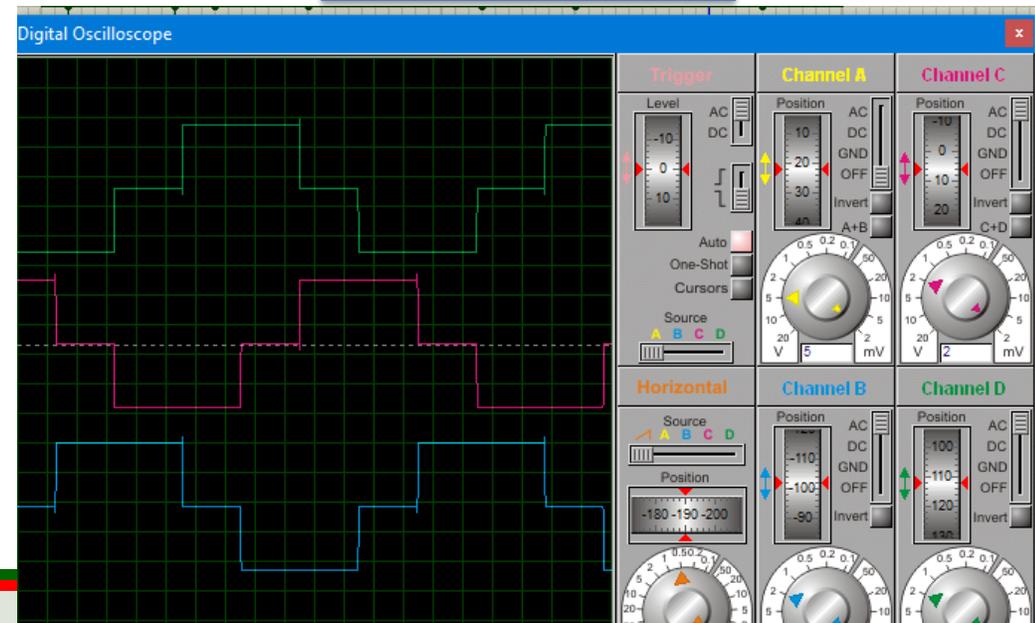


INVERSOR DE A/C

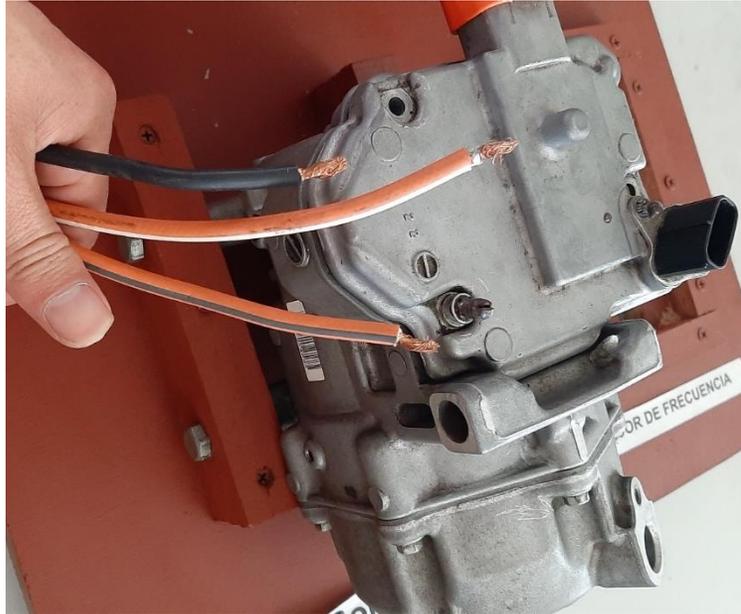
Estructura interna del inversor



Señal PWM



COMPRESOR DE A/C



Parameter	Value	Unit	Parameter	Value	Unit
Room Temperature Sensor	18.75	C	Room Temperature Sensor	22.25	C
Ambient Temp Sensor	18.35	C	Ambient Temp Sensor	22.55	C
Adjusted Ambient Temp	15.60	C	Adjusted Ambient Temp	15.60	C
Evaporator Fin Thermistor	1.10	C	Evaporator Fin Thermistor	2.50	C
Evaporator Target Temp	2.00	C	Evaporator Target Temp	2.00	C
Solar Sensor (D Side)	1		Solar Sensor (D Side)	1	
Engine Coolant Temp	86.35	C	Engine Coolant Temp	89.50	C
Set Temperature (D Side)	MAX COLD		Set Temperature (D Side)	MAX COLD	
Blower Motor Speed Level	1		Blower Motor Speed Level	31	
Regulator Pressure Sensor	0.0172	MPaG	Regulator Pressure Sensor	0.0000	MPaG
Air Mix Servo Targ Pulse(D)	6		Air Mix Servo Targ Pulse(D)	6	
Air Mix Servo Actual Pulse(D)	6		Air Mix Servo Actual Pulse(D)	6	
Air Outlet Servo Pulse (D)	47		Air Outlet Servo Pulse (D)	47	
Air Outlet Servo Actu Pulse(D)	47		Air Outlet Servo Actu Pulse(D)	47	
Air Inlet Damper Targ Pulse	19		Air Inlet Damper Targ Pulse	19	
Air Inlet Damper Actual Pulse	19		Air Inlet Damper Actual Pulse	19	
Compressor Speed	0	rpm	Compressor Speed	3612	rpm
Compressor Target Speed	0	rpm	Compressor Target Speed	3607	rpm
Compressor Drive Check	OK		Compressor Drive Check	OK	
Blowout Target Temperature (Driver Side)	-358.40	C	Blowout Target Temperature (Driver Side)	-358.40	C
Number of Trouble Codes	0		Number of Trouble Codes	0	

Condiciones de operación (nivel 1) del soplador

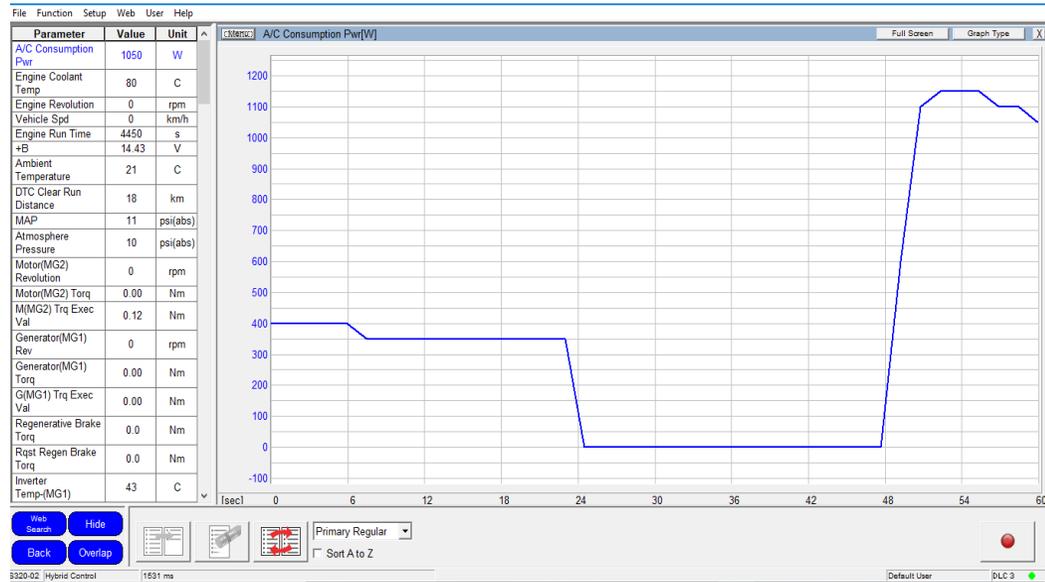
Condiciones de operación (nivel 7 / máximo) del soplador

Pantalla del probador	Rango de medición	Condición normal
Velocidad del compresor	Velocidad del compresor Min: 0 rpm Max: 65535 rpm	Muestra real de la velocidad de rotación en el rango de 0 rpm y 10000 rpm
Velocidad adecuada del compresor	Velocidad adecuada del compresor. Min: 0 rpm. Max: 65535 rpm	Muestra real de la velocidad de rotación en el rango de 0 rpm y 10000 rpm

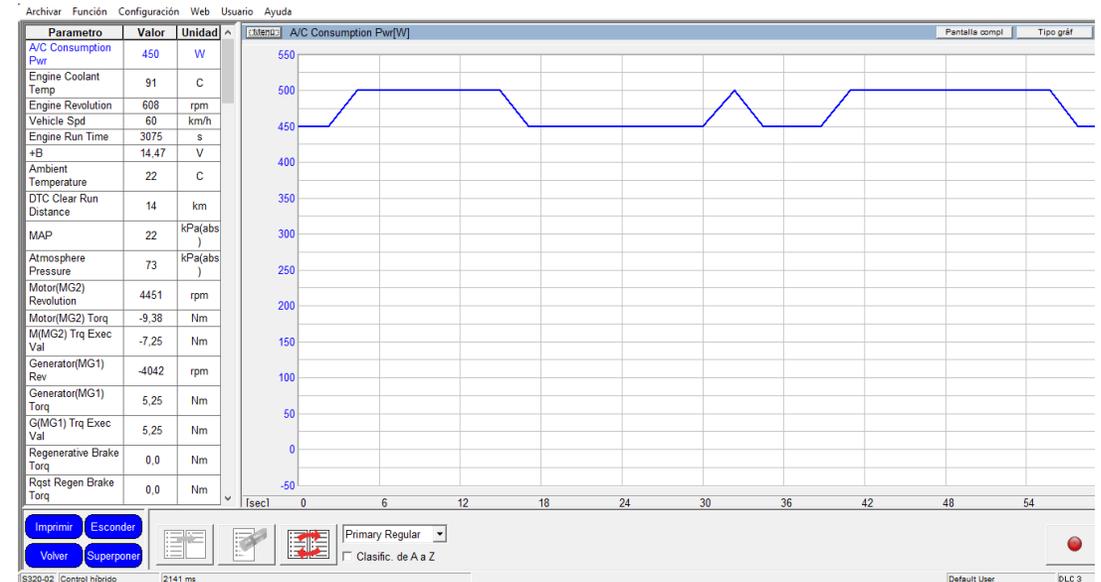


COMPRESOR DE A/C (ESTÁTICO Y DINÁMICO)

Prueba condiciones estáticas



Prueba condiciones dinámicas



SENSORES DE A/C



Sensor refrigerante del motor

Sensor Temperatura ambiente



Sensor interior (Habitáculo)



Sensores A/C



Sensor Solar

Sensor de presión



Sensor temperatura Evaporador



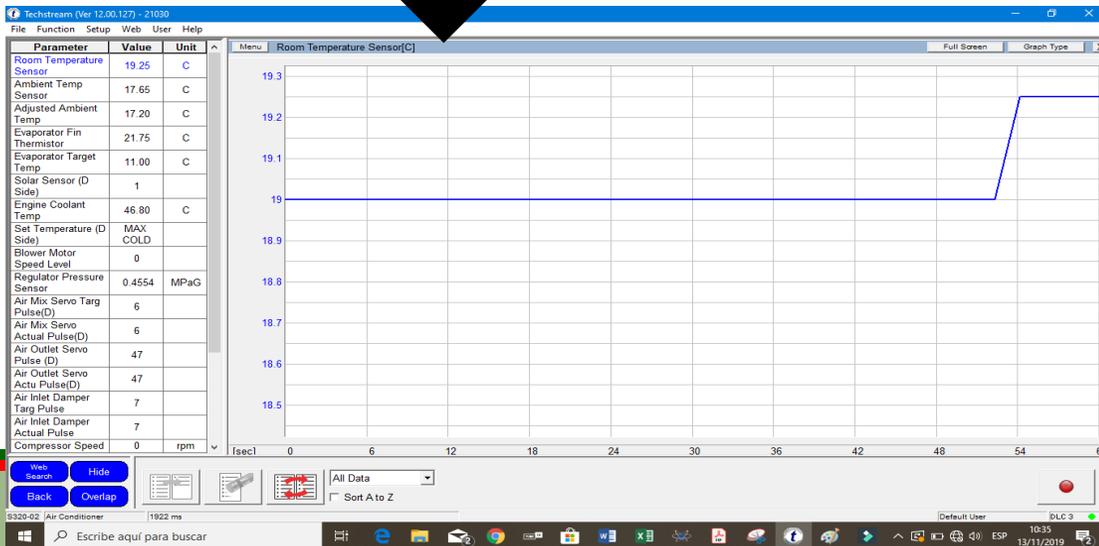
ESCUELA POLITÉCNICA DEL ECUADOR

SENSOR DE TEMPERATURA INTERIOR (HABITÁCULO)

Rango operación:

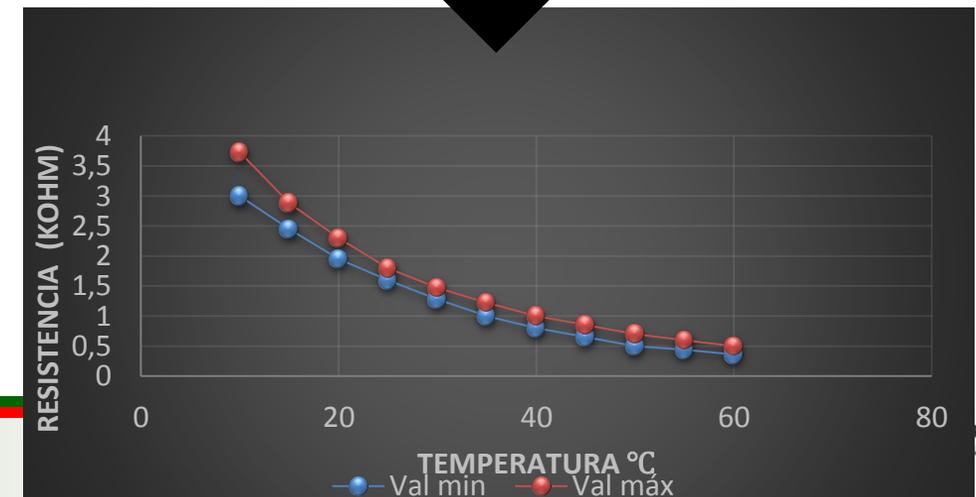
- Min: -6.5 °C (20.3 °F)
- Max 57.25 °C (135.05 °F)

Gráfica en tiempo real



Conexión del probador	Condición		Condición específica Kohms	
	°C	°F	min	máx
L44-1 / L44-2				
1_2	10	50	3,00	3.73
1_2	15	59	2.45	2.88
1_2	20	68	1.95	2.30
1_2	25	77	1.60	1.80
1_2	30	86	1.28	1.47
1_2	35	95	1,00	1.22
1_2	40	104	0.80	1,00
1_2	45	113	0.65	0.85
1_2	50	112	0.50	0.70
1_2	55	131	0.44	0.60
1_2	60	140	0.36	0.50

Gráfica de la estructura

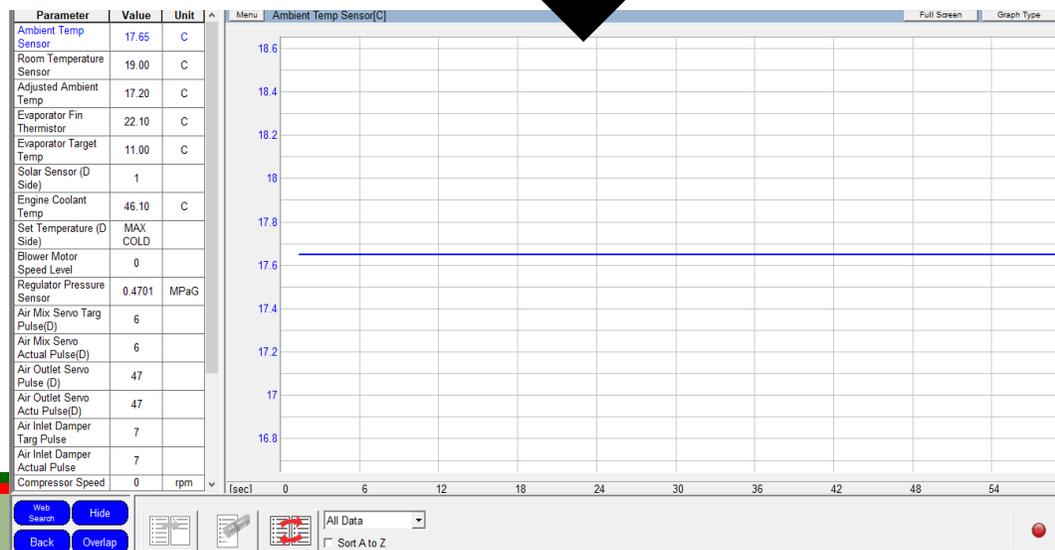


SENSOR DE TEMPERATURA AMBIENTAL

Rangos de operación:

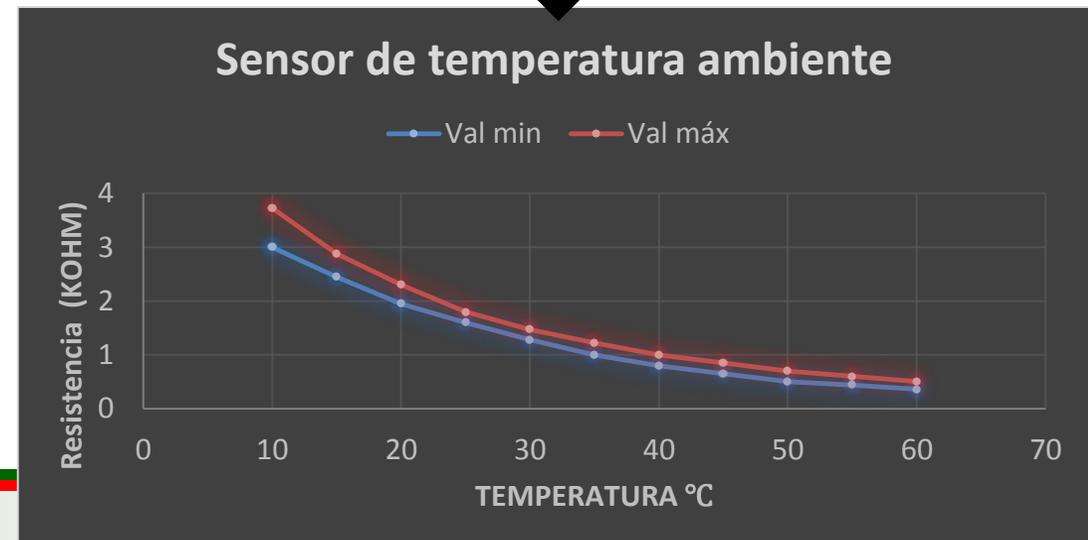
- Min: -23.3 °C (-9.94°F)
- Max: 65.95 °C (150.71°F)

Gráfica en tiempo real



Conexión del probador	Condición		Condición específica Kohms	
	°C	°F	min	max
1_2	10	50	3	3.73
1_2	15	59	2.45	2.88
1_2	20	68	1.95	2.3
1_2	25	77	1.6	1.8
1_2	30	86	1.28	1.47
1_2	35	95	1	1.22
1_2	40	104	0.8	1
1_2	45	113	0.65	0.85
1_2	50	112	0.5	0.7
1_2	55	131	0.44	0.6
1_2	60	140	0.36	0.5

Gráfica de la estructura

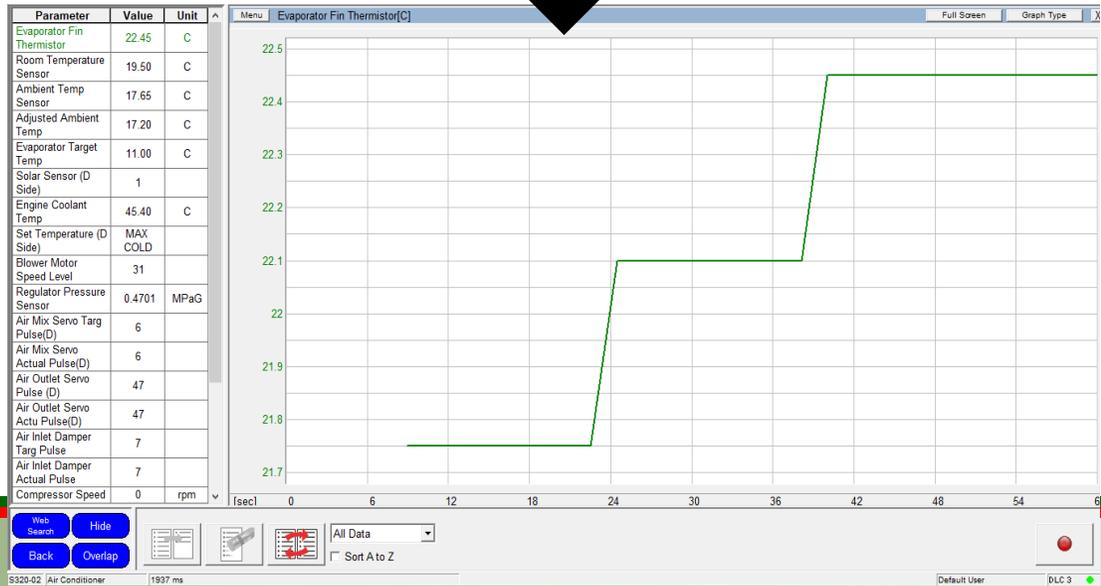


SENSOR DE TEMPERATURA DEL EVAPORADOR

Rangos de operación:

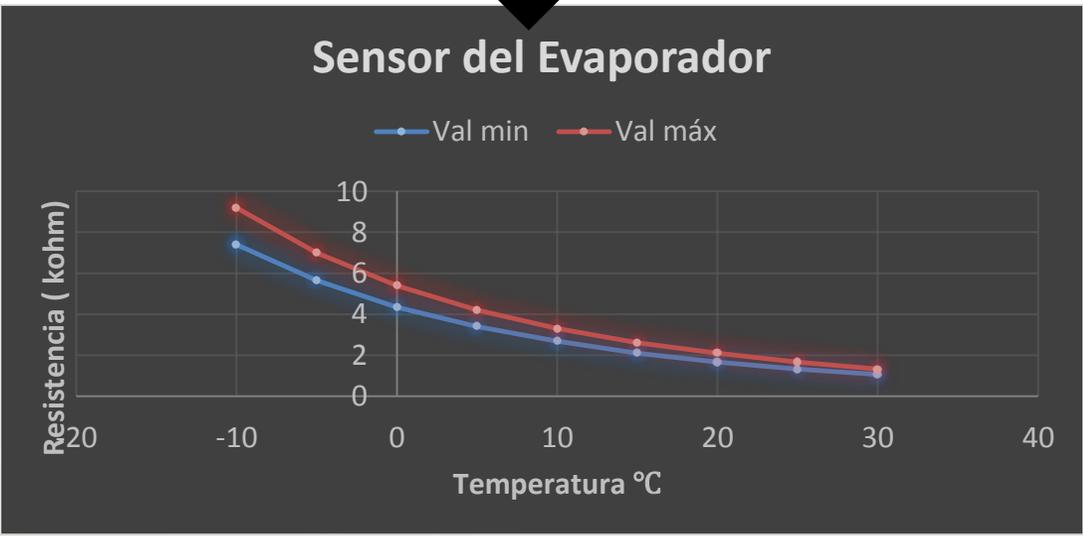
- Min: -29.7 °C (-21.46 °F)
- Max: 59.55 °C (139.19 °F)

Gráfica en tiempo real



Conexión del probador	Condición		Condición específica (kOhms)	
	°C	°F	min	máx
1_2	-10	14	7.4	9.2
1_2	-5	23	5.65	7
1_2	0	32	4.35	5.4
1_2	5	41	3.4	4.2
1_2	10	50	2.68	3.3
1_2	15	59	2.1	2.6
1_2	20	68	1.66	2.1
1_2	25	77	1.32	1.66
1_2	30	86	1.05	1.32

Gráfica de la estructura

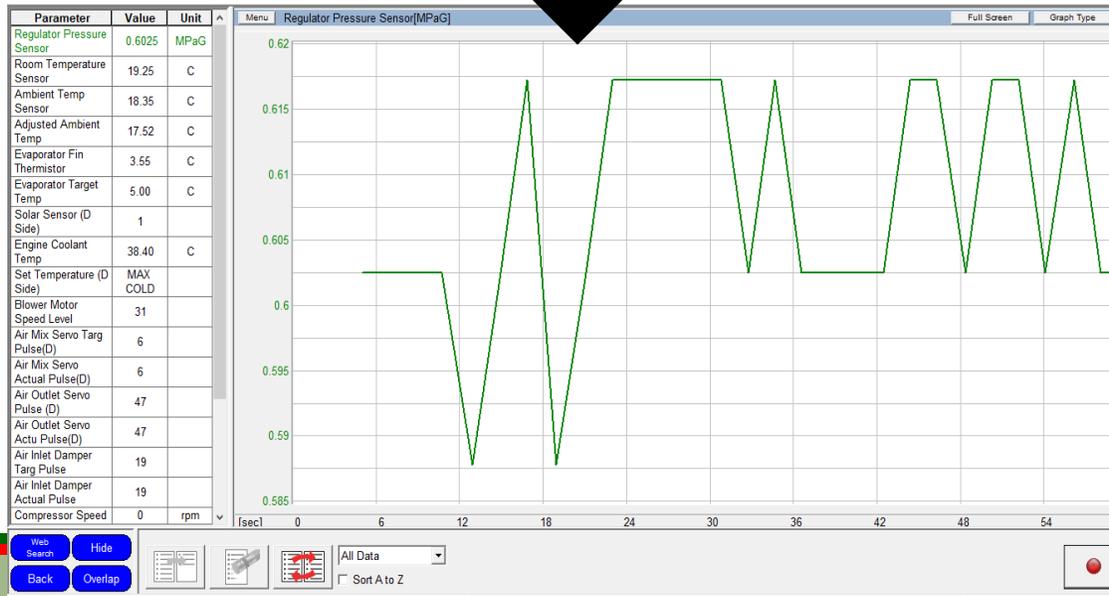


SENSOR DE PRESIÓN

Rangos de operación

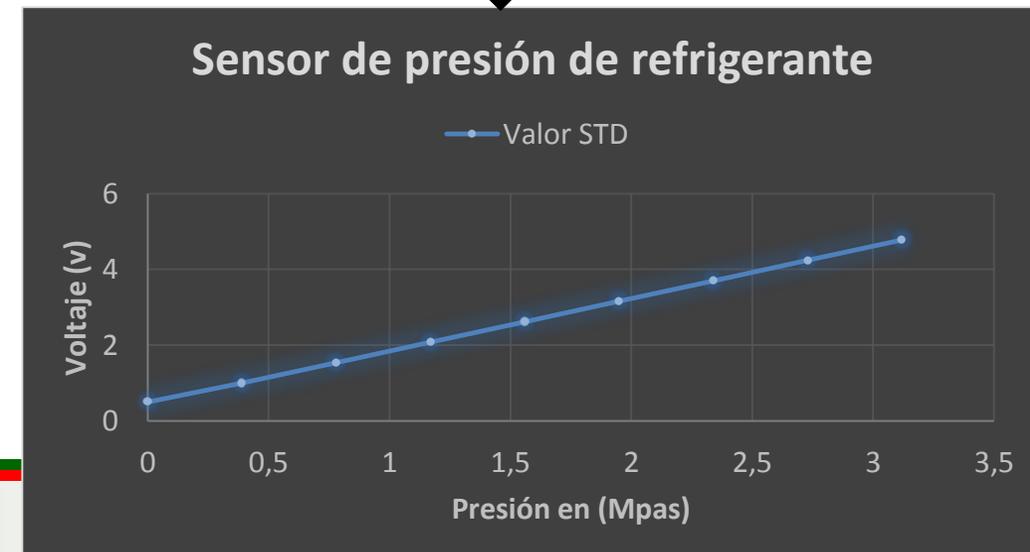
- Min: -66.22 lb/pulg²
- Max: 477.68 lb/pulg².

Gráfica en tiempo real



Presión (MPa)	Voltaje	Conexión del probador
0	0.5	1_2
0.39	1	1_2
0.78	1.54	1_2
1.17	2.08	1_2
1.56	2.62	1_2
1.95	3.16	1_2
2.34	3.7	1_2
2.73	4.24	1_2
3.12	4.78	1_2

Gráfica de la estructura

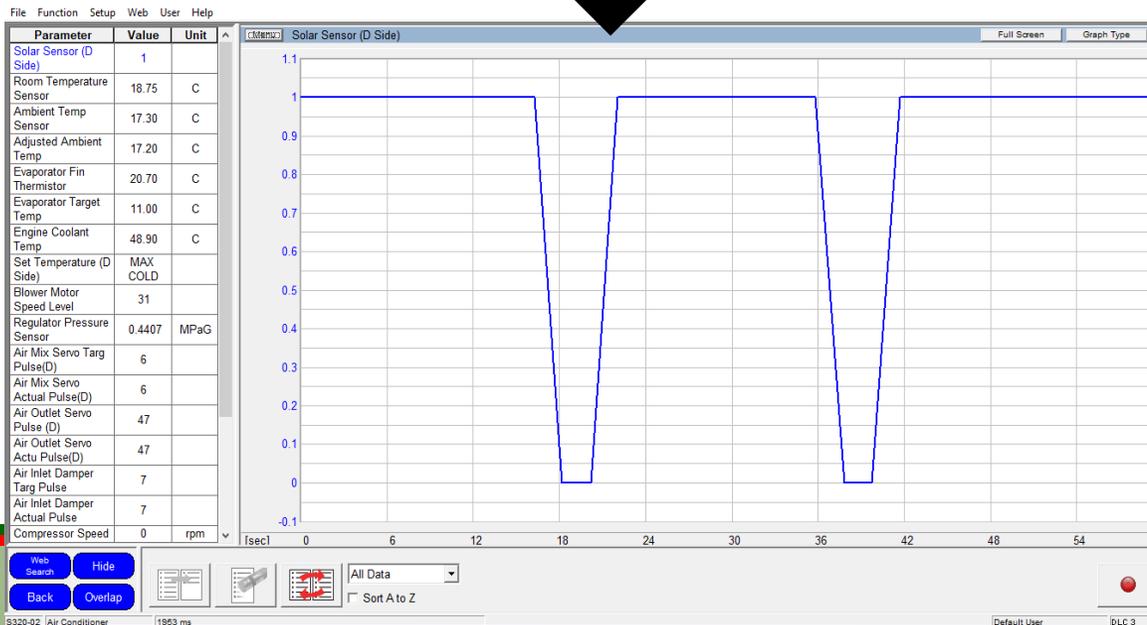


SENSOR SOLAR

Rango de operación:

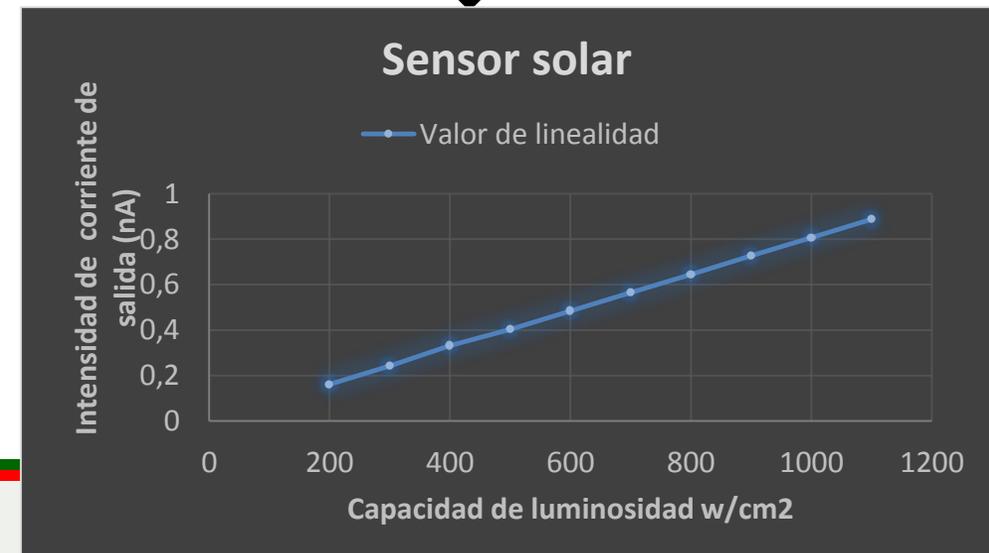
- Min: 0
- Máx.: 255

Gráfica en tiempo real



Luminosidad	Intensidad de corriente de salida
200	0.161
300	0.242
400	0.332
500	0.403
600	0.484
700	0.565
800	0.645
900	0.726
1000	0.806
1100	0.887

Gráfica de la estructura

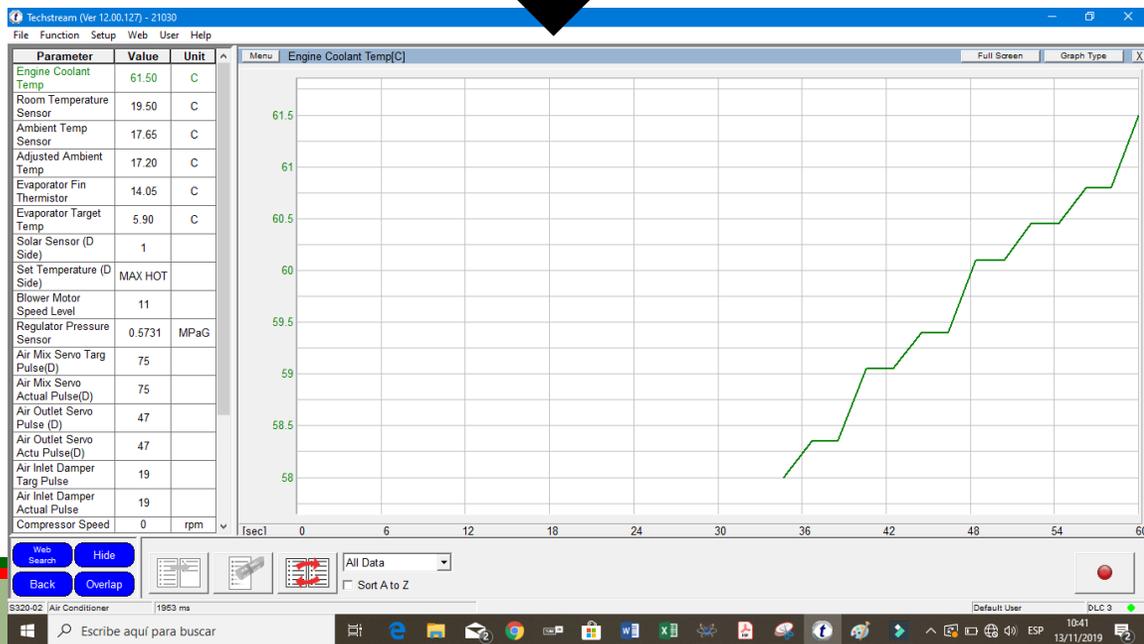


SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE

Rangos de operación:

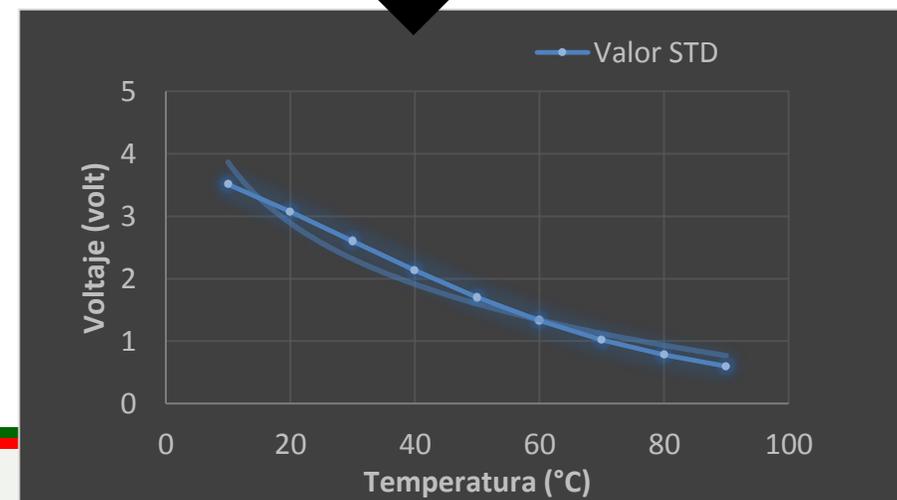
- Min: 0 °C
- Max: 90.55 °C

Gráfica en tiempo real



Sensor de temperatura del motor	
Temperatura °C	Voltaje
90	0.6
80	0.78
70	1.02
60	1.33
50	1.7
40	2.13
30	2.6
20	3.07
10	3.51

Gráfica de la estructura

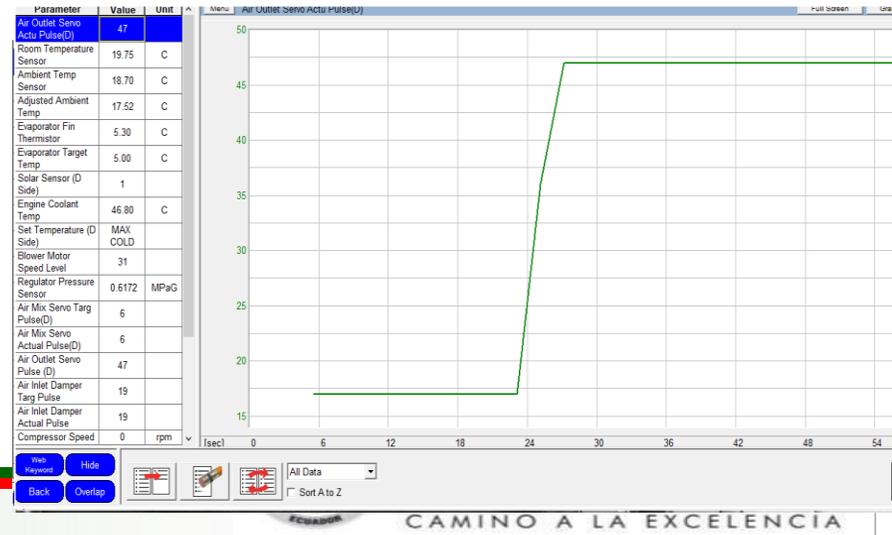
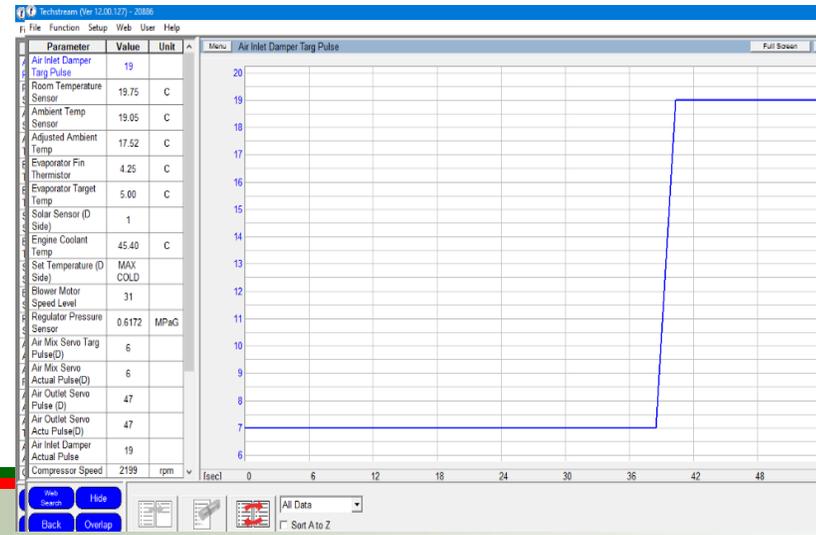
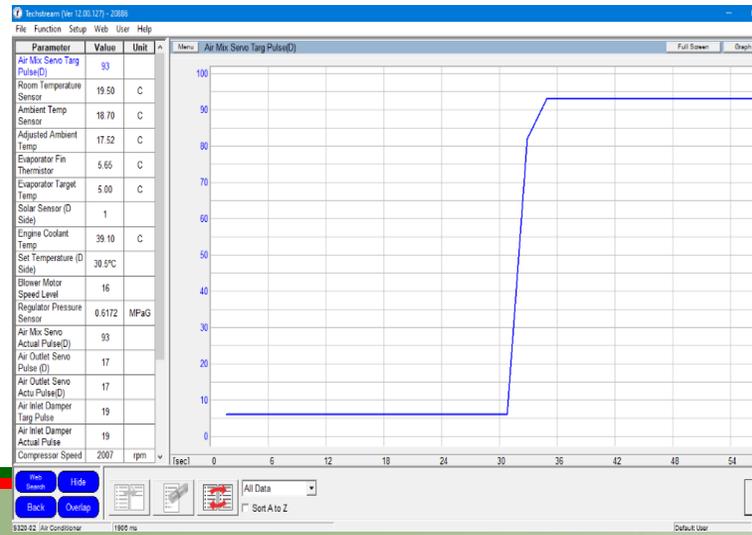


SERVOMOTORES

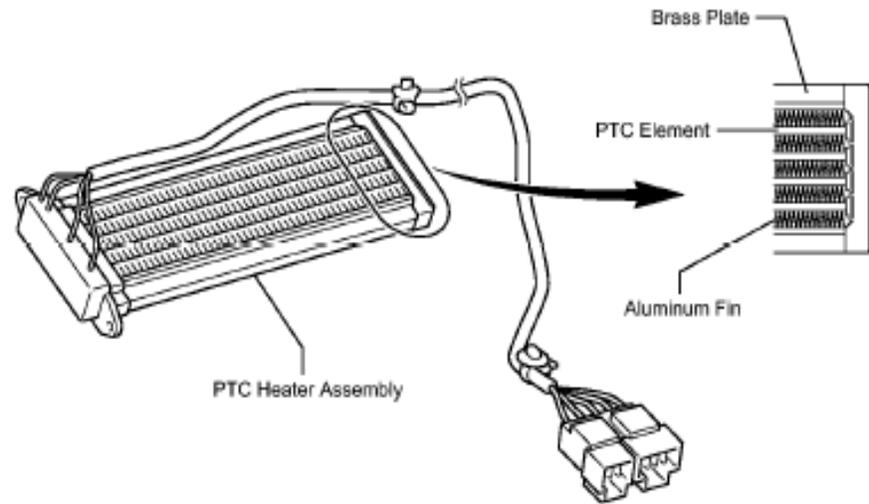
Servomotor de mezcla de aire

Servomotor de entrada de aire

Servomotor de salida de aire



CALENTADOR PTC



Características de operación

Descripción del terminal	Condición	Condición específica
Señal de operación del calentador PTC	Motor en marcha a 1250 rpm o más.	11 a 14 Volt
	Ajuste de Temperatura: Máxima caliente	
	Temperatura ambiente: 10 °C (50 ° F) o inferior Temperatura del refrigerante del motor: 65 ° C (149 °F) a 70 ° C (158 °F).	
	Interruptor de control de luz apagado.	
	Interruptor de ventilador encendido.	



DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

1

Confort

2

Calidad de flujo de aire

3

Termografía

4

Gestión electrónica

5

Mantenimiento



MANTENIMIENTO



Prueba de vacío

La prueba de vacío dura aproximadamente 30 minutos y ayuda a succionar todo el refrigerante que se encuentre en el sistema del A/C



MANTENIMIENTO



Prueba de vacío

La prueba de vacío dura aproximadamente 30 minutos y ayuda a succionar todo el refrigerante que se encuentre en el sistema del A/C



MANTENIMIENTO

Prueba de presiones

- Con el motor apagado se debe tener presiones iguales en alta y baja, se tiene valores de 14.5 PSI a temperatura de 20°C a 25°C.
- Con el motor encendido o en estado normal, la presión de baja oscila entre 20 a 40 PSI, y la de alta entre 150 a 310 PSI a temperatura de 20° a 25°.



MANTENIMIENTO

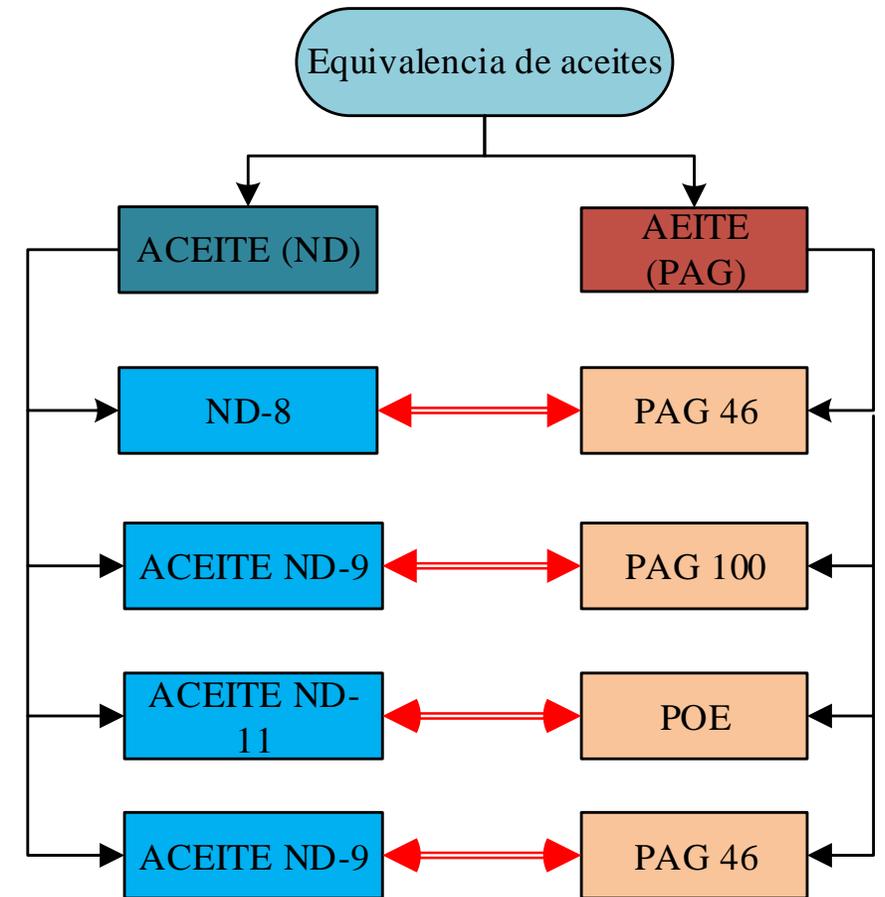
Prueba de fugas

- **Detección a través del tinte fluorescente.**
- **Detección electrónica de fugas.**
- **Detección por gas Fomier**



Compatibilidad de refrigerantes y aceites

Tipo de Aceite	Refrigerante (compatible)	Refrigerante (No compatible)	Vehículos	
PAG	PAG 46	R134-a	R1234yf	Vehículos de combustión
	PAG 100	R134-a	R1234yf	Vehículos de combustión
	PAG 150	R134-a	R1234yf	Vehículos de combustión
	PAG 46-R	R134-a		Híbridos eléctricos
	PAG 46-H	R1234yf		Híbridos eléctricos
	PAG-yf	R1234yf R134-a		Híbridos eléctricos
POE	POE	R134-a	R1234yf	Vehículos híbridos
ND	ND 8	R134-a	R1234yf	Vehículos híbridos eléctricos
	ND 9	R134-a	R1234yf	Vehículos Híbridos eléctricos
	ND 11	R1234yf R134-a		Vehículos Híbridos eléctricos
	ND12	R1234yf R134-a		Vehículos Híbridos eléctricos



CONTENIDO

- 1 Antecedentes
- 2 Planteamiento del problema
- 3 Objetivos
- 4 Metas
- 5 Introducción
- 6 Desarrollo de la investigación
- 7 Conclusiones y Recomendaciones



CONCLUSIONES

- Al establecer la ruta Latacunga-Quevedo se determinó durante la prueba de conducción prolongada la incidencia positiva y negativa del aire acondicionado en distintas condiciones de uso del amplificador de A/C, sobre los ocupantes en los tramos establecidos y los niveles de ingreso de aire al interior del habitáculo.
- Se comparó dos métodos para conocer el confort de un habitáculo, el índice de valoración de medio y el índice de estrés térmico, dando como resultado que en la Costa los ocupantes sienten su entorno caluroso con un riesgo de sobrecalentamiento extremo al no encender el aire acondicionado.
- En la Sierra al encender el aire acondicionado en un nivel mínimo da resultados similares de IVM y WBGT, teniendo un medio confortable con escaso y moderado riesgo de sobrecalentamiento
- El consumo energético de los ocupantes influye en el índice IVM, obteniendo que a más energía consumida el ocupante siente mayor insatisfacción por lo que el medio se vuelve un entorno menos confortable.



- En las pruebas de presión, velocidad y volumen de aire se utilizó el equipo Airflow meter 922, determinando que el flujo de aire que sale a través de las trampillas centrales y laterales son diferentes, al realizar las pruebas de presión y velocidad de aire a diferentes niveles del soplador las trampillas centrales tienen un valor mayor de medición con respecto a las laterales, sucede lo contrario cuando realizamos la prueba de volumen de aire, donde las trampillas laterales tienen mayor cantidad de caudal con una variación de $10 \frac{m^3}{h}$ con respecto a las centrales debido a la forma de las trampillas.
- Mediante la utilización de la interface Techstream se identificó los parámetros de funcionamiento de sensores y actuadores en condiciones dinámicas y estáticas



RECOMENDACIONES

- Utilizar equipos de medición ambiental como el termómetro de globo para aplicar el método de Fanger para valorar el ambiente (habitáculo) de forma más exacta y fácil.
- Emplear el método de valoración de medio y el del índice de estrés térmico para valorar el estado de confort del individuo en un ambiente cerrado, tomando como referencia datos ambientales, factores como el índice de indumento, signos vitales y consumo de energía del ocupante.
- Utilizar la cámara termográfica y el termómetro digital infrarrojo de acuerdo a la emisividad del cuerpo humano y comprobar la temperatura corporal de los ocupantes con la utilización de los dos equipos.
- Realizar las pruebas de velocidad, presión, y volumen de aire con la utilización del equipo Airflow Metter 922, en vehículos que tengan las trampillas de aire para los asientos traseros de segundo y tercer nivel, comparando la cantidad de aire con las trampillas delanteras.

