



Boletín Técnico No. 24
Departamento de Ingeniería Agrícola
Enero 1978

Brian G. Sims
Verne Vera P.

**PERDIDA DE POTENCIA DE UN TRACTOR AL TRABAJAR A DIFERENTES
ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ECUADOR**

**PERDIDA DE POTENCIA DE UN TRACTOR AL TRABAJAR A DIFERENTES
ALTITUDES SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

Brian G. Sims
Verne Vera P.

Técnicos del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Estación Experimental "Santa Catalina" del INIAP

Boletín Técnico No. 24
Departamento de Ingeniería Agrícola
Enero 1978

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ECUADOR

RESUMEN

En esta investigación se midió:

- a) La pérdida de potencia máxima de un tractor Massey Ferguson 135 con el aumento de altitud sobre el nivel del mar; y,
- b) El incremento en el consumo específico de combustible con el aumento de la altitud.

La pérdida de potencia (desde 30,1 kilovatios al nivel del mar hasta 19,7 kW a 3 700 m.s.n.m.) fue de 2,85 % cada 305 m (1 000 pies) al aumentar la altitud. Cuando se transformaron los resultados a una temperatura estándar de 20°C, la pérdida de potencia fue desde 30,5 kW a 19,3 kW, lo que corresponde a una pérdida de 3,0 % cada 305 m al aumentar la altitud.

La relación potencia/altitud no fue lineal sino que presentó una ligera tendencia cuadrática.

El consumo específico de combustible aumentó desde 243,1 g/kWh (gramos/kilovatio hora) al nivel del mar hasta 367,7 g/kWh a 3 700 m.s.n.m.

La relación consumo específico de combustible/altitud, también presentó una tendencia cuadrática.

SUMMARY

The investigation measured two factors:

- a) The loss of maximum p.t.o. power with in a Massey Ferguson 135 tractor.
- b) The increase in specific fuel consumption with altitude.

The power loss (from 30.1 kW at sea level to 17.7 kW at 3 700 m was 2.85 % per 305 m).

Correcting the maximum powers to 20°C gave a reduction of 30.5 kW to 19.3 kW which represents a loss of 3.0 % per 305 m (1 000 ft).

The relationship between power loss and altitude was curved.

The specific fuel consumption, which also had a curved relationship with altitude, increased from 241.3 g/kWh at sea level to 367,7 g/kWh at 3 700 m.

1 INTRODUCCION

1.1. Efecto de la altitud sobre el nivel del mar, en la potencia desarrollada.

Las zonas agrícolas del Ecuador varían con respecto a la altitud, desde el nivel del mar, hasta casi 4 000 m.s.n.m.

La potencia, que un motor puede desarrollar, está relacionada con la altitud sobre el nivel del mar al cual trabaja, principalmente por la reducción en la presión barométrica, lo que no permite que se queme la misma cantidad de combustible.

O.E.C.D. (1970), considera un factor de corrección $\left(\frac{1013}{P}\right)$ para presión atmosférica en pruebas para motores. Para aumentar la potencia medida a una presión atmosférica, P, a la que se puede conseguir a una presión estándar de 1013 milibares, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia a 1013 milibares} = \text{Potencia a presión barométrica P (milibares)} \times \left[\frac{1013}{P} \right]$$

Esta ecuación indicaría una relación lineal entre potencia y presión barométrica (ó altitud sobre el nivel del mar).

MANBY, JESSON y SCOTT (1960), hicieron algunas pruebas en el Africa Oriental y encontraron una reducción de potencia en relación con la altitud. Observaron que las pérdidas son aproximadamente del 4 % para cada aumento de 305 m.s.n.m.

Otra prueba hecha en Africa Oriental (N.I.A.E.) 1961, midió la potencia desarrollada por un tractor Massey Ferguson FE35 desde el nivel del mar hasta 2 865 m.s.n.m. Los autores del presente informe graficaron los datos y no encontraron una relación uniforme entre potencia y altitud.

1.2. Efecto de la temperatura del aire sobre la potencia desarrollada por un motor.

Cuando se aumenta la temperatura del aire se reduce la densidad, y por lo tanto un volumen de aire a una temperatura de T + X puede oxidar una cantidad de combustible menor que el mismo volumen de aire a temperatura T.

JUDGE (1955), indicó que se puede estimar pérdidas de potencia del 1 % cada aumento de 10°F a partir de 60°F (15,6°C).

O.E.C.D. (1970), recomienda el siguiente factor de conversión:

$$\text{Potencia a } 20^{\circ}\text{C} = \text{potencia a } T^{\circ}\text{C} \sqrt{\frac{273 + T}{293}}$$

El mismo autor combina los factores de conversión para altura y temperatura en la siguiente forma:

$$\text{Potencia a 1013 milibares y } 20^{\circ}\text{C} = \frac{\text{Potencia medida a presión atmosférica } P}{\text{presión atmosférica } P} \times \frac{1013}{P} \sqrt{\frac{273 + T}{293}}$$

donde: P = presión atmosférica (milibares)
T = temperatura del aire ($^{\circ}\text{C}$)

En las pruebas de O.E.C.D. se consideran 20°C y 1013 milibares como condiciones estándares.

1.3. Objetivos del estudio.

Los objetivos del estudio fueron:

- a) Medir la potencia máxima desarrollada por un tractor desde el nivel del mar hasta 3 700 m.s.n.m., para averiguar la relación entre potencia y presión atmosférica.
- b) Calcular el consumo de combustible durante la medición de la potencia, para determinar el cambio de eficiencia ante la presión barométrica, modificada por la altitud.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1. Equipos empleados.

Se utilizó un tractor Massey Ferguson 135 con un motor de diesel. El eje toma de fuerza del tractor fue conectado a un transductor de torque (Saunders-Roe, tipo 2, marca 4), equipado con un tacómetro óptico (British Hovercraft Corporation, tipo NP1). Este instrumento a su vez fue conectado a un dinamómetro hidráulico (M y W Gear, modelo P-400B- que dio la carga al motor del tractor. Se obtuvieron los valores de torque, las revoluciones del eje toma de fuerza (R.P.M.) y la potencia desarrollada por el motor por medio de un indicador electrónico (British Hovercraft Corporation TM 30). Ver Fotografías 1 y 2 y Anexo 1 para una descripción detallada de los equipos.

Para medir el consumo de combustible se modificó el sistema de alimentación, incluyendo un tanque de combustible adicional, que se puede ver en la Figura 1.

Si se desea medir el combustible utilizado por el motor, es necesario no incluir el exceso de los inyectores que no utiliza el motor. En la Fotografía 1 y Figura 1 se observa la posición y construcción del tanque especial que se fabricó.

Normalmente las llaves A y B están abiertas y el motor es alimentado del tanque principal.

Para realizar la prueba se llena el tanque adicional hasta el nivel de la aguja, se cierra la llave B y se abre la llave A para que el combustible fluya solamente del tanque adicional y los retornos regresen al mismo.

Después de la prueba se apaga el motor y se llena el tanque adicional con una probeta para medir la cantidad de combustible que se ha empleado.

2.2. Sistema de medición.

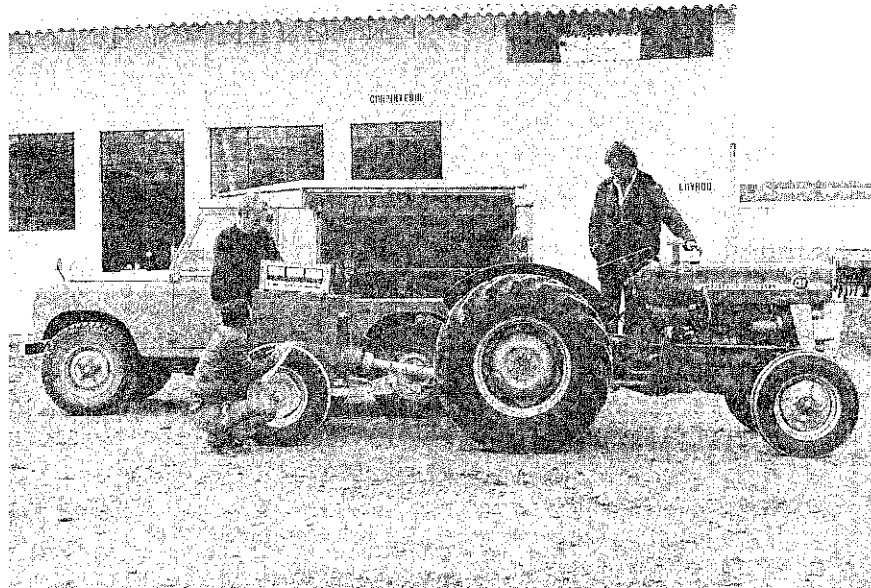
El tractor conectado al transductor de torque y al dinamómetro hidráulico fue llevado en un camión y en cada sitio se conectó el indicador, el cual utilizó como fuente de luz el generador del taller móvil. Fotografía 1.

En cada ubicación se puso a funcionar el motor del tractor hasta que registró una temperatura normal. Después con el acelerador completamente abierto se reguló el dinamómetro hidráulico hasta que se obtuvo la lectura máxima de potencia en el indicador. Cada prueba duró un (1) minuto, controlando a la vez la medida del combustible usado. Se repitió la prueba tres veces en cada sitio, promediando los resultados.

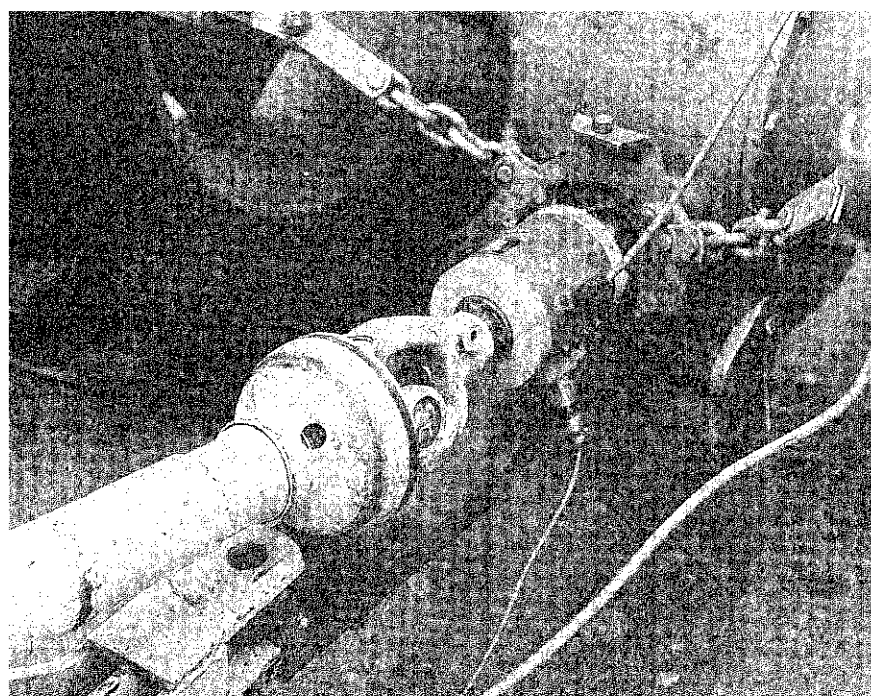
2.3. Datos tomados.

Se anotaron los datos de altitud, presión barométrica, potencia máxima del tractor, revoluciones del eje, toma de fuerza a la potencia máxima y consumo de combustible en un (1) minuto.

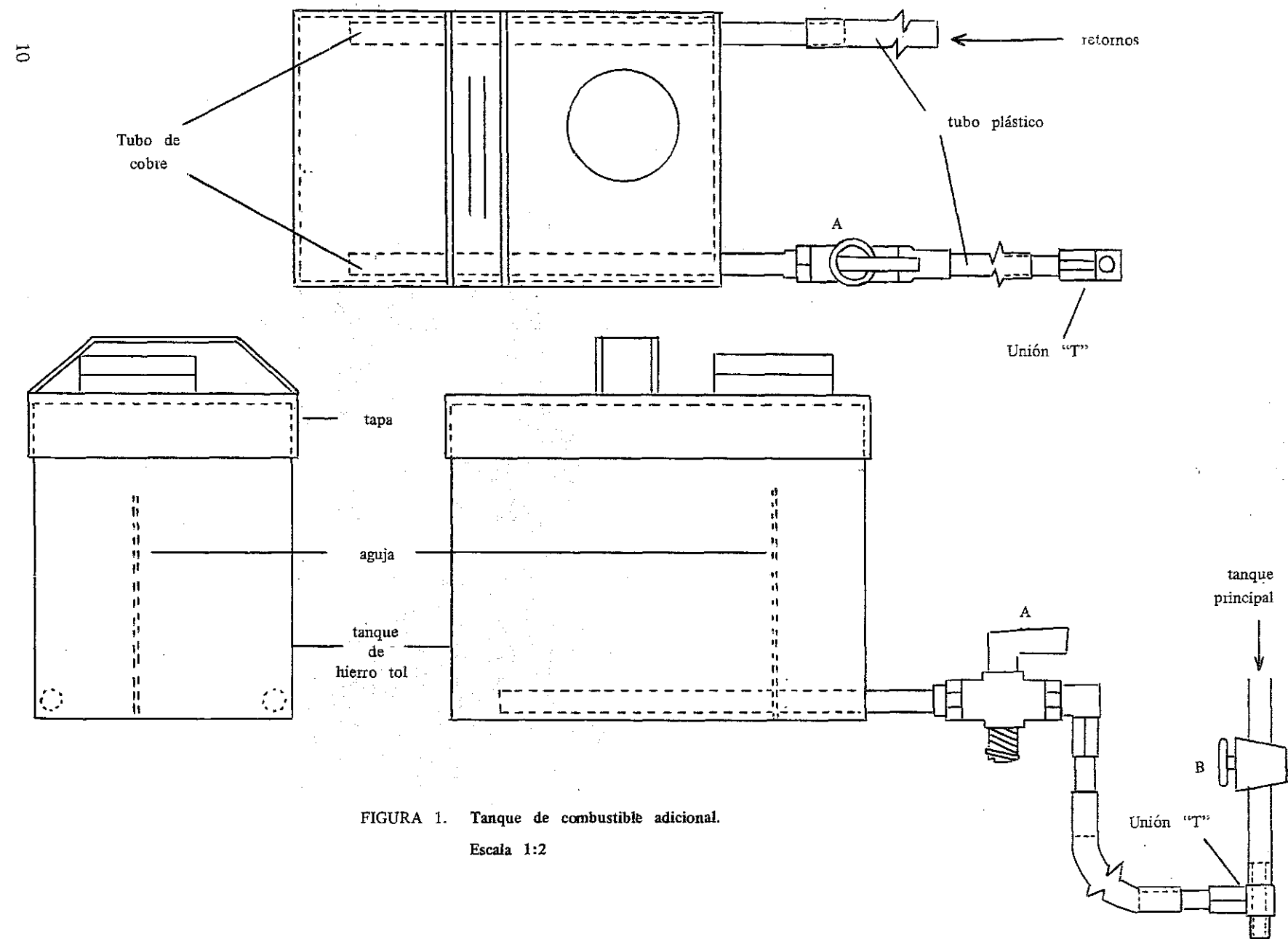
Se hicieron las pruebas cada 500 m de altura aproximadamente, tanto al bajar como al subir, desde Latacunga (Cotopaxi) a 2 800 m.s.n.m., hasta Crucita (Manabí) a 0 m.s.n.m. y viceversa, al regresar.



FOTOGRAFIA 1. Tractor MF 135 conectado a los dos dinamómetros.



FOTOGRAFIA 2. Transductor de torque y tacómetro óptico conectado al eje toma de fuerza del tractor.



3 RESULTADOS

3.1. Potencias máximas.

Los resultados se presentan en el Cuadro 1, y son graficados en la Figura 2.

En Crucita se cambiaron los filtros de combustible y se notó un mejor rendimiento al repetir las mediciones durante la subida.

Debido al efecto de la temperatura del aire, ya descrito en la sección 1.2., se transformaron las potencias a una temperatura estándar de 20°C. Estos datos constan en el Cuadro 2 y están presentados gráficamente en la Figura 3.

3.2. Consumo de combustible.

En el Cuadro 3 se puede observar un promedio de las cantidades de combustible usadas en un (1) minuto, cuando el motor estuvo desarrollando su potencia máxima. Los datos completos constan en el Anexo 2.

Los consumos específicos (medidos en gramos por kilovatio-hora) también se presentan en el Cuadro 3 y son graficados en la Figura 4. Se debe notar que “consumo” significa gramos por hora de combustible usado al trabajar a la potencia máxima. “Consumo específico” significa el consumo de combustible (gramos por hora) necesario para alcanzar cada kilovatio, el trabajo a la potencia máxima. Las unidades son gramos por kilovatio-hora.

4 DISCUSION

4.1. Potencias máximas

Se probó que la potencia máxima del tractor bajó cuando aumentó la altitud sobre el nivel del mar. Como se observa en la Figura 2, la relación no es lineal sino de una curva regular.

Hubo una diferencia de 10,4 kW (30,1 — 19,7) con un cambio de altitud de 3 700 m.s.n.m. (3 700 — 0). Esta reducción representa 34,6 de la potencia máxima lograda al nivel del mar y si la relación fuera lineal, representaría una reducción en potencia de 2,85 % cada 305 m de aumento en altura.

Estos resultados no corresponden completamente a las generalizaciones de los autores citados en la sección 1.1.

4.2. Potencias corregidas por temperatura

Las potencias máximas transformadas a una temperatura estándar de 20 °C indican que la relación entre éstas y la altura sobre el nivel del mar tampoco es lineal, aunque el radio de curvatura se ha disminuido.

Hubo una diferencia de 11,2 kW (30,5 — 19,3) en los 3 700 m.s.n.m., lo cual corresponde a una pérdida de 36,7 % ó 3,0 % cada 305 m de aumento de altitud.

4.3. Consumo de combustible y consumo específico

4.3.1. Consumo de combustible

El consumo de combustible fue prácticamente constante (8,7 litros por hora) debido a que no se ajustó la bomba de inyección para compensar la falta de aire a altitud. En el trabajo de N. I. A. E (1961) se hizo este ajuste, pero como no se lo hace en el Ecuador se pensó que resultaba más relevante no incluirlo en la presente investigación.

Del hecho de no ajustar la bomba, resulta la producción de humo negro cuando el tractor trabaja a altitud.

4.3.2. Consumo específico de combustible

El consumo específico da una medida de la eficiencia del motor en cambiar la energía del combustible a potencia útil.

Como se observa en el Cuadro 3 y Figura 4, el consumo específico aumentó desde 243,1 g/kWh al nivel del mar hasta 367,7 g/kWh a 3 700 m.s.n.m. Esto indica que mucha de la energía del combustible se pierde al aumentar la altitud, debido a que no hay suficiente aire para quemarlo.

CUADRO 1. Potencias máximas logradas en una serie de condiciones de presión barométrica, temperatura ambiental y altura sobre el nivel del mar

U b i c a c i ó n	Presión barométrica mm. Hg.	Altura m.s.n.m.	Temperatura ambiental °C	R.P.M. del motor**	Promedio de potencia kW*		Prom.
					subida	bajada	
1. Crucita							
subida	760	0	26	2 121	30,7		30,1
bajada	760		27	2 121		29,5	
2. Portoviejo							
subida	758	20	36	2 106	30,6		30,0
bajada	759		37	2 106		29,4	
3. Pichilingue							
subida	751	80	28	2 081	30,5		29,9
bajada	753		30	2 099		29,3	
4. Guayacán de la Esperanza							
subida	724	400	23	2 090	29,6		29,4
bajada	724		24	2 112		29,1	
5. Entre Guayacán y El Tingo							
subida	676	940	23	2 065	28,9		28,3
bajada	682		23	2 106		27,7	
6. El Tingo de la Esperanza							
subida	641	1 400	23	2 085	27,8		27,2
bajada	643		24	2 099		26,5	
7. Siete Ríos							
subida	605	1 860	16	2 080	26,6		25,7
bajada	608		22	1 121		24,7	
8. Pilaló							
subida	566	2 420	14	2 069	25,0		24,3
bajada	570		20	2 126		23,6	
9. Entre Latacunga y Moján Milín							
subida	528	3 025	16	2 090	22,8		22,3
bajada	528		17	2 096		21,8	
10. Entre Latacunga y Moján Milín							
subida	503	3 430	8	2 081	21,2		20,9
bajada	506		13	2 096		20,6	
11. Cerca de Moján Milín							
subida	484	3 700	6	2 085	20,3		19,7
bajada	489		7	2 085		19,0	

* La medida de potencia es aceptada internacionalmente como Kilo-vatios. Para transformar a H.P. se debe multiplicar kilo-vatios por 1,341.

** R.P.M. del motor = R.P.M. del eje toma de fuerza por 3,12 (Manual de Taller de M.F. 35).

CUADRO 2. Potencias corregidas a 20 °C

Ubicación	Presión barométrica promedio mm. Hg.	Promedios de potencia (a 20 °C) (kW)		
		subida	bajada	promedio
1	760	31,0	29,9	30,5
2	759	31,4	30,2	30,8
3	752	30,9	29,8	30,4
4	724	29,8	29,8	29,8
5	679	29,0	27,8	28,4
6	642	27,9	26,7	27,3
7	607	26,4	24,8	25,6
8	568	24,6	23,6	24,1
9	528	22,6	21,6	22,2
10	505	20,9	20,4	20,7
11	487	19,8	18,8	19,3

CUADRO 3. Consumo de combustible y consumo específico*

Ubicación	Consumo de combustible (litros/hora)			Consumo específico (g./kWh)**		
	subida	bajada	promedio	subida	bajada	promedio
1	9,0	8,7	8,9	242,4	243,8	243,1
2	9,4	8,3	8,9	256,2	232,9	244,5
3	8,8	9,2	9,0	235,8	255,5	240,6
4	9,0	8,4	8,7	251,4	238,7	245,0
5	8,8	8,1	8,5	251,9	241,8	246,8
6	9,1	7,8	8,5	270,5	243,8	256,9
7	9,4	8,1	8,8	292,1	271,2	281,6
8	9,0	8,4	8,7	298,9	294,3	296,6
9	8,7	8,2	8,5	315,5	310,9	313,2
10	8,7	8,4	8,5	339,3	337,2	338,2
11	9,3	8,2	8,8	378,8	356,7	367,7

* Medidos al punto de la potencia máxima
** Densidad de combustible 0,287 g/cc.

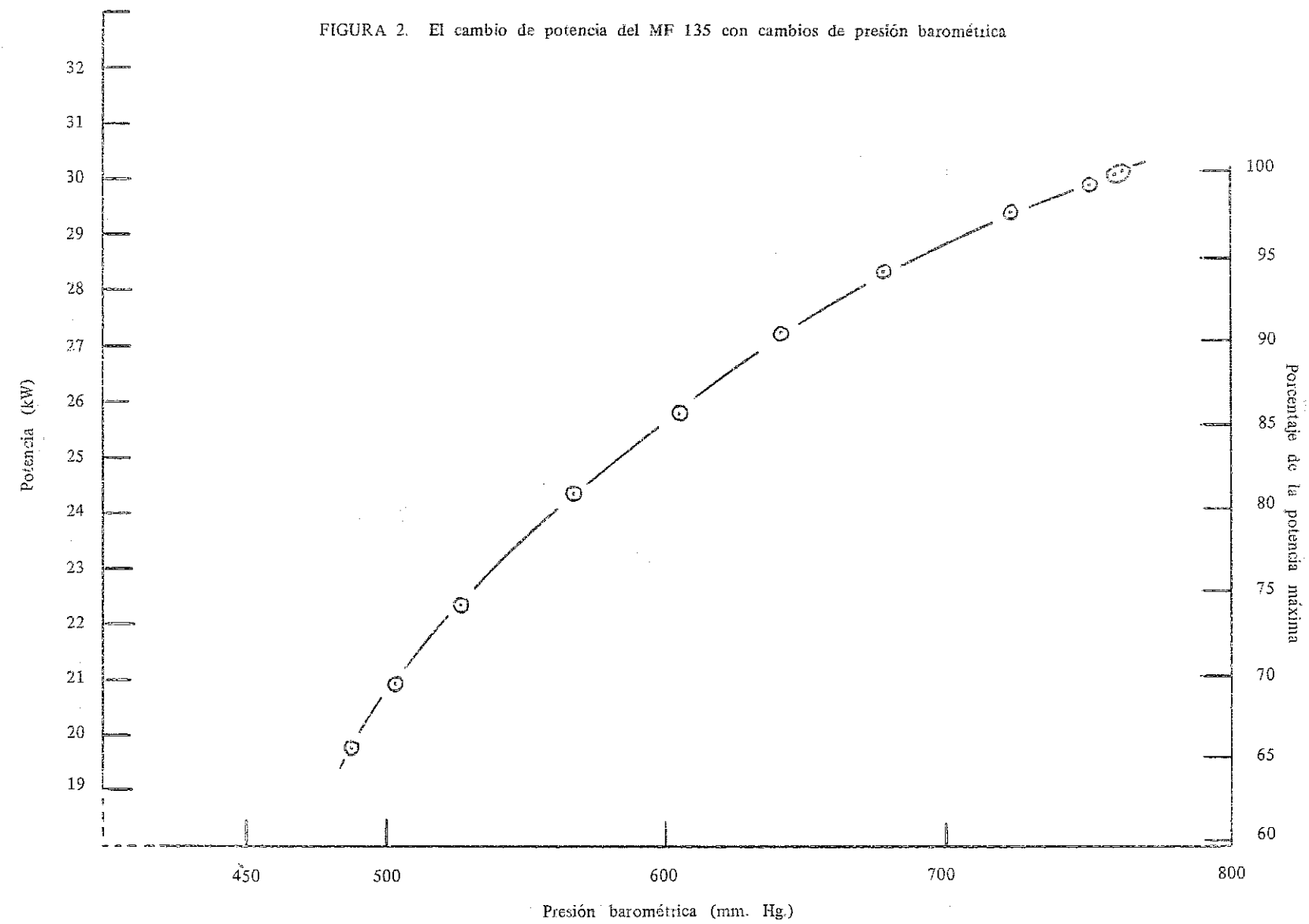
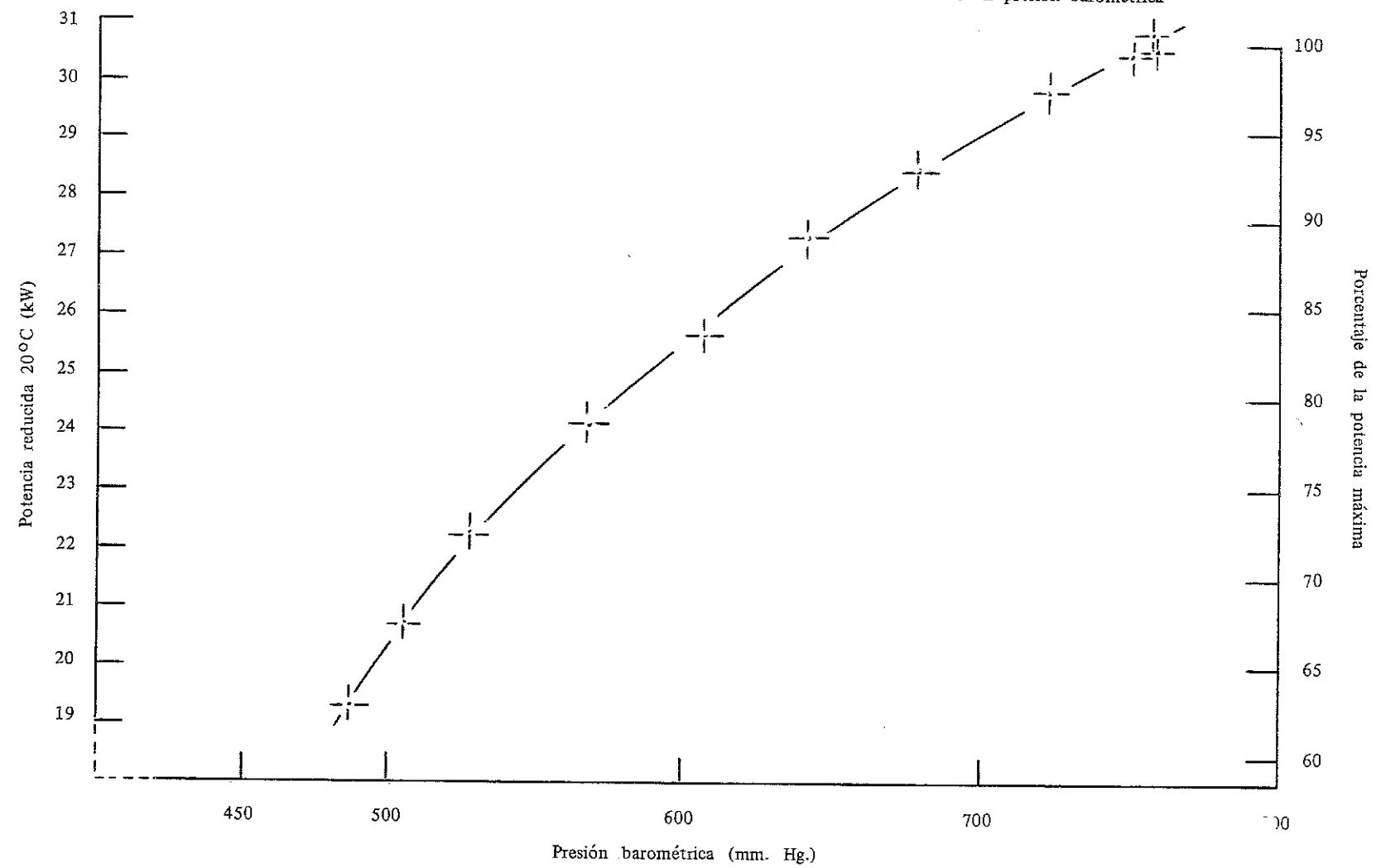
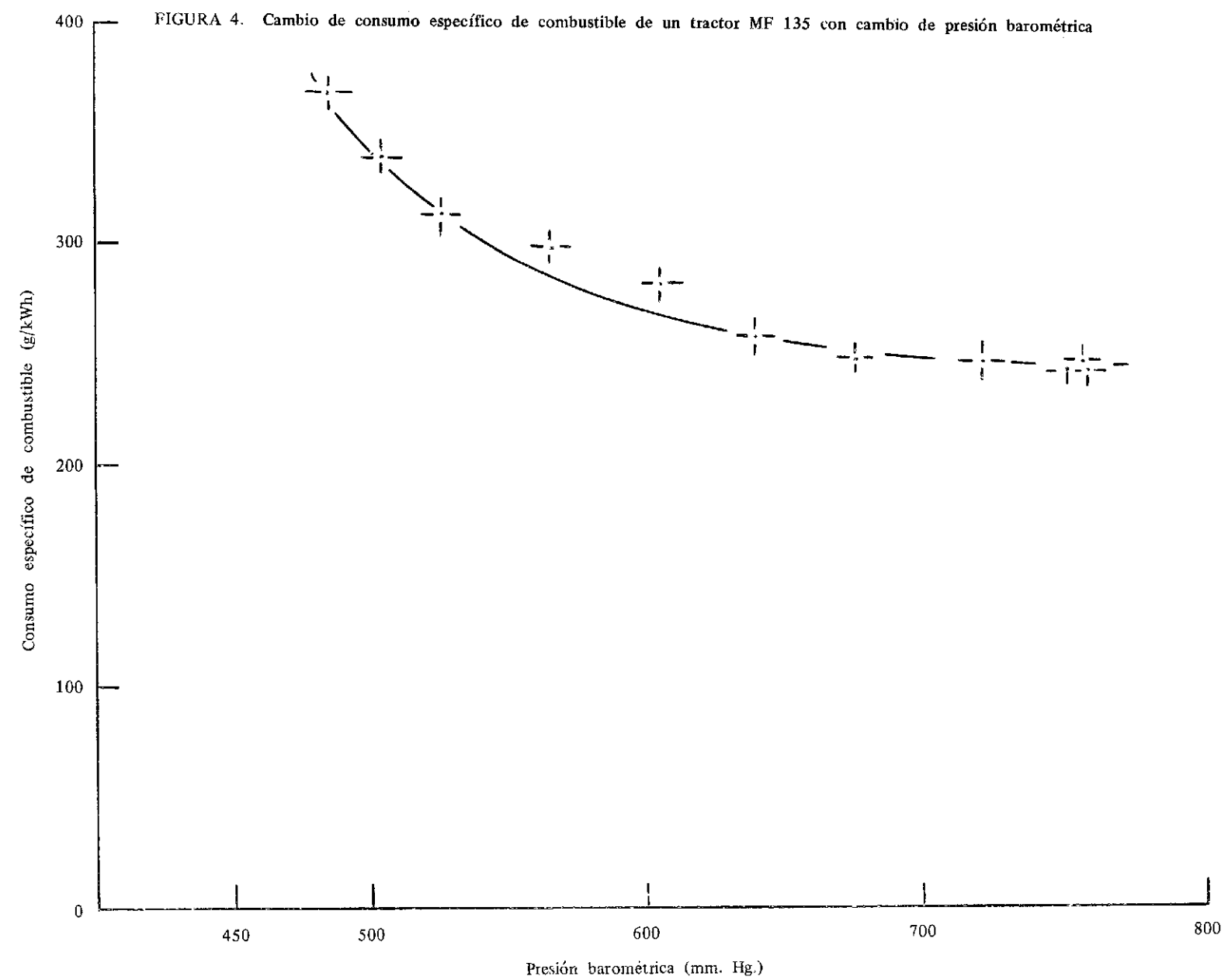


FIGURA 3. Cambio en potencia transformada a 20°C del tractor MF 135 con cambio en presión barométrica





5. CONCLUSIONES

Se ha demostrado que la potencia máxima que un tractor puede desarrollar es reducida con un aumento en altitud sobre el nivel del mar. Esta información permite que el usuario de maquinaria agrícola pueda seleccionar sus implementos de acuerdo a la potencia que tiene disponible.

Empleando el gráfico (Figura 3) se puede calcular por ejemplo, que un tractor que tiene un motor de 74,6 kW (100 H.P.) al nivel del mar, daría solamente 47,2 kW (63,3 H.P.) a 3 700 m.s.n.m.

El aumento en consumo específico de combustible indica que el tractor está perdiendo combustible como humo a altitud, e indica la necesidad de ajustar la bomba de inyección según la altitud donde trabajara el tractor. Esta labor debe hacerse por medio de las casas que venden los tractores.

6. REFERENCIAS

1. JUDGE, A. W. (1955). The testing of high speed internal combustion engines. Chappan y Hall.
2. MANBY, T. C. D., JESSON, M. W. y SCOTT, P. F. C. (1960). Tractor testing at high altitudes and the measurement of exhaust smoke density. J. Agric. Engg. Res. 5, (2), 218.
3. N. I. A. E. (1961). Report on test of Massey Ferguson model FE-35 diesel tractor. Informe de prueba No. 293/EA, N. I. A. E. Bedford, Inglaterra.
4. O. E. C. D. (1970). Standard code for the official testing of small engines used in agriculture and commercial horticulture. O. E. C. D. París.

ANEXO 1. Descripción de los equipos empleados

a) Tractor Massey Ferguson 135.

Motor

Marca:	Perkins AD 152
Tipo:	4 tiempos diesel
Refrigeración:	Agua
Número de cilindros:	3, vertical en línea
Diámetro de cilindros:	3,6 pulgadas
Carrera de pistón:	5 pulgadas
Capacidad:	152,7 pulgadas ³
Índice de compresión:	18,5 : 1
Inyección:	Directa
Filtro de aire:	dos elementos secos
Reducción del motor: e.t.f.	3,12 : 1

b) Transductor de torque Saunders — Roe, tipo 2, marca 4.

El torque es transmitido por un eje de acero de alta resistencia (el rotor), al cual están cimentadas una red de medidores de deformación ("Strain gauges"). Están cubiertos por cuatro anillos colectores de plata. El estator lleva cuatro escobillas de grafito de plata que a su vez, están conectadas por cables al indicador.

Una pequeña deflexión del eje (causada por el torque) cambia la resistencia eléctrica de los medidores de deformación y produce un voltaje proporcional al torque.

c) Tacómetro óptico British Hovercraft Corporation, tipo NP 1.

La unidad puede ser conectada directamente al transductor de torque. Consiste de una fuente de luz y un receptor fotoeléctrico.

El rotor del transductor de torque lleva una marca de pintura blanca que, cuando pasa el tacómetro, refleja la luz al receptor. Esto causa una corriente al pasar al indicador. El número de impulsos eléctricos depende de las revoluciones del rotor.

d) Indicador electrónico British Hovercraft Corporation TM 30.

El transductor de torque y el tacómetro óptico están enchufados a éste aparato que tiene tres lecturas.

Las lecturas muestran:

torque (kgm)
revoluciones por minuto (rpm)
Potencia (kW)

El aparato hace el cálculo de potencia en la siguiente manera:

potencia (vatios) = torque x 2 revoluciones/segundo

donde se mide torque en NM (kgm x 9,81)

$$\text{potencia (kW)} = \frac{2 \pi (\text{kgm} \times 9,81) \times (\text{R.P.M.})}{10^3 \times 60}$$

e) Altimetros.

Para registrar la altura en metros sobre el nivel del mar y la presión atmosférica se emplearon dos altímetros:

- i) Thomen modelo Everest
0-4 000 m 550 - 780 mm Hg.
- ii) Surveying aneroid barómetro, "Compensated"
- 300 - + 5 000 m
420 - 780 mm Hg.

f) Termómetro.

Se midió la temperatura en °C con un termómetro de Hg en vidrio.

g) Dinamómetro hidráulico M y W Gear, modelo P-400B.

Este dinamómetro es una herramienta portátil para mecánicos. Tiene una bomba hidráulica mandada por el etf (eje toma de fuerza) del tractor.

La presión del aceite está regulada por una válvula (accionada manualmente) y ésta regula la potencia que el tractor puede desarrollar. Cuando la válvula se cierra se aumenta la presión, la cual está registrada como potencia.

Esta herramienta se la empleó en el presente ensayo para cargar el tractor y se midió la potencia producida electrónicamente.

ANEXO 2. Datos primarios

Ubicación	Presión barométrica mm. Hg.	Altura m.s.n.m.	Temperatura ambiental °C	R.P.M. e.t.f.	Potencia máxima kW	Consumo de combustible cc/minuto
1. Crucita subida	760	0	26	680	30,8	140
	760	0	26	680	30,6	150
	760	0	26	680	30,7	160
PROMEDIO	760	0	26	680	30,7	150
1. Crucita bajada	760	0	27	680	29,2	150
	760	0	27	680	29,7	140
	760	0	27	680	29,6	145
PROMEDIO	760	0	27	680	29,5	145
2. Portoviejo subida	758	20	36	670	30,8	160
	758	20	36	680	30,6	160
	758	20	36	675	30,4	155
PROMEDIO	758	20	36	675	30,6	158
2. Portoviejo bajada	759	20	37	675	29,5	135
	759	20	37	675	29,3	140
	759	20	37	675	29,4	140
PROMEDIO	759	20	37	675	29,4	138
3. Pichilingue subida	751	80	28	660	30,4	150
	751	80	28	670	30,6	140
	751	80	28	670	30,5	145
PROMEDIO	751	80	28	667	30,5	145
3. Pichilingue bajada	753	80	30	670	29,3	140
	753	80	30	670	29,3	150
	753	80	30	670	29,3	145
PROMEDIO	753	80	30	670	29,3	145
4. Guayacán de la Esperanza subida	724	400	23	665	29,4	150
	724	400	23	675	29,8	150
	724	400	23	670	29,6	150
PROMEDIO	724	400	23	670	29,6	150

Continuación (2)

ANEXO 2. Datos primarios

Ubicación	Presión barométrica mm. Hg.	Altura m.s.n.m.	Temperatura ambiental °C	R.P.M. e.t.f.	Potencia máxima kW	Consumo de combustible cc/minuto
4. Guayacán de la Esperanza bajada	724	400	24	680	29,6	150
	724	400	24	680	28,6	135
	724	400	24	670	29,2	135
PROMEDIO	724	400	24	677	29,1	140
5. Entre Guayacán y el Tingo subida	676	940	23	660	28,8	150
	676	940	23	660	28,8	140
	676	940	23	665	29,0	140
PROMEDIO	676	940	23	662	28,9	143
5. Entre Guayacán y el Tingo bajada	682	940	23	675	28,0	135
	682	940	23	680	27,6	135
	682	940	23	670	27,5	135
PROMEDIO	682	940	23	675	27,7	135
6. El Tingo de la Esperanza subida	641	1 400	23	665	27,8	155
	641	1 400	23	670	27,7	155
	641	1 400	23	670	28,0	145
PROMEDIO	641	1 400	23	668	27,8	152
6. El Tingo de la Esperanza bajada	643	1 400	24	680	26,8	140
	643	1 400	24	670	26,4	130
	643	1 400	24	670	26,4	130
PROMEDIO	643	1 400	24	673	26,5	133
7. Siete Ríos subida	605	1 860	16	665	26,4	160
	605	1 860	16	665	26,6	150
	605	1 860	16	670	26,8	160
PROMEDIO	605	1 860	16	667	26,6	157
7. Siete Ríos bajada	608	1 860	22	680	24,4	130
	608	1 860	22	680	24,8	135
	608	1 860	22	680	24,8	140
PROMEDIO	608	1 860	22	680	24,7	135
8. Pitaló subida	566	2 420	14	660	24,8	150
	566	2 420	14	665	25,0	150
	566	2 420	14	665	25,0	150
PROMEDIO	566	2 420	14	663	25,0	150
8. Pitaló bajada	570	2 420	20	680	23,6	145
	570	2 420	20	685	23,7	135
	570	2 420	20	680	23,6	140
PROMEDIO	570	2 420	20	682	23,6	140

Continuación (3)

ANEXO 2. Datos primarios

Ubicación	Presión barométrica mm. Hg.	Altura m.s.n.m.	Temperatura ambiental °C	R.P.M. e.t.f.	Potencia máxima kW	Consumo de combustible cc/minuto
9. Entre Latacunga y Mojañ Milín subida	528	3 025	16	675	22,8	145
	528	3 025	16	680	22,9	145
	528	3 025	16	670	22,7	145
PROMEDIO	528	3 025	16	675	22,8	145
9. Entre Latacunga y Mojañ Milín bajada	528	3 025	17	660	21,6	150
	528	3 025	17	680	21,8	130
	528	3 025	17	675	22,0	130
PROMEDIO	528	3 025	17	672	21,8	137
10. Entre Latacunga y Mojañ Milín subida	503	3 430	8	660	21,4	145
	503	3 430	8	670	21,0	150
	503	3 430	8	670	21,2	140
PROMEDIO	503	3 430	8	667	21,2	145
10. Entre Latacunga y Mojañ Milín bajada	506	3 430	13	680	20,4	150
	506	3 430	13	670	20,8	140
	506	3 430	13	665	20,6	130
PROMEDIO	506	3 430	13	672	20,6	140
11. Mojañ Milín subida	484	3 700	6	665	20,2	155
	484	3 700	6	670	20,4	160
	484	3 700	6	670	20,4	150
PROMEDIO	484	3 700	6	668	20,3	155
11. Cerca de Mojañ Milín bajada	489	3 700	7	665	19,0	140
	489	3 700	7	670	19,0	130
	489	3 700	7	670	19,0	140
PROMEDIO	489	3 700	7	668	19,0	137

PRODUCCION:
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP -- D-32 - D-33
Casilla 2600 -- Quito - Ecuador
Enero, 1978 -- SPI-010
Editor: Ramiro Carrillo C.
Impresión: INIAP
CdeL.