

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**DEMANDA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA
PREPARACIÓN DE TERRENO PARA ALFALFA Y MAÍZ EN
SECANO, A PARTIR DE LA CALENDARIZACIÓN DE
ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, QUINRAPA, HUANTA,
AYACUCHO-2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

**PRESENTADO POR:
MELITÓN PALOMINO MARTÍNEZ**

AYACUCHO - PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios por darme
sabiduría, salud y
guiarme por el camino
correcto.

A mis padres: Teodoro
y Rosario, los que con
gran sabiduría nos
educaron a mí y a mis
hermanos, y que a un
siguen guiando mis
pasos.

A mis profesores, quienes me
brindaron su conocimiento y
experiencia, durante mi formación
profesional.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a nuestra primera casa superior de estudios la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por darme la oportunidad de formar parte de ella y haberme permitido alcanzar y cumplir mis metas.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, y en forma especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por incluirme como parte de la gran familia agrícola y por formarme como Ingeniero Agrícola.

A mi asesor el ingeniero John Samuel Cazorla Orihuela, por darme la iniciativa en la realización del presente trabajo; brindándome la ayuda y conocimientos necesarios.

A mis amigos y compañeros de estudios, por compartir gratos momentos, experiencias académicas y sociales.

A los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por transmitirme sus conocimientos y apoyo en mi formación.

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una alternativa más apropiada para la determinación de la cantidad de unidades tractivas necesarias para la preparación de suelos en condiciones de secano, previa a la siembra de los cultivos.

Actualmente se desconoce las unidades tractivas requeridas para la preparación de suelos en condiciones de secano en una cierta extensión de terreno, los trabajos de campo se desarrollan de forma empírica.

En primer lugar se procedió al reconocimiento de los terrenos agrícolas dedicados a la siembra de alfalfa y maíz.

En el desarrollo de la parte experimental, se ejecutaron las pruebas de campo en las actividades de: arado, rastra y surcado con la finalidad de obtener los datos de tiempo y el control de velocidad de trabajo de la maquinaria utilizada, se hizo el levantamiento topográfico de los terrenos agrícolas en estudio, con la finalidad de obtener las características geomorfológicas, para así determinar las zonas tractorables.

Se realizaron los cálculos de capacidad efectiva de trabajo para cada actividad según el tipo de cultivo mediante métodos estadísticos como el de mínimos cuadrados; se determinó la capacidad teórica de trabajo con datos de la bibliografía citada para luego con dichos algoritmos encontrados determinamos el porcentaje de eficiencia de campo experimental.

Por último, con todos los valores obtenidos se realiza el cálculo de la cantidad demandada de tractores agrícolas con sus implementos para las actividades de arado, rastrado y surcado para los cultivos de alfalfa y maíz, en condiciones de secano.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Tractor Agrícola	2
1.2.1 Definición.....	2
1.2.2 Características del tractor Shanghai 504.....	2
1.3 La Agricultura en la Región Andina del Perú.....	4
1.4 Preparación de suelos agrícolas en condiciones de secano.....	5
1.4.1 Arado de suelos (labranza primaria)	5
1.4.2 El rastrado de suelos (labranza secundaria)	8
1.4.3 El surcado.....	9
1.5 Cálculo de la demanda de maquinaria agrícola en una organización agrícola. 9	
1.5.1 Tiempo disponible.....	9
1.5.2 Tiempo total de trabajo	10
1.5.3 Relaciones entre los tiempos o eficiencia de campo.....	12
1.5.4 Capacidad de trabajo	15
1.6 Sistema de trabajo	18
1.7 Diagrama de Gantt	20
1.8 Método de mínimos cuadrados – regresión lineal.	22

1.9 Base para el cálculo del número de máquinas	24
1.10 Determinación de costo en la preparación de suelos en seco.....	24
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1 Descripción de la zona de estudio	26
2.1.1 Ubicación política	26
2.1.2 Ubicación de la localidad de San Juan de Porvenir – Quinrapa	28
2.1.3 Descripción Climatológica.....	28
2.2 Materiales y equipos	29
2.2.1 Materiales.....	29
2.2.2 Equipos.....	29
2.3 Método	29
2.3.1 Metodología de investigación	29
2.3.2 Fase de Campo	30
2.3.3 Fase de gabinete	34
2.3.4 Cálculo del número de maquinaria necesaria para poder realizar las diferentes actividades de preparación en terreno de condiciones de seco.	41
2.3.5 Determinación de costo.....	43
III. RESULTADO Y DISCUSIÓN	45
3.1 RESULTADO	45
3.1.1 Determinación de las eficiencias de campo para las actividades de aradura, rastra y surcado, cuyos resultados se indica en la tabla 4.1	45
3.1.2 Gráfica de las ecuaciones lineales de mayor ajuste a la recta según las ecuaciones obtenidas por el método de los mínimos cuadrados.	45

3.1.3 El número de máquinas agrícolas para poder preparar 45 hectáreas de terreno en condiciones de secano para el cultivo de alfalfa ha resultado con el siguiente detalle	47
3.1.4 El número de máquinas agrícolas para poder preparar 40 hectáreas de terreno en condiciones de secano para el cultivo de maíz ha resultado con el siguiente detalle.	47
3.1.5 Costo total de preparación de terreno por actividad.....	48
3.2 DISCUSIÓN	49
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
4.1 CONCLUSIONES	51
4.2 RECOMENDACIONES	52
IV. BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXO.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Extensión (Ha) de las parcelas de trabajo	32
Tabla 2.2 Áreas a trabajar según tipo de cultivo a trabajar	32
Tabla 2.3 Determinación de actividad según cultivo	33
Tabla 2.4 Fechas de inicio y final de actividades de arado, rastrado y surcado según cultivo.....	33
Tabla 2.5 Calendario agrícola para la zona del centro poblado de Quinrapa - Huanta	34
Tabla 2.6 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para el arado.	36
Tabla 2.7 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para el rastrado	38
Tabla 2.8 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para el surcado	39
Tabla 2.9 Costo de máquina con su respectivo implemento por hora de trabajo...43	
Tabla 3.1 Porcentaje de eficiencia de campo (nc) según el tipo de actividad realizada.	45
Tabla 3.2 Número de unidades tractivas según tipo de actividades y cultivo.....	48
Tabla 3.3 Cuadro de resultados Horas de trabajo y costo total de preparación por actividad en la preparación de terreno en seco.....	48
Tabla 3.4 Valores de las capacidades de trabajo (efectivo y teórico), valores de la eficiencia de campo.....	49
Tabla 3.5 Cuadro comparativo de los valores de eficiencia de campo experimental y la eficiencia de campo según Camacho, H. y otros.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Arado Shanghai de tres discos con diametro de 26”	8
Figura 1.2 Sistema de trabajo amelga alomado	20
Figura 1.3 Sistema de trabajo amelga hendido	20
Figura 2.1 Mapa nacional del Perú	27
Figura 2.2 Mapa regional de Ayacucho	27
Figura 2.3 Mapa distrital de Huanta.....	28
Figura 2.4 Selección de parcelas de prueba	31
Figura 3.1 Gráfica de tendencia lineal de la capacidad efectiva de trabajo de arado	46
Figura 3.2 Gráfica de tendencia lineal de la capacidad efectiva de trabajo de rastra	46
Figura 3.3 Gráfica de tendencia lineal de la capacidad efectiva de trabajo de surcado	47

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en las zonas de sierra se desarrollan las actividades de preparación de suelos en condiciones de secano de forma tradicional, y desconociendo la cantidad real de maquinaria demandada, generando mayores gastos y excesivos tiempos en la preparación de los terrenos agrícolas para la producción de diferentes cultivos como la alfalfa y maíz.

En la provincia de Huanta y específicamente en la zona del Centro Poblado de Quinrapa, donde se desarrolla el presente trabajo, no se cuenta con estudios de investigación en mecanización agrícola, en lo referente a preparación de suelos y demanda de unidades tractivas para dichas actividades, a pesar de que se desarrolla la agricultura con gran intensidad.

El presente trabajo, busca determinar la cantidad de maquinaria e implementos agrícolas para las actividades de arado, rastrado y surcado en condiciones de secano para las zonas con características similares a la de la comunidad de Quinrapa; optimizando periodos de trabajo según el calendario agrícola, teniendo un control adecuado de las horas maquinas, cantidad de unidades requeridas y reducir los gastos por actividad.

El objetivo principal del presente trabajo es la determinación de la demanda de maquinaria agrícola en la preparación de suelos en condición de secano, previos a la actividad de la siembra, para los cultivos de alfalfa y maíz.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes

Actualmente en la zona de estudio se realizan los trabajos concernientes en preparación de terrenos para los diferentes cultivos de forma empírica, en la zona de intervención no existen estudios relacionados con esta investigación. No hay datos que nos proporcionen.

1.2 Tractor Agrícola

1.2.1 Definición

(Arnal, 2005)El tractor es un vehículo dotado de motor que le sirve para poder desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las distintas maquinas que se utiliza en la agricultura actual.

En la mayoría de los casos, el tractor está dotado de ruedas neumáticas de las cuales, las traseras son motrices y de mayor tamaño que las delanteras, que son directrices; ahora bien, en algunos casos, tanto las ruedas traseras como las delanteras son motrices.

1.2.2 Características del tractor Shanghai 504

a. Información general:

- Modelo: SH-504G diesel.
- Serie: 003144
- Peso: 2240
- Trocha: Aradoras.
- Vía: Transporte.
- Radio de giro: 4.5m

- Tamaño de llanta: Delantera=8.3x20 (6 lonas); Trasera= 11-32(6 lonas)

b. Características del motor:

- Modelo: 495A-18 diesel.
- Serie: 5242
- N° de cilindros: 4.
- Diámetro de cilindro: 40cm
- Carrera: 36kw.
- N° de tiempos: 4.
- Velocidad de régimen: 2000rpm
- Potencia indicada: 35.3Kw

c. Sistema de combustible:

- Tipo de combustible: Petróleo diesel.
- Consumo: 1l/hora.
- Capacidad del tanque: 15 galones.
- Tipo bomba: Lineal.
- Regulador: Varillaje.

d. Sistema de encendido:

- Tipo: Combustión directa.
- Orden de encendido: 1-3-4-2.
- Alternador o generador: 12 voltios.
- Listado de accesorios: Llaves, llaves de ruedas, brazos del hidráulico, pines de carrera.

e. Sistema de enfriamiento:

- Capacidad del radiador: 2 galones.
- ¿Sistema presurizado?: No tiene.

f. Sistema de lubricación:

- Tipo de aceite: 1440.
- Capacidad del cárter: 3 galones.
- Intervalo cambio de aceite: 120 horas.
- Intervalo cambio de filtro: Cada 120 horas.
- Tipo aceite transmisión: SAE 90.

1.3 La Agricultura en la Región Andina del Perú

En la región andina distinguimos dos tipos de tierras laborables: tierras de regadío y tierras de secano.

Las tierras de regadío se localizan en los valles interandinos o en las inmediaciones de las fuentes, manantiales o puquiales, los cuales están sometidos a una explotación intensiva, especialmente cuando tiene agua permanente.

Las tierras de secano se localizan en los flancos andinos y son producidas por efecto de las lluvias que se dan en algunos meses. Si las lluvias se presentan oportunamente, las cosechas son buenas, si es que no, son afectadas por las plagas. Si las lluvias son irregulares, las tierras se vuelven improductivas, ya que la sequía y las heladas destruyen los cultivos.

En esta región se puede encontrar diferentes tipos de productos, como son:

- La papa:- es uno de los más abundantes productos de nuestro país, y su comercialización constituye uno de los principales ingresos económicos de nuestro país, en ventas internas como en exportaciones.
- El maíz:- utilizado para la elaboración de muchos alimentos nutritivos y balanceados para nuestra salud, como son: el choclo, la cancha, mote, tamales, humas, entre otras.
- La alfalfa:- utilizada para la alimentación del ganado y los animales menores como el cuy, conejos, etc.
- El trigo:- conocido a nivel mundial, ya que es utilizado en la preparación de muchos productos de consumo como es el pan.

- Frutales:- tomando en cuenta la gran variedad con la que contamos, podemos mencionar: la lima, la manzana, la palta, la granadilla, la lúcuma, entre otras.

- Hortalizas:-contiene un gran valor en la alimentación diaria, por la cantidad de sales minerales y vitaminas. Algunos de estos son: el rábano y la betarraga.

1.4 Preparación de suelos agrícolas en condiciones de secano

(INIA CARILLANCA, 2008) Menciona que la preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción de alfalfa y maíz, puesto que persigue adecuar a las necesidades de las plantas, las características físicas del suelo que afectan la germinación de la semilla y su desarrollo posterior.

En nuestro país existen tantos métodos de labranza como tipos de suelos, clima y agricultores que poseen recursos materiales diversos, lo que impide utilizar un sólo método de labranza para conseguir una siembra adecuada. Cada situación requiere de un análisis particular, con el propósito de elegir el equipo y método de uso que más se acomode a las necesidades del productor.

Además de contar con la maquinaria para lograr una buena cama de siembra, se debe poseer la tecnología para su operación, mantenimiento y conservación.

1.4.1 Arado de suelos (Labranza primaria)

(FAO, 2002) Son las operaciones de romper, invertir y airear el suelo. Como también eliminar malezas, mediante la utilización de varios equipos o implementos como: arados de vertedera, arados de disco, arados rotativos, escarificadores y subsoladores.

Esta operación se realiza para romper la capa superficial y aflojar el suelo en una profundidad de 15 - 40 cm. Y así obtener una buena cama que facilite la siembra y el desarrollo de las plantas.

a). Arado de disco

(Polanco, 2007) El arado ciertamente ha servido muy bien a la agricultura por muchas décadas, sin embargo por los daños causados por el mal uso, los altos costos de la labranza tradicional, en los últimos años está siendo reemplazado por otros

implementos de labranza mínima o reducida, que no invierten el suelo, favoreciendo la macro y micro fauna del suelo, como muchas de las propiedades físicas y químicas de este, aun así el arado es un implemento necesario para ser empleado, en terrenos que sufren de herbáceas resistentes a los herbicidas y que afectan a los cultivos, por lo que requieren ser volteadas y enterradas.

Los arados de discos penetran en el suelo por su peso y por el ángulo, de penetración y de ataque, que forman los discos con respecto a la línea del suelo al ser jalados por el tractor, los discos penetran en el suelo y producen el efecto de casquetes giratorios que cortan el prisma de suelo con menor consumo de energía que un arado rígido.

El arado está conformado por un bastidor o barra en la cual se ensamblan todas las demás piezas, forma una línea recta que marca un ángulo de 43° con la línea de desplazamiento del tractor, el sistema de enganche puede ser de tiro o de tres puntos al hidráulico trasero del tractor. Los discos van unidos al porta discos y éste se une al bastidor permitiendo cuatro posiciones del disco para suelos extra duros, duros, corrientes y sueltos.

En la parte donde se une el disco con el porta disco, se encuentra una chumacera que es la que permite el giro del disco al recibir la fricción del suelo, produciendo un movimiento giratorio. Los discos son de acero laminado en cruz. Existen diferentes clases de discos para los arados; los de borde liso, borde dentado, borde corrugado, borde corrugado liso y borde corrugado dentado, como también existe gran variedad en el diámetro de estos discos, pudiendo ser de 24", 26", 28" y 30" pulgadas, siendo los más utilizados los de 26" y 28" pulgadas. Se fabrican de diámetro mayor para trabajos especiales que requieren bastante profundidad, pero no son recomendables para uso agrícola. El grueso del disco puede ser de $3/16$ " y de $1/4$ de pulgada.

En parte posterior del arado existe una rueda guía, también llamada de surco trasero, trabaja sobre el surco dejado por el arado en su pasada anterior y lleva una ligera inclinación hacia la parte arada en el lado superior, mientras que la parte inferior se apoya libremente sobre la pared del surco o el talud. Esta rueda permite ajustar el ángulo de trabajo del arado. Sobre los discos se ubican unas piezas llamadas limpia

discos o desbarradotes que tienen como función efectuar un volteo parecido al de la vertedera y remover el lodo que se adhiere al disco.

Arado de disco de alce hidráulico o enganche de tres puntos.

Sobre el arado de discos actúan fuerzas laterales, verticales y longitudinales por efecto de su misma labor: las fuerzas laterales son contrarrestadas por la rueda guía o rueda trasera, esta rueda tiene cierta inclinación sobre el fondo del surco y guía al arado según la dirección de marcha.

Los esfuerzos verticales son contrarrestados por medio del sistema hidráulico del tractor y el mecanismo posterior de graduación de profundidad del arado.

Las fuerzas laterales se originan por el traslado de tierra lateralmente y por el ancho de corte; las verticales se deben a la presión hacia abajo por el corte del disco y también debido a que el enganche está situado por encima del punto de resistencia; las fuerzas longitudinales son producto de la resistencia del suelo frente a la acción de corte del disco.

Mezcla bien las malezas, las cuales sirven de abono, de tipo orgánico.

Ventajas de la labranza de arado de disco

- La tierra queda suelta, favorable para cultivos de hortalizas, papa, maíz.
- En los suelos con gran proporción de arena trabajan bien.
- Se puede arar a buena velocidad aumentando el rendimiento con relación a otras clases de arados.
- El disco volteo el terreno.
- Es insustituible en terrenos pedregosos y con raíces fuertes, porque al saltar o cortar no ofrece obstáculo alguno.
- En terrenos arcillosos deja terrones más pequeños.

Desventajas

- La tierra queda con ondulaciones donde empieza y termina la labor de arado.
- Daña con el tiempo la estructura del suelo porque pulveriza mucho el suelo.
- No profundiza en terrenos duros.
- Produce capas endurecidas en el subsuelo.



Figura: 1.1 Arado de tres discos Shanghai de 26 pulgadas.

Número de Discos	: 3 discos
Diámetro de Disco	: 26 pulgadas
Ancho de trabajo	: 0.75m
Velocidad de trabajo	: 4.5 km/h
Ancho efectivo de trabajo	: 77.90% anexo N° 2
Profundidad de arado	: 25cm.

1.4.2 El rastrado de suelos (labranza secundaria)

Se entiende por esta actividad la serie de labores que se efectúan sobre la capa arada, esta actividad se realiza con la finalidad de romper, cortar los terrones dejados por la labranza primaria, cuyo fin principal es formar una o unas zonas de una estructura uniforme, tal que permita la distribución uniforme de las semillas como también de un desarrollo normal de la planta. (SENA, 1985)

Características de la rastra

Número de Discos	: 18 discos
Diámetro de Disco	: 22 pulgadas
Ancho de trabajo	: 1.80 m
Velocidad de trabajo	: 5.5 km/h
Eficiencia en el campo	: 77.90% anexo N° 2

1.4.3 El surcado

Proceso por el cual se realiza la apertura de surcos para poder realizar la siembra de cultivos como la papa, maíz, hortalizas, etc. Además el surcado facilitara el manejo de agua en la irrigación de los cultivos, este trabajo se realizara con surcos de pendientes suaves como para que fluya el agua, sin ocasionar erosión en los campos de cultivo. (SENA, 1985)

a. Características de la surcadora

Número de rejas	: 3 rejas
Ancho de trabajo	: 1.00 m
Eficiencia en el campo	: 85 % anexo N° 2
Velocidad de trabajo	: 6.5km/h

1.5 Cálculo de la demanda de maquinaria agrícola en una organización agrícola.

(Rodríguez, 2001) Indica que para abordar el tema relativo al cálculo de la demanda de maquinaria agrícola y sus correspondientes unidades tractivas, es necesario precisar algunos conceptos que servirán para desarrollar el proceso de cálculo, como es el caso del tiempo disponible, tiempo aprovechable, tiempo de cobertura total, tiempo de uso de las máquinas o tiempo real, diagrama de barras de Gantt, y bases para el cálculo del número de máquinas.

1.5.1 Tiempo Disponible

(Rodríguez, 2001) Indica que el tiempo disponible, Es el período previsto para la ejecución de una determinada actividad, es decir es el plazo con que se dispone para dar el cumplimiento a la conclusión de una actividad. Desde el punto de vista agronómico las actividades de los cultivos, cosecha y otras que serán necesarios para el desarrollo adecuado de los sembríos y obtención de los rendimientos acordes con lo previsto en los planes correspondientes.

No es suficiente definir el período de ejecución de la actividad, si no es necesario establecer su oportunidad de inicio y término, ya que este está en función de las exigencias propias del desarrollo del cultivo y no de nuestra disponibilidad de

tiempo; es decir que es el cultivo el que nos señala el momento en que debemos atenderlo con tal o cual actividad, y el momento en que debemos concluirlo, pues de otra manera no se obtendrían los resultados esperados. Sin embargo habrá ocasiones en que, por razones que habría que investigar, no será posible iniciar una actividad en el momento oportuno; esta situación deberá corregirse ya sea mediante el uso de mayor número de máquinas u horas extras de trabajo, a fin de concluir la actividad en el momento previsto según la programación y evitar que el mismo problema se repita en la siguiente actividad. La presencia sistemática de estos retrasos es el reflejo de una mala organización y/o administración que deben analizarse, para modificar las relaciones intraorganizacional (manual de organización y funciones) y/o licenciar al responsable, según sea el resultado del análisis.

1.5.2 Tiempo total de Trabajo

(Álvares, 2004) Indica que el tiempo total que una máquina requiere o el que se le debe asignar en la planificación para que realice un trabajo determinado; por lo anterior, se le denomina también tiempo de planificación de una máquina. Comprende a su vez los siguientes tiempos:

a). Tiempo de preparación de la máquina (t_1): es el tiempo en horas que se requiere para la puesta a punto de una máquina desde el momento inicial hasta que esté lista para ser transportada hasta al sitio de trabajo. Aquí se incluyen los tiempos requeridos para actividades como: limpieza, mantenimiento periódico, calentamiento, acople de implementos, abastecimiento de combustible y otros.

Desde el punto de vista administrativo, este tiempo debe reducirse al mínimo posible (pues incide en los costos y en los ingresos) mediante sistemas rápidos para abastecer combustible, agua, aceite y aire para las llantas; además a través del acople y desacople rápidos de implementos, de preparación y dotación de herramientas y equipo adecuado al personal encargado del mantenimiento periódico.

b). Tiempo de transporte (t2): Como su nombre lo indica, es el tiempo gastado por la máquina en su transporte, bien sea por su propia cuenta o en otro vehículo. Este tiempo que se mide en horas, incide en los costos y en los ingresos, por tanto debe disminuirse hasta donde sea posible. Una de las formas administrativas de lograr esta disminución consiste en suministrar a las máquinas principales, en el sitio de trabajo, aquellos elementos que requieren para su normal desempeño, tales como: implementos, combustible, lubricantes y otros materiales requeridos (semillas, fertilizantes, etc.), disminuyendo así los viajes de la máquina principal y, por tanto, el tiempo de transporte.

c). Tiempo operativo (to): es el tiempo que la máquina tiene disponible para realizar un trabajo, comprende desde el momento en el que llega al sitio de trabajo hasta cuando lo termina y está disponible para el viaje de regreso. A su vez, el tiempo operativo se divide en cuatro tiempos:

- **Tiempo de preparación para el trabajo (tp):** incluye normalmente el tiempo que se gasta en operaciones de preparación para el trabajo, después de terminado el transporte y antes de iniciar el trabajo, tales como: carga de semillas, insecticidas, calibraciones, ajuste de implementos, entre otras. Como los tiempos anteriores, es conveniente reducirlo al mínimo pues ocasiona un costo.

- **Tiempo para revisiones y calibraciones (tr):** es el tiempo gastado en estas operaciones, durante el tiempo de trabajo, tales como: ajustes y calibraciones de la máquina e implementos, daños mecánicos reparables en el campo, atascamientos, descansos de los operarios, mantenimiento de la máquina e implementos en el campo (lubricación, agua, etc.).

- **Tiempo de trabajo en vacío (tv):** comprende aquel tiempo que la máquina durante su trabajo normal gasta en vueltas y recorridos por sitios donde no realiza trabajo efectivo, pero que es necesario hacerlo para ejecutar el verdadero trabajo (ver sistema de trabajo).

- **Tiempo efectivo (te):** es el utilizado para realizar el verdadero trabajo efectivo.

Resumiendo lo anterior tenemos:

$$ttt = t1 + t2 + to \quad (1)$$

Donde:

ttt = Tiempo total de trabajo de una máquina.

t1 = Tiempo de preparación de la máquina.

t2 = Tiempo de transporte.

to = Tiempo operativo, que a su vez es igual a:

$$to = tp + tr + tv + te \quad (2)$$

Donde:

tp = Tiempo de preparación para el trabajo.

tr = Tiempo de revisiones y calibraciones.

tv = Tiempo de trabajo en vacío.

te = Tiempo efectivo.

1.5.3 Relaciones entre los tiempos o eficiencia de campo

(Álvares, 2004) Indica que las principales relaciones entre los tiempos son:

Eficiencia de campo (nc): se define como la relación adimensional entre el tiempo efectivo (te) y el tiempo operativo (to).

$$(\%)nc = \frac{te}{to} \times 100 \quad (3)$$

Esta eficiencia es de gran utilidad en los análisis administrativos de maquinaria de campo, pues establece la relación entre el tiempo efectivamente trabajado y el tiempo operativo. Su mayor valor es 1.00 ó 100%, es muy variable según las circunstancias del trabajo; disminuye cuando por mala administración se incrementan tp, tr y tv (ver ecuación 2), aumentando así los costos de producción de un trabajo determinado; para disminuir hasta su mínimo posible los valores de tp y tr, se debe efectuar un mantenimiento de máquinas e implementos adecuados y una organización eficiente del trabajo a realizar. Para controlar tv es necesario utilizar el sistema de trabajo más adecuado según la forma, topografía y extensión del terreno a trabajar (ver sistema de trabajo).

Métodos de cálculo de la eficiencia de campo (nc): en vista de la importancia que tiene lograr mejores nc, analizaremos algunos aspectos que se deben considerar en trabajos con maquinaria de campo y que afectan el valor de nc. El sistema de

trabajo: algunos sistemas en redondo producen menores pérdidas de tiempo en vacío (tv), pero no siempre es recomendable efectuarlas.

La forma del terreno: las formas irregulares ocasionan mayores pérdidas de tiempo de vacío (tv) que las regulares, de forma rectangular, que son las que menores pérdidas de tiempo (tv) ocasionan.

El tamaño del terreno en su longitud: en general, a mayor longitud menores pérdidas de tv. Las parcelas cortas ocasionan tv muy alto, debido al gran número de vueltas en la cabecera del lote.

El ancho efectivo de trabajo de la máquina: a mayor ancho efectivo de trabajo menor será la nc, permaneciendo igual las demás circunstancias en máquinas cuyos elementos de trabajo deben ser reaprovisionados (sembradoras, aspersoras, fertilizadoras, entre otros).

Las condiciones del terreno: los residuos de cosechas, piedras, raíces y restos de follaje afectan la nc, disminuyéndola, pues motivan un incremento de tr al aumentar las operaciones de limpieza de los arados, rastrillos, sembradoras, entre otros.

Las condiciones del cultivo: el volcamiento del cultivo, la excesiva presencia de maleza, la densidad de siembra, la producción por planta y otras características propias del cultivo pueden modificar la nc.

La medida de la nc, en el campo, es dispendiosa pero posible, y se puede realizar en dos formas:

b. Midiendo el tiempo perdido en el trabajo (tp + tr + tv) mediante observaciones suficientemente prolongadas en áreas que se puedan considerar representativas de todo el trabajo y luego deduciendo del to la suma de tiempos perdidos para obtener (te), que al reemplazarlo en la ecuación 3 nos permitirá calcular la (nc).

c. Usando la relación entre la capacidad efectiva (ce) y la capacidad teórica (ct) mediante la fórmula:

$$(\%)nc = \frac{ce}{ct} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

ct = capacidad teórica de la máquina; que a su vez se define así:

$$ct = (axv)K \text{ x eficiencia de campo} \quad (5)$$

Donde:

a = Ancho teórico o comercial del implemento (m).

v = Velocidad teórica de desplazamiento (km/h).

K = 0.1 cuando se desea ct en ha/h.

K = 1.000, cuando se desea ct en m²/h.

Capacidad efectiva de campo (ce): para determinar su valor debe calcularse directamente en el campo, con mediciones de área (ha, m²) trabajada por la máquina en un tiempo específico (te) (h). Es el sistema más acertado para determinar la ce, pero deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que las mediciones de área y tiempo sean representativas, tanto en magnitud como en el tipo de trabajo y de las condiciones del terreno (extensión, forma, topografía, cobertura, entre otras).

Una vez determinadas las extensiones (ha, m²) y tiempos respectivos, que en este caso es un tiempo operativo (to), basta aplicar la siguiente ecuación para determinar la ce.

$$ce = \frac{\text{Área de trabajo (Ha,m}^2\text{)}}{to (h)} \quad (6)$$

Ahora bien, con este valor de (ce) y el de (ct) de la ecuación 1.38 podemos obtener nc (%) usando la ecuación (4).

Cuando se calcula este valor observando las consideraciones antes anotadas, es muy ajustado a la realidad de una situación específica. Por último, existe otra alternativa para conocer nc (%) y es utilizando tablas donde aparecen coeficientes promedios de nc para diferentes implementos. La utilización de estas tablas debe hacerse con mucho cuidado, teniendo siempre presente que los valores allí anotados corresponden a promedios obtenidos en condiciones que pueden ser muy diferentes a las que se presentan en el trabajo por realizar; por tanto su uso debe ser muy restringido y sólo cuando no exista la posibilidad de calcular nc por el método directo antes anotado.

Los anteriores valores de nc son válidos cuando se usa una sola máquina y/o un solo implemento acoplado a ella. Debido a que existen otras posibilidades (n

máquinas en serie o n máquinas en paralelo) a continuación analizaremos las nc para estos casos (nc1 y nc2).

nc] para n máquinas iguales en paralelo, movidas simultáneamente por el mismo tractor. En este caso, el valor de nc 1 será:

1.5.4 Capacidad de trabajo

(Álvarez, 2004) Indica que la capacidad de trabajo se define como la relación existente entre el trabajo realizado por una máquina y el tiempo gastado en dicho trabajo. De acuerdo con las unidades utilizadas para medir el trabajo, varían las unidades en que se exprese la capacidad. La fórmula general para calcular es:

$$C = T/t$$

t: Tiempo medido en (h, min, seg, días etc)

C: Capacidad en general de una máquina (las unidades dependen de las usadas para T)

T: Cantidad de trabajo realizado por una máquina, medido en área (ha o m²).

a) Capacidad teórica

Se define como la relación entre el trabajo teórico Tt que una máquina puede desarrollar según sus características de diseño, es decir trabajando a un 100% de sus posibilidades de diseño y en el tiempo teórico (tt) que requiere para efectuarlo si no existieran pérdidas de tiempo en su desempeño. En la operación real de una máquina existen pérdidas tanto en la cantidad de trabajo esperado, desde el punto de vista del trabajo teórico, como en el tiempo teórico. Estas pérdidas pueden ser debidas a:

Pérdida en la cantidad de trabajo teórico: ésta sucede cuando hay pérdida de la cantidad de trabajo, a pesar de que la máquina trabaja normalmente, debido a necesidades del mismo trabajo, tales como sobrecruces entre dos franjas sucesivas en la rastrillada, en la aspersion, en la siembra en hileras y en otras. En otros casos esta pérdida en la cantidad de trabajo puede deberse a condiciones diversas: cambios en la calidad del material a procesar, deficiencias en el suministro del material a procesar. Por lo anterior, en operación de una máquina existirá un trabajo real (Tr) menor que el Tt y desde el punto de vista administrativo es importante

conocer la relación en porcentaje entre Tr/Tt , o sea la eficiencia de trabajo (nT) para tratar de adoptar medidas que aumenten la nT hasta su máximo posible.

Pérdidas en el tiempo teórico (tt): el tiempo teórico (tt) asignado a una máquina para la realización de un trabajo (Tt) se ve disminuido en la gran mayoría de las máquinas debido a factores tales como:

Detenciones del trabajo por varadas leves, calibraciones, desatascadas y otros.

Descanso de los operarios con trabajos en vacío de la máquina.

Nota: en maquinaria de campo el tt se asimila al tiempo operativo (to). Por lo anterior, tanto el trabajo teórico (Tt) como el tiempo teórico (tt) se ven normalmente reducidos a una fracción de sus valores y quedan convertidos en Tr y tr , así:

$$Tr = Tt \times nT \quad (7)$$

$$tr = tt \times nc \quad (8)$$

Donde:

nc = Eficiencia de campo.

nt = Eficiencia del trabajo.

Ósea:

$$nc(\%) = te/to \times 100$$

En las ecuaciones anteriores el tr de trabajo es muy difícil de medir, pues exigirá múltiples observaciones que a la larga producirían errores; no obstante, el tt se puede determinar fácilmente midiendo áreas, longitudes, volúmenes, pesos, etc.; para obtener los valores de tr debe procederse así:

- a. Medir el tt asignado.
- b. Medir el Tr obtenido.
- c. Obtener el Tt (mediante tablas, catálogos, etc.).
- d. Establecer la siguiente relación:

$$Cr = Tr/tt \quad (9)$$

Esta ecuación, cuando se analiza maquinaria de campo, se convierte en la ecuación 6, pues Tr se convierte en el área trabajada.

Donde:

Cr = capacidad real de trabajo de la máquina.

Tr = trabajo real efectuado por la máquina en un tiempo teórico asignado (tt).

Por definición podemos obtener la capacidad teórica de la máquina mediante la siguiente ecuación:

$$Ct = Tt/tt \quad (10)$$

Donde:

Tt se obtiene por observación directa del ancho teórico (at) de la máquina (en máquinas de superficie: arados, rastrillos, sembradoras, entre otras).

Capacidad de procesamiento teórico (ct en *l/h*, t/h, etc.).

Velocidad teórica de viaje (para máquinas móviles). Aquí es interesante recordar que el patinaje, sobre todo en terrenos agrícolas, afecta notoriamente la velocidad teórica, reduciéndola en un porcentaje variable (ver patinaje). Cuando la determinación de Tt es muy difícil de obtener por observación directa, debe recurrirse a las tablas y catálogos de los fabricantes, teniendo siempre presentes las siguientes consideraciones:

- Los datos de Tt y/o Ct allí consignados son para máquinas trabajando en condiciones promedio de mantenimiento y tipo de trabajo. Por tanto, pueden variar significativamente para otras condiciones diferentes.
- Cuando existen datos reales (históricos) para máquinas iguales o muy similares en la misma empresa o en otras, deben preferirse estos a los datos de manuales y/o de tablas.
- La mejor forma de obtener el Cr o el Tr es por medición directa, estos datos deben primar sobre cualesquiera otros, siempre y cuando se observen durante su medición las mismas consideraciones anotadas anteriormente (ver capacidad efectiva de campo).

Cuando se trata de determinar Cr para maquinaria de campo, existen dos parámetros fundamentales que analizaremos a continuación:

Ancho de trabajo real (ar): se define como el ancho (m, cm) del trabajo que realiza el (los) elemento (s) de trabajo del equipo (discos, escardillos, cuchillas, etc.); por tanto, difiere del ancho comercial (mínimas medidas para usos de embalaje) y puede ser igual, mayor o menor que el ancho teórico, ya que el ancho teórico al trabajar efectúa un trabajo que mide diferentes anchos (a) del elemento que lo realiza debido a sobrecruces, a trabajos en vacío, entre otros.

Velocidad real de trabajo:

En maquinaria de trabajo de campo este parámetro y su medición pueden ser muy importantes como base para cálculos económicos y administrativos.

Existe para cada implemento un rango de velocidad dentro del cual realiza su trabajo en óptimas condiciones; por tanto, cuando el implemento, o los elementos de trabajo tienen su propio motor (autopropulsado) o es tirado por otra fuente de potencia (tractor generalmente), el operario debe proporcionar la velocidad requerida por el implemento; las máquinas móviles traen en su manual de operación o en su tablero de instrumentos indicaciones concretas que relacionan las rpm del motor con el cambio en la caja de velocidades, para proporcionar una velocidad de desplazamiento determinada; por ejemplo: un tractor que a 2.200 rpm del motor y en un cambio de tercera alta (3a) desarrolla 6 km/h de velocidad teórica de viaje. Pues bien, cuando este tractor trabaja bajo estas condiciones en el campo, supongamos con un arado, la velocidad teórica de 6 km/h se ve afectada por el patinaje de sus llantas sobre el piso (ver patinaje ecuación 1.8 de este mismo capítulo) y este patinaje reduce la velocidad teórica convirtiéndola en una velocidad real de viaje menor, según la siguiente ecuación:

1.6 Sistema de trabajo

Al analizar la capacidad efectiva de una máquina móvil continua, cuyo trabajo es sobre el terreno, encontramos que nc es muy variable para una misma máquina, esta variación depende de muchos factores y entre ellos sobresale, por su importancia económica, el tiempo perdido en vueltas y en viajes en vacío; estos a su vez dependen de la forma como se desplace sobre el terreno la máquina al efectuar el trabajo.

A continuación analizaremos las formas más usuales de realizar este movimiento y lo denominaremos "sistema de trabajo". El sistema de trabajo para usar en un trabajo determinado depende de:

La forma y tamaño de la parcela.

- El tipo y el tamaño de la máquina.

- La necesidad de adoptar métodos para proteger el suelo contra la erosión.
- El uso de riegos y drenajes que determinan ciertas formas de trabajo.

La orientación de los cultivos. Los principales sistemas de trabajo son: en amelgas y en recodo.

1.6.1 Trabajo en amelgas

Se denomina amelga a un área de terreno de forma rectangular y de dimensiones a (m) ancho y b (m) longitud; cuando la forma del terreno total a trabajar se presta, este es uno de los métodos de trabajo más comúnmente usado. En el sistema de trabajo en amelgas existen dos métodos que se denominan alomando y hendiendo.

Alomando. En este método el trabajo con máquina se inicia por el centro de la amelga y se gira siempre a la derecha. Al terminar el trabajo, en el centro de la amelga queda un surco (en la operación de la arada) que se denomina lomo de tierra o contrasurco (al colocarse un corte del arado sobre el terreno sin arar); esta irregularidad se disminuye posteriormente en las rastrilladas (Figura 2.2).

Hendiendo. Este método consiste en iniciar el trabajo de la amelga por un costado virando siempre hacia la izquierda, quedando al final del trabajo, en la parte central de la amelga, un surco hendido, es decir sin ser cubierto con la tierra arrojada por el surco contiguo (Figura 2.3)

Giros en la cabecera: en ambos métodos los giros en vacío se realizan en las cabeceras de la amelga, la cual debe tener la mínima dimensión posible (C) m, de acuerdo a las características de la máquina (tamaño y radio de giro).

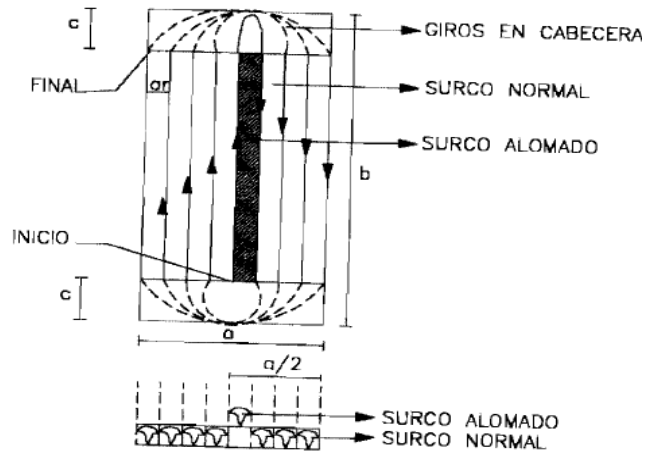


Figura. 1.2 Sistemas de trabajo amelga (alomado)

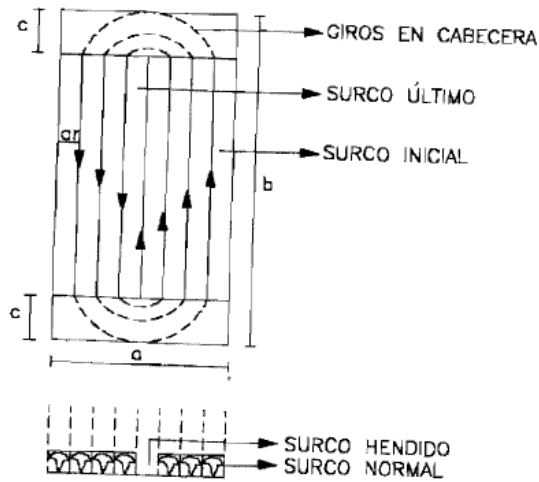


Figura. 1.3 Sistemas de trabajo amelga (hendido)

1.7 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista.

Desarrollado por Henry Laurence Gantt a principios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas. Las acciones entre sí quedan vinculadas por su posición en el cronograma: por ejemplo, el inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se verá representada con un enlace del tipo fin-inicio. También se reflejan aquellas cuyo desarrollo transcurre de forma paralela en el tiempo. Además, se pueden asignar a cada actividad los recursos que ésta necesita, con el fin de controlar los costes y personal requeridos. Sus usos más frecuentes se vinculan a proyectos y planes de acción, procesos de mejora e, incluso, resolución de problemas. En realidad, se puede utilizar para planificar cualquier tipo de proceso simple, a ser posible de menos de veinticinco tareas, y que esté definido temporalmente. En ocasiones, sin embargo, se emplea para fragmentar proyectos grandes y complejos en diferentes partes compuestas de tareas más pequeñas organizadas en el tiempo.

Para la gestión de proyectos, se ha desvelado como un método muy eficaz. Se trata de una forma visual de transmitir las actividades a realizar, la interdependencia entre ellas y su temporalización. Intentar explicar lo mismo con palabras resultaría demasiado confuso. Por eso, está especialmente recomendado cuando el propósito es comunicar las diferentes etapas de un proyecto a las personas involucradas de la forma más clara posible. Demasiada complejidad produciría sobrecarga de información y la gente se sentiría abrumada. El primer paso para construir un diagrama de Gantt pasa por listar todas las actividades que puede requerir un proyecto. Puede que, como resultado, obtengamos una relación bastante larga. Definiremos tiempos realistas para la realización de cada tarea, prioridades y orden de consecución. Agruparemos las actividades por partidas específicas para simplificar al máximo la gráfica. El diseño del diagrama de Gantt debe ser lo más esquemático posible, debe transmitir lo más importante, ya que será consultado con frecuencia. Las personas implicadas deben quedarse con una idea clara de lo que está sucediendo en un momento concreto del proceso. Si se desea, se puede crear y mantener actualizada otra versión más detallada para la persona que ejecuta el proyecto. Gracias al diagrama de Gantt, es posible una monitorización clara del progreso para descubrir con facilidad los puntos críticos, los períodos de inactividad

y para calcular los retrasos en la ejecución. De este modo, ayuda a prever posibles costes sobrevenidos y permite reprogramar las tareas de acuerdo a las nuevas condiciones. Finalmente, cabe decir que por su sencillez, facilidad de uso y bajo coste, se emplea con mucha frecuencia en pequeñas y medianas empresas. (<http://www.obs-edu.com/es>)

1.8 Método de mínimos cuadrados – regresión lineal.

Hemos enfatizado sobre la importancia de las representaciones gráficas y hemos visto la utilidad de las versiones linealizadas de los gráficos (X, Y) junto a las distintas maneras de llevar a cabo la linealización. A menudo nos confrontamos con situaciones en las que existe o suponemos que existe una relación lineal entre las variables X e Y.

Surge de modo natural la pregunta: ¿cuál es la relación analítica que mejor se ajusta a nuestros datos? El método de cuadrados mínimos es un procedimiento general que nos permite responder esta pregunta. Cuando la relación entre las variables X e Y es lineal, el método de ajuste por cuadrados mínimos se denomina también método de regresión lineal.

Observamos o suponemos una tendencia lineal entre las variables y nos preguntamos sobre cuál es la mejor recta:

$$y(x) = ax + b \quad (11)$$

¿Qué representa este caso de interés? Es útil definir la función

$$x^2 = \sum_i (y_i - (a * x_i + b))^2 \quad (12)$$

Que es una medida de la desviación total de los valores observados y_i respecto de los predichos por el modelo lineal $a x + b$. Los mejores valores de la pendiente a y la ordenada al origen b son aquellos que minimizan esta desviación total, o sea, son los valores que remplazados en la Ec. (11) minimizan la función. Ecu. (12). Los parámetros a y b pueden obtenerse usando técnicas matemáticas que hacen uso del cálculo diferencial. Aplicando estas técnicas, el problema de minimización se reduce al de resolver el par de ecuaciones:

$$\frac{dx^2}{da} = 0 \quad y \quad \frac{dx^2}{db} = 0 \quad (13)$$

$$a = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (14)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (15)$$

Actualmente, la mayoría de los programas de análisis de datos y planillas de cálculo, realizan el proceso de minimización en forma automática y dan los resultados de los mejores valores de a y b, o sea los valores indicados por las ecuaciones.

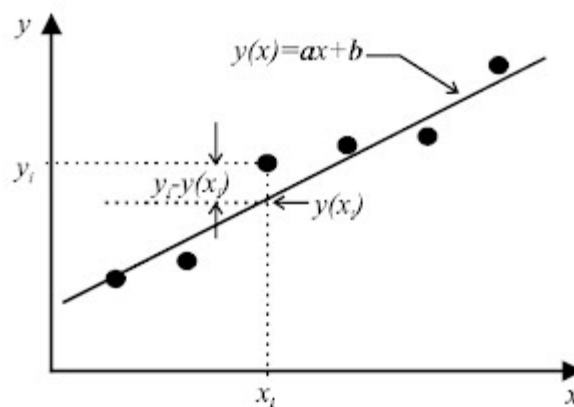


Gráfico de datos asociados a un modelo lineal. La cantidad $y_i - y(x_i)$ representa la desviación de cada observación de y_i respecto del valor predicho por el modelo $y(x)$.

El criterio de mínimos cuadrados reemplaza el juicio personal de quien mire los gráficos y defina cuál es la mejor recta. En los programas como Excel, se realiza usando la herramienta “regresión lineal” o “ajuste lineal”. Los resultados se aplican en el caso lineal cuando todos los datos de la variable dependiente tienen la misma incertidumbre absoluta y la incertidumbre de la variable independiente se considera despreciable. (<http://ocw.unican.es/>)

1.9 Base para el cálculo del número de máquinas

(Rodríguez, 2001) Indica que el número de elementos operativos necesarios para el cumplimiento de una actividad, está en función de tres variables: magnitud de trabajo, tiempo de cobertura total y la capacidad de trabajo del elemento operativo. Para establecer su valor basta relacionarlo con cada una de estas variables y ver su comportamiento; de la siguiente forma:

- El número de elementos operativos necesarios será mayor a medida que es mayor la magnitud del trabajo y viceversa; luego la relación con esta variable es directa.
- El número de elementos operativos necesarios será mayor a medida que es menor la capacidad de trabajo; su relación es inversa.
- El número de elementos operativos necesarios será mayor a medida que el tiempo de cobertura total es menor; su relación es inversa.

Con estas tres relaciones podemos concluir que el número de elementos operativos requeridos para una actividad, está dado por la siguiente expresión:

$$\boxed{\text{Número de elementos operativos} = \frac{\text{Magnitud de trabajo}}{\text{Capacidad de trabajo} \times \text{TCT}}} \quad (16)$$

- La magnitud del trabajo puede expresarse en Ha o m³ según el tipo de trabajo que se realice. Normalmente las operaciones agrícolas se dan en términos de superficie, en tanto que las operaciones de desmonte y movimiento de tierra se pueden dar en términos de peso y volumen.

- La capacidad de trabajo se da en magnitud trabajada por hora y por unidad de operación

- El TCT es el tiempo en horas que necesitamos para trabajar el campo completamente y por una sola vez.

1.10 Determinación de costo en la preparación de suelos en seco.

El uso de maquinaria agrícola y equipos de agroindustria genera costos operacionales de importancia, pues el creciente nivel tecnológico asociado a estos equipos genera mayor incidencia en la eficiencia física de las labores en los costos de producción y, por tanto, en el incremento de productividad y rentabilidad. La primera decisión a la que se ve enfrentado el productor, referido a la planificación

de uso de maquinaria agrícola, es a utilizar equipos propios - y las decisiones relacionadas con inversión, crédito, tipo de maquinaria, costo mantención, etc., o el arrendamiento de equipos - y las decisiones respecto qué maquinaria arrendar, a quién solicitar el servicio y a qué precio. La disyuntiva anterior podría no tener mucha relevancia si no fuera por el hecho que, según antecedentes de los autores, la incidencia del costo operacional de maquinaria agrícola es del orden del 30% del costo de producción de maíz grano y alfalfa.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción de la Zona de Estudio

El estudio se lleva a cabo en la localidad de San Juan de Porvenir, centro poblado de Quinrapa distrito y provincia de Huanta región Ayacucho. La zona de estudio y ejecución del trabajo se encuentra a una distancia de cinco kilómetros de la ciudad de Huanta, cuyo acceso está entre la vía Huanta – centro poblado de Quinrapa. Según las coordenadas geográficas se encuentra al oeste de la ciudad de Huanta. En función a los pisos ecológicos, está en la región Quechua, a una altura de 2,365 m.s.n.m.

Las coordenadas del área de influencia se encuentran en: Zona 18L coordenadas Este: 577745; coordenadas Norte: 8568530

2.1.1 Ubicación política

Región : Ayacucho
Provincia : Huanta
Distrito : Huanta
Localidad : San Juan de Porvenir-Quinrapa



Figura 2.1: Mapa Nacional del Perú



Figura 2.2: Mapa Regional de Ayacucho

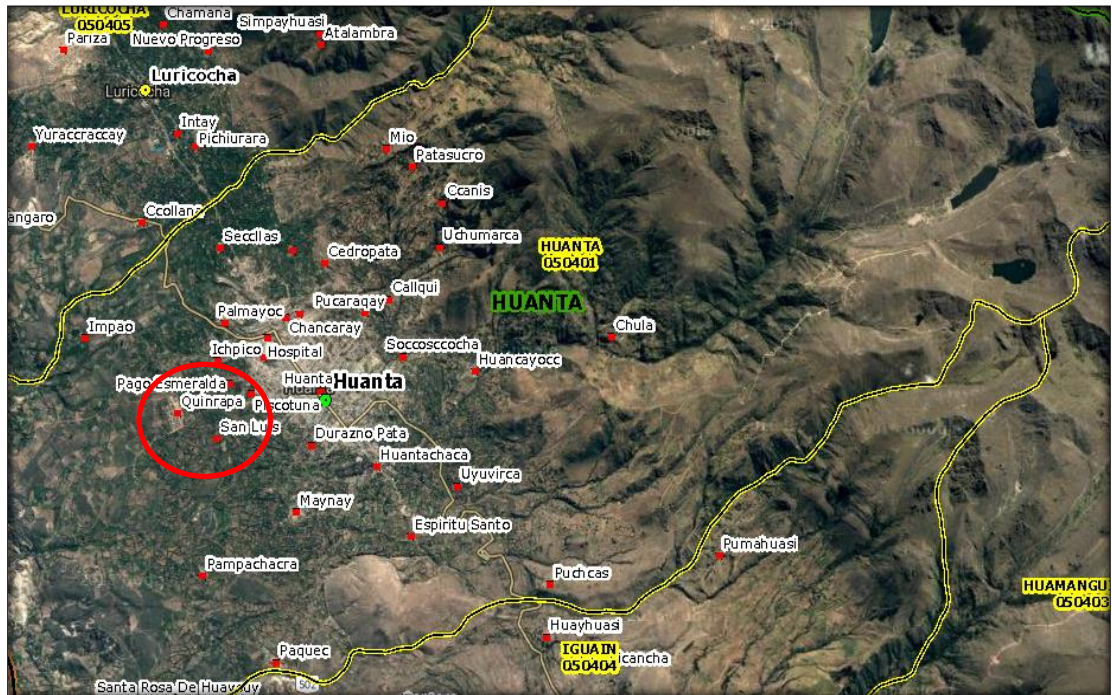


Figura 2.3: Mapa distrital de Huanta

2.1.2 Ubicación de la localidad de San Juan de Porvenir – Quinrapa

- Por el norte: con la comunidad de Azángaro
- Por el Sur con la comunidad de Chacco
- Por el este con la centro poblado de San Luis
- Por el oeste con la Región de Huancavelica

2.1.3 Descripción Climatológica

a). Clima.

Con referencia al clima es bastante variado producto de la presencia de los relieves de la cordillera de los andes, la Temperatura Media Anual alcanza a los 16.4°C, lo mismo sucede con la oscilación anual, llega a 3.3 °C, lo que indica que la diferencia entre el verano e invierno, desde el punto de vista térmico, es ligera. Las temperaturas medias más bajas corresponden a junio y julio, sin llegar a cero, por lo general no hay heladas aunque ocurren ocasionalmente en dichos meses. Y en los meses de noviembre a marzo presenta precipitaciones pluviales de regular intensidad.

b) Altitud

La Zona de estudio correspondiente a los terrenos de San Juan de porvenir – Quinrapa se encuentra a una altitud de 2365 m.s.n.m.

c) Precipitación

Presenta variaciones climáticas, las cuales hacen que las precipitaciones anuales varié entre 120mm a 550 mm. Teniendo las precipitaciones de mayor presencia entre los meses de diciembre a marzo, y sin presencia de precipitaciones en los meses de junio agosto.

2.2 Materiales y equipos

2.2.1 Materiales

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Cronómetro
- ✓ Wincha
- ✓ Material de escritorio
- ✓ Hojas de parte diario

2.2.2 Equipos

- ✓ GPS
- ✓ Tractor agrícola Shangai -504 y sus implementos
- ✓ Equipo topográfico
- ✓ Movilidad
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Computadora

2.3 Método

2.3.1 Metodología de investigación

El tipo de investigación es aplicada con un enfoque de investigación cuantitativa; la metodología que se emplea para la evaluación de 85 hectáreas para la preparación de suelos en seco, en la zona de San Juan de Porvenir del Centro Poblado de

Quinrapa será: Recopilación de información relevante, elección de áreas posibles a ser trabajadas con maquinaria agrícola, estudio del calendario agrícola en función a los cultivos de alfalfa y maíz, determinar el tiempo disponible, tiempo aprovechable, tiempo de cobertura total, tiempo de máquina, calendario de actividades agrícolas diagrama de Gantt como instrumento de planeación, para finalmente determinar el número de elementos operativos para preparar el terreno en seco en la localidad de Quinrapa.

2.3.2 Fase de Campo

Se realiza el reconocimiento y delimitación de las áreas de trabajo, la selección de las parcelas a realizar las diferentes actividades de trabajo como son el arado, rastrado y el surcado en el caso de ser para el cultivo de maíz.

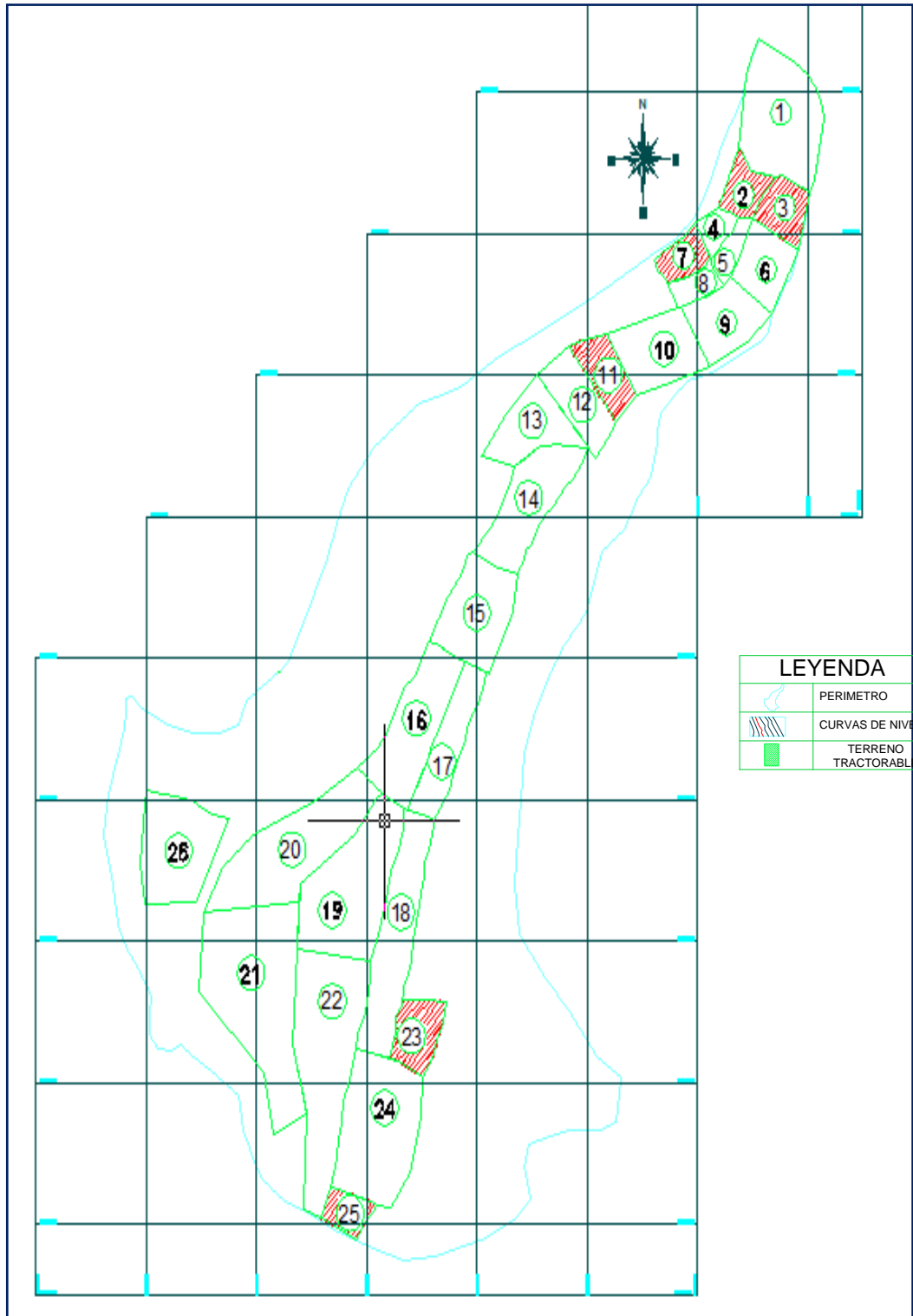


Figura: 2.4 Selecciones de las parcelas de trabajo

Área de parcelas a intervenir en el proyecto

Tabla N°2.1 Extensión (Ha) de las parcelas de trabajo.

N° DE PARCELA	ÁREA (Ha)
1	5.21
2	1.15
3	1.45
4	0.67
5	0.74
6	1.98
7	1.02
8	0.76
9	2.42
10	3.05
11	1.63
12	2.15
13	2.56
14	3.71
15	3.62
16	4.30
17	2.58
18	4.74
19	6.12
20	6.23
21	8.69
22	7.54
23	1.73
24	5.97
25	0.98
26	4.18
TOTAL	85.18

Tabla N°2.2 Áreas a trabajar según tipo de cultivo.

CULTIVOS	ÁREA (Ha)
Alfalfa	45
Maíz	40

- a. Definimos a nivel de cultivo las actividades que serán mecanizadas.

En este paso elaboramos una matriz que contemple, por un lado, a los cultivos, y por el otro, a las actividades que serán mecanizadas.

Tabla N°2.3 Determinación de actividad según cultivo.

CULTIVOS	ARADURA	GRADEO	SURQUEO
Alfalfa	X	X	
Maíz	X	X	X

- b. Definir a nivel de cultivo las fechas de inicio y término de cada actividad mecanizada

En esta etapa definiremos los tiempos que se tiene disponible para poder realizar los respectivos trabajos mecanizados que se realizan previo a la siembra.

Tabla N°:2.4 Fechas de inicio y final de actividades de arado, rastrado y surcado según cultivo

CULTIVO	ACTIVIDADES	FECHA DE: D-M		TIEMPO TOTAL DISPONIBLE
		INICIO	TERMINO	
ALFALFA	ARADO	01-09	20-09	20
	RASTRADO	21-09	30-09	10
	SIEMBRA	01-10	15-10	15
MAÍZ	ARADO	15-09	30-09	15
	RASTRADO	01-10	15-10	15
	SURCADO	16-10	30-10	15
	SIEMBRA	01-11	15-11	15

Fuente: Elaboración propia 2016

c. Elaboración del Calendario agrícola

Para poder realizar el Calendario agrícola tenemos como referencia a la fecha de inicio y termino de cada actividad mecanizada, que se muestra en la tabla N° 2.4.

Tabla N°:2.5 Calendario agrícola para la zona del centro poblado de Quinrapa - Huanta

CALENDARIO DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS									
		ene	feb	jul	agos	sept	oct	nov	dic
Alfalfa (45 Ha.)	Arado								
	Rastrado								
	Siembra								
Maiz (40Ha.)	Arado								
	Rastrado								
	Surcado								
	Siembra								

Fuente: Elaboración propia 2016

2.3.3 Fase de gabinete

Definimos a nivel de actividad el “TIEMPO DE COBERTURA TOTAL” TCT”

- Todas las actividades que tengan una duración de 15 días, tendrán como TCT 15 días.
- Todas las actividades que tengan una duración de 20 días, tendrán como TCT 20 días.

Determinamos a nivel de TCT el número de horas netas que se ha de trabajar, teniendo en cuenta las horas de trabajo por jornada diaria.

Para lo cual tener en cuenta lo siguiente:

Para determinar el número de horas por TCT, se debe tener presente que de cada quincena calendario existen dos domingos y que no son laborables. Paralelamente, de acuerdo a las leyes laborales sólo es posible trabajar jornadas diarias de 8 horas.

Por tanto, en cada quincena habrá $8 \times 13 = 104$ horas útiles de trabajo.

Por tanto, en cada veinte días habrá $8 \times 17 = 136$ horas útiles de trabajo.

Para calcular a nivel de actividad la demanda de máquinas.

El cálculo de demanda de máquinas se realiza a nivel de actividad, identificando aquellos cultivos que pueden ser atendidos por el mismo tipo de máquina.

Ocasionalmente podemos observar que, dentro del mismo grupo de cultivos, exista superposición de demanda (lo que se puede observar en el Calendario Agrícola); en este caso se calculará la demanda de máquinas para cada uno de los cultivos en superposición.

Basándonos en todos estos enunciados, procedemos con el cálculo de la demanda de maquinaria agrícola.

Observando el calendario agrícola, notamos que esta actividad es necesaria en los dos cultivos.

Para poder realizar los cálculos de capacidad efectiva, tendremos en cuenta los apuntes de los parte diarios de trabajo de las respectivas áreas de trabajo. Y los respectivos cálculos:

a). Cálculo de capacidad efectiva, capacidad teórica y la eficiencia de campo para la actividad del aradura

Ecuación (4)

$$\%nc = \frac{ce}{ct} \times 100$$

- Se determinó la capacidad efectiva con los resultados obtenidos en el campo con el método de mínimos cuadrados – regresión lineal para la actividad de aradura

Tabla 2.6 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para el arado.

DATOS DE ÁREA (Ha) Y TIEMPO (HRS.) EN LA ACTIVIDAD DEL ARADO (profundidad de trabajo 0.25Cm.)				
N° de parcela	Tiempo (Hrs.)	Área (Ha)	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$
2	6.20	1.15	0.16	0.81
3	7.75	1.45	0.08	0.42
7	5.45	1.02	0.50	2.72
11	8.70	1.63	0.48	2.56
23	9.25	1.73	0.87	4.62
25	5.25	0.98	0.63	3.42
promedio	7.10	1.33		
Sumatoria			2.725	14.560

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$y = a + b(x)$$

$$b = \frac{2.725}{14.56}$$

$$b = 0.1871$$

$$a = 1.33 - 0.1871(7.10)$$

$$a = -0.00159$$

$$y = 0.1871(x) - 0.00159$$

Tenemos la ecuación de mayor ajuste de la recta para poder determinar la capacidad efectiva de la actividad de arado

$$ce = 0.18551Ha/h$$

Con los datos de las características del arado calculamos el (ct) Con la ecuación (5)

$Ct = (axv)K$ x eficiencia de campo de implemento

$$a = 0.75m$$

$$v = 4.5km/h$$

$$k = 0.1$$

Eficiencia en campo del arado = 77.90 % (valor de anexo 2)

$$ct = (0.75 \times 4.5) \times 0.1 \times 0.779 \quad ct = 0.2629ha/hr$$

Tenemos la eficiencia de campo experimental.

$$\%nc = \frac{0.18551}{0.2629} \times 100 = 70.50\%$$

b). Cálculo de capacidad efectiva, capacidad teórica y la eficiencia de campo para la actividad de rastra.

Ecuación (4)

$$\%nc = \frac{ce}{ct} \times 100$$

Se determinó la capacidad efectiva con los resultados obtenidos en el campo con el método de mínimos cuadrados – regresión lineal para la actividad de rastra.

Tabla 2.7 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para la rastra.

DATOS DE ÁREA (Ha) Y TIEMPO (HRS.) EN LA ACTIVIDAD DE LA RASTRA (profundidad 10 Cm.)				
N° de parcela	Tiempo (Hrs.)	Área (Ha)	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$
2	2.51	1.15	0.07	0.16
3	3.18	1.45	0.03	0.07
7	2.24	1.02	0.20	0.44
11	3.56	1.63	0.20	0.43
23	3.79	1.73	0.36	0.78
25	2.16	0.98	0.26	0.56
promedio	2.91	1.33		
Sumatoria			1.116	2.441

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$y = a + b(x)$$

$$b = \frac{1.116}{2.441}$$

$$b = 0.471$$

$$a = 1.33 - 0.471(2.91)$$

$$a = -0.00569$$

$$y = 0.459(x) - 0.00569$$

Tenemos la ecuación de mayor ajuste de la recta para determinar la capacidad efectiva de rastra

$$ce = 0.4533ha/hr$$

Con los datos de las características del implemento de la rastra calculamos el ct .
Con la ecu. (5)

$$ct = (axv)K \times \text{eficiencia de campo de implemento}$$

$$a = 1.80m$$

$$v = 5.5 \text{ km/h}$$

$$k = 0.1$$

Eficiencia en campo de la rastra 80% (valor de anexo N°2)

$$ct = (1.8 \times 5) \times 0.1 \times 0.80 \quad ct = 0.72 \text{ Ha/Hr}$$

Tenemos la eficiencia de campo experimental

$$\%nc = \frac{0.4533}{0.72} \times 100 = 63.00\%$$

c). Cálculo de capacidad efectiva, capacidad teórica y la eficiencia de campo para la actividad de surcado.

Ecuación (4)

$$\%nc = \frac{ce}{ct} \times 100$$

Tabla 2.8 Datos obtenidos del control de campo como el área y el tiempo de trabajo para el surcado

DATOS DE ÁREA (Ha) Y TIEMPO (HRS.) EN LA ACTIVIDAD DEL SURCADO profundidad (20 Cm)				
N° de parcela	Tiempo (Hr)	Área (Ha)	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$	$(x_i - \bar{x})^2$
2	2.70	1.15	0.12	0.26
7	2.35	1.02	0.31	0.74
11	3.78	1.63	0.14	0.33
23	4.00	1.73	0.28	0.63
promedio	3.21	1.33		
Sumatoria			0.84	1.95

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$y = a + b(x)$$

$$b = \frac{0.84}{1.95}$$

$$b = 0.431$$

$$a = 1.33 - 0.431(3.21)$$

$$a = -0.00535$$

$$y = 0.431(x) - 0.00535$$

Tenemos la ecuación de mayor ajuste de la recta para determinar la capacidad efectiva de rastra

$$ce = 0.4256ha/hr$$

Con los datos de las características del implemento de la surcadora calculamos el

ct. Con la ecuación (5)

ct=(axv)K x eficiencia de campo de implemento

$$a=1.00m$$

$$v= 6.5 km/h$$

$$k= 0.1$$

Eficiencia en campo de implemento = 85% (valor de anexo2)

$$ct = (1.00 \times 6.5) \times 0.1 \times 0.85$$

$$ct = 0.5525$$

Tenemos la eficiencia de campo experimental

$$\%nc = \frac{0.4256}{0.5525} \times 100 = 77.04\%$$

2.3.4 Cálculo del número de maquinaria necesaria para poder realizar las diferentes actividades de preparación en terreno de condiciones de seco.

Para poder determinar o calcular el número de elementos de haremos el uso de la fórmula de la ecuación (16):

$$\text{Número de elementos operativos} = \frac{\text{Magnitud de trabajo}}{\text{Capacidad efectiva de trabajo} \times \text{TCT}}$$

a. Cálculo del número de maquinaria para la preparación de terreno en seco en la actividad del arado.

- Para el cultivo de alfalfa, teniendo 20 días calendarios y 8 horas de trabajo.

Tenemos los siguientes datos.

Magnitud de trabajo= 45 Ha.

Capacidad de trabajo o capacidad efectiva experimental = 0.18551 Ha/Hr

TCT= 136hrs

$$\text{Número de elementos operativos} = \frac{45 \text{ Ha}}{0.18551 \text{ Ha/Hr} \times 136 \text{ Hr}}$$

#de maquinas = 1.78 equivalente a 2 máquinas

- Para el cultivo de maíz, teniendo 15 días calendarios y 8 horas de trabajo.

Para poder calcular la cantidad de maquinaria para la actividad de arado para el cultivo de maíz, en las mismas condiciones que para el cultivo de alfalfa, tendremos el mismo valor de capacidad de trabajo.

Datos:

Magnitud de trabajo= 40 Ha.

Capacidad de trabajo o capacidad efectiva experimental = 0.18551Ha/Hr

TCT= 104hrs

$$\text{Número de máquinas} = \frac{40}{0.18551\text{Ha}/\text{Hr} \times 104\text{Hr}}$$

#de máquinas = 2.07 equivalente a 2 máquinas

b. Cálculo del número de maquinaria para la preparación de terreno en seco en la actividad de la rastra.

- **Para el cultivo de alfalfa teniendo 10 días calendarios y 8 horas de trabajo.**

Magnitud de trabajo= 45 Ha.

Capacidad de trabajo o capacidad efectiva experimental = 0.4533Ha/Hr

TCT= 72 hrs

$$\text{Número de máquinas} = \frac{45}{0.4533\text{Hr}/\text{Ha} \times 72\text{Hr}}$$

#de máquinas = 1.37 equivalente a 2 máquinas

- **Para el cultivo de maíz teniendo 15 días calendarios y 8 horas de trabajo.**

Magnitud de trabajo= 40 Ha.

Capacidad de trabajo o capacidad efectiva experimental = 0.4533 Ha/Hr

TCT= 104 hrs.

$$\text{Número de máquinas} = \frac{40}{0.4533\text{Hr}/\text{Ha} \times 104\text{Hr}}$$

#de máquinas = 0.848 equivalente a 1 máquinas

c. Cálculo del número de maquinaria para la preparación de terreno en seco en la actividad del surcado.

- **Para el cultivo de maíz teniendo 15 días calendarios y 8 horas de trabajo.**

Magnitud de trabajo= 40 Ha.

Capacidad de trabajo o capacidad efectiva experimental = 0.4256 Ha/Hr

TCT= 104 hrs

$$\text{Número de máquinas} = \frac{40}{0.4256 \text{ Ha/Hr} \times 104 \text{ Hr}}$$

#de máquinas = 0.90 equivalente a 1 máquinas

2.3.5 Determinación De Costo

Para determinar el costo, se determinó que la maquinaria agrícola será arrendada ya que será utilizada en una campaña al año, la cual determinará un costo fijo en nuestra producción de ambos cultivos. Los precios de alquiler de máquina con sus respectivos implementos serán según se detalla

Tabla 2.9 Costo de máquina con su respectivo implemento por hora de trabajo.

Tractor agrícola con implemento de:	Costo por hora maquina
Arado de tres discos de 26 pulgadas	S/. 50.00
Rastra de 18 discos de 22 pulgadas	S/. 60.00
Surcadora de tres cuerpos	S/. 60.00

Para poder determinar el costo en la preparación de suelo tendremos el total de horas máquina para realizar cada actividad (arado, rastra y surcado)

Total de horas de trabajo en alfalfa 45 hectáreas

Arado

Tenemos la capacidad efectiva de $C_e=0.18551 \text{ Ha/Hr}$

Haciendo la inversión tendremos el tiempo de trabajo para una hectárea de terreno

$$t=1/ce$$

$$t = \frac{1}{0.18551} = 5.39\text{hrs/ha}$$

Por lo tanto para 45 ha se requiere de 242.55 horas maquina

Rastra

Tenemos la capacidad efectiva de $Ce=0.4533\text{Ha/Hr}$

Haciendo la inversión tendremos el tiempo de trabajo para una hectárea de terreno

$$t=1/ce$$

$$t = \frac{1}{0.4533} = 2.20\text{hrs/ha}$$

Por lo tanto para 45 ha se requiere de 99.00 horas máquina

Total de horas de trabajo en maíz 40 hectáreas

Arado

Tenemos la capacidad efectiva de $Ce=0.18551\text{Ha/Hr}$.

Haciendo la inversión tendremos el tiempo de trabajo para una hectárea de terreno

$$t=1/ce$$

$$t = \frac{1}{0.18551} = 5.39\text{hrs/ha}$$

Por lo tanto para 40 ha se requiere de 215.60 horas máquina

Rastra

Tenemos la capacidad efectiva de $Ce=0.4533\text{Ha/Hr}$.

Haciendo la inversión tendremos el tiempo de trabajo para una hectárea de terreno

$$t=1/ce$$

$$t = \frac{1}{0.4533} = 2.20\text{hrs/ha}$$

Por lo tanto para 40 ha se requiere de 88.00 horas máquina

Surcado

Tenemos la capacidad efectiva de $Ce=0.4256\text{Ha/Hr}$.

Haciendo la inversión tendremos el tiempo de trabajo para una hectárea de terreno

$$t=1/ce$$

$$t = \frac{1}{0.4256} = 2.35\text{hrs/ha}$$

Por lo tanto para 40 ha se requiere de 94 horas máquina

III. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADO

3.1.1 Determinación de las eficiencias de campo para las actividades de aradura, rastra y surcado, cuyos resultados se indica en la tabla 4.1

Tabla 3.1 Porcentaje de eficiencia de campo (*nc*) según el tipo de actividad realizada.

TIPO ACTIVIDAD	EFICIENCIA DE CAMPO (%) EXPERIMENTAL
ARADURA	70.50 %
RASTRA	63.00%
SURCADO	77.04%

3.1.2 Gráfica de las ecuaciones lineales de mayor ajuste a la recta según las ecuaciones obtenidas por el método de los mínimos cuadrados.

- Tenemos la gráfica de la ecuación lineal obtenida por medio del método de mínimos cuadrados para la actividad del arado.

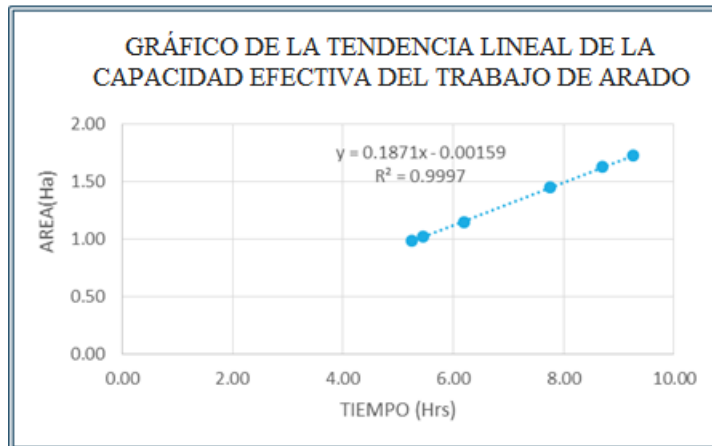


Figura: 3.1 Gráfica de tendencia lineal de la capacidad efectiva de trabajo de arado.

- Tenemos la gráfica de la ecuación lineal obtenida por medio del método de mínimos cuadrados para la actividad de la rastra.

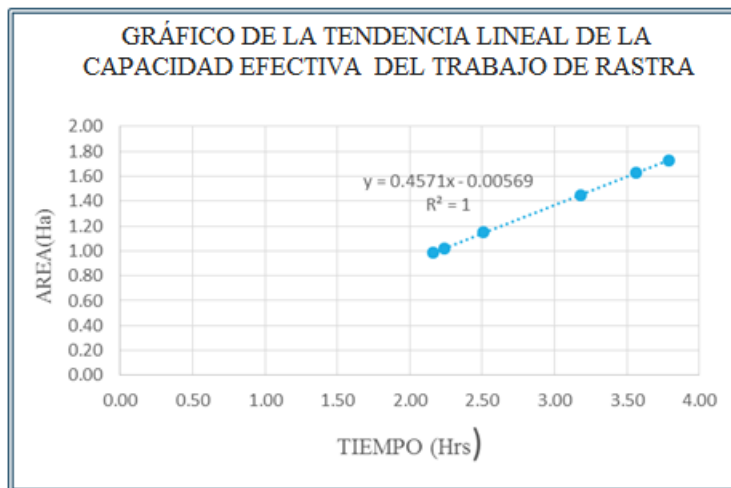


Figura: 3.2 Gráfico de la tendencia lineal de la capacidad efectiva del trabajo de rastra.

- Tenemos la gráfica de la ecuación lineal obtenida por medio del método de mínimos cuadrados para la actividad del surcado.

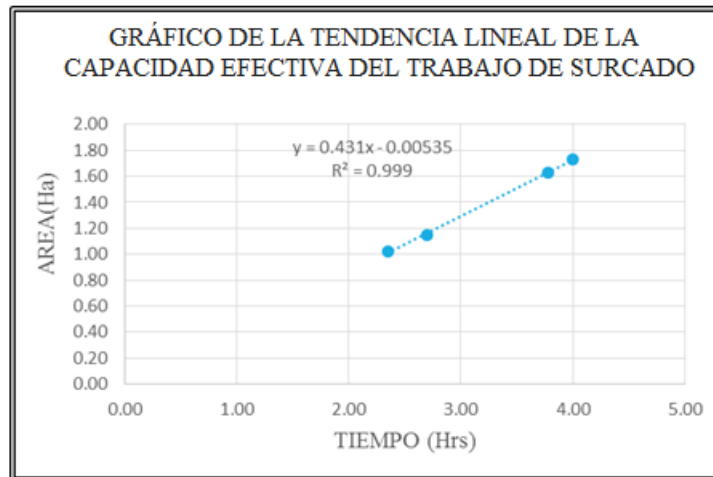


Figura: 3.3 Gráfico de la tendencia lineal de la capacidad del trabajo de surcado.

3.1.3 El número de máquinas agrícolas para poder preparar 45 hectáreas de terreno en condiciones de secano para el cultivo de alfalfa ha resultado con el siguiente detalle

- Para la actividad de aradura en 20 días calendario con un horario de trabajo de 8 hr/día se utilizó la cantidad de 2 unidades tractivas con su respectivo implemento las cuales son arados de 3 discos con diámetros de 26 pulgadas.
- Para la actividad de rastra en 10 días calendario con un horario de trabajo de 8 hr/día se utilizó la cantidad de 2 unidades tractivas con su respectivo implemento la cual es una rastra de 18 discos con diámetros de 22 pulgadas.

3.1.4 El número de máquinas agrícolas para poder preparar 40 hectáreas de terreno en condiciones de secano para el cultivo de maíz ha resultado con el siguiente detalle.

- Para la actividad de aradura en 15 días calendario con un horario de trabajo de 8 hr/día se utilizó la cantidad de 2 unidades tractivas con su respectivo implemento los cuales son arados de 3 discos con diámetros de 26 pulgadas.

- Para la actividad de rastra en 15 días calendario con un horario de trabajo de 8 hr/día se utilizó la cantidad de 1 unidades tractivas con su respectivo implemento la cual es una rastra de 18 discos con diámetros de 22 pulgadas.

- Para la actividad del surcado en 15 días calendario con un horario de trabajo de 8 hr/día se utilizó la cantidad de 1 unidad tractiva con un implemento de surcadora de 3 rejas

Tabla 3.2 Número de unidades tractivas según tipo de actividades y cultivo

ACTIVIDAD	CULTIVO			
	ALFALFA (45 Ha)		MAÍZ (40Ha)	
	Nº de máquinas	Días (calendario)	Nº de máquinas	Días (calendario)
ARADO	2	20	2	15
RASTRA	2	10	1	15
SURCO			1	15

3.1.5 Costo total de preparación de terreno por actividad.

Tabla 3.3 Cuadro de resultados Horas de trabajo y costo total de preparación por actividad en la preparación de terreno en secano.

Actividad	Alfalfa (45 ha)			Maíz (40 ha)		
	Horas totales	Costo/hr. (S/.)	Costo/actividad (S/.)	Horas totales	Costo/hr. (S/.)	Costo/actividad (S/.)
aradura	242.55	50.00	12,127.50	215.60	50.00	10,780.00
rastra	99.00	60.00	5,940.00	88.00	60.00	5,280.00
surcado				94.00	60.00	5,640.00
Costo total			18,067.50			21,700.00

3.2 DISCUSIÓN

Se logró desarrollar las actividades de (aradura, rastrado y el surcado) para la preparación de terreno en seco para los cultivos de alfalfa y maíz, en 6 parcelas de diferentes extensiones superficiales (1.15, 1.45, 1.02, 1.63, 1.73, 0.98 Ha) y obteniendo los datos necesarios para poder determinar el número de maquinaria requerida para preparar en su totalidad y cumplir con el calendario agrícola propuesto en el proyecto.

- Se realizó el cálculo de las capacidades de trabajo efectivo, la capacidad de trabajo teórico y eficiencias de campo real para cada implemento utilizado en: arado, rastra y surcadora.

Tabla N. 3.4 Valores de las capacidades de trabajo (efectivo y teórico), valores de la eficiencia de campo.

ACTIVIDAD E IMPLEMENTO	CAPACIDAD DE TRABAJO		Eficiencia de Campo % experimental (<i>nc%</i>)
	EFFECTIVA (<i>ce</i>) Ha/Hr EXPERIMENTAL	TEÓRICA (<i>ct</i>) Ha/Hr	
Aradura (arado)	0.18551	0.2629	70.50
Rastrillado (rastra)	0.4533	0.72	63.00
Surcado (surcadora)	0.4256	0.5525	77.04

Los resultados obtenidos de eficiencia de campo de la máquina que se utilizó en la ejecución del proyecto se encuentran aproximados a los valores establecidos de en el cuadro del anexo 1.

Tabla N. 3.5 Cuadro comparativo de los valores de eficiencia de campo experimental y la eficiencia de campo según Camacho, H. y otros.

Actividad	Eficiencia de Campo % Experimental (<i>nc%</i>)	Eficiencia de Campo % Según Camacho, H. y otros. (<i>nc%</i>)
Arado	70.50	75 - 90
Rastra	63.00	80 - 90
Surcado	77.04	80 - 90

- La diferencia que existe entre los valores calculados de eficiencia de campo (*nc*) con respecto a los valores teóricos citados en la bibliografía, es debido a las condiciones de la maquinaria, ya que las utilizados en el campo son máquinas repotenciadas y con 8-10 años de antigüedad de fabricación, a las características de los terrenos.
- Las profundidades de arado para ambos cultivos se maneja de forma igual, puesto que la mayor parte de los nutrientes se encuentra en la parte superficial de los suelos.
- Los gráficos que se muestran representa la relación del área de trabajo con respecto al tiempo, lo cual determina la ecuación con la que podremos asignar el número de horas requeridas para poder preparar las 85 Ha. de terreno en condiciones de secano.
- Los valores de R^2 o coeficiente de correlación nos indica el grado de relación que existe entre las variables de área (Ha) y tiempo (Hr) y teniendo como resultado una correlación positiva, ello nos indica que las horas de trabajo serán dependientes de acuerdo a la extensión o área de terreno que disponemos.
- Por último la demanda de maquinaria necesaria para poder cubrir el total de terreno a preparar será alquilada, ya que en dicha zona del proyecto se encuentran maquinarias que se dedican a realizar estas diferentes actividades de preparación de terreno en condición de secano.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La cantidad de unidades tractivas para la actividad de arado en los periodos establecidos según el calendario agrícola para la zona de San Juan de Porvenir – Quinrapa - Huanta y en una extensión de 45 Ha para alfalfa es de 2 unidades, para una extensión de 40 Ha de maíz es de 2 unidad tractiva.
- La cantidad de unidades tractivas para la actividad de rastra en los periodos establecidos según el calendario agrícola para la zona de San Juan de Porvenir – Quinrapa - Huanta y en una extensión de 45 Ha para alfalfa es de 2 unidades tractivas, para una extensión de 40 Ha de maíz es de 1 unidad tractiva.
- La cantidad de unidades tractivas para la actividad de surcado en los periodos establecidos según el calendario agrícola para la zona de San Juan de Porvenir – Quinrapa - Huanta, para una extensión de 40 Ha de maíz es de 1 unidad tractiva.
- Se determinó las eficiencias de campo con el apoyo de las fórmulas de los mínimos cuadrados, para poder graficar la recta de mayor ajuste y poder determinar las horas necesarias que se debe de utilizar en la preparación de las 85 Ha de terreno en condiciones de secano.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para poder determinar o calcular la cobertura total de trabajo de una maquinaria se debe tener en cuenta las pendientes de terreno, ya que en la zona del estudio se ha considerado solo terrenos con pendientes suaves menores al 10 % de pendiente.
- Al realizar los trabajos en el campo tener en conocimiento los tipos de suelos ya que también podría influir en la demanda de maquinaria.
- Tener en cuenta las profundidades de arado de acuerdo a la profundidad de raíz de los cultivos a instalar.

IV. BIBLIOGRAFÍA

- ARNAL, A. P. (2005). Tractores y Motores Agrícolas, 3° edición, edit. Edición Mundi Prensa. España.
- ÁLVARES, C. A. (2004). Administración de maquinaria agrícola, 1° edición, edit. Unibiblios. Bogotá Colombia.
- CAMACHO, H. G. y Otros. (1991). Maquinaria agrícola, ICA, Programa de maquinaria agrícola. Bogotá Colombia.
- POLANCO, P. M.F (2007) Maquinaria y mecanización agrícola, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia
- RODRÍGUEZ, F.V (2001) Organización de las operaciones Agrícolas mecanizadas, 1° edición, CIP-FIA Lima – Perú
- SENA. (1985) Tractorismo Preparación de Suelos, edición Buga, febrero 1985 Colombia.
- <http://www.fao.org/ag/ca/es/3b.html>
- <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/.../Ajuste%20por%20minimos%20cuadrados.pdf>

ANEXO

ANEXO 01: TABLA DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN Y EFICIENCIA DE CAMPO DE LAS LABORES MECANIZADAS

Labor	Velocidad Km/h	Eficiencia %
Labranza	4 - 6.5	75 - 90
Arada	4.5 - 8.8	75 - 90
Rastrillada	4.5 - 8.0	80 - 90
Pulida	3.5 - 5.5.	70 - 90.
Rastra de púas	5.5 - 8.0	80 - 90
Surcada	6 - 9.0	80 - 90
Packers	5 - 7.0	80 - 90
Nivelación	4 - 6.5	65 - 80
Siembra	3 - 4.5	65 - 80
Sembradora de maíz	Variable	65 - 85
Sembradora chorro	2.5 - 4.5	60 - 80
Culturales	4.0 - 8.0	70 - 90
Aspersión	5.5 - 8.0	70 - 90
Cultivada (1)		
Cultivada (2)		
Guadañas		

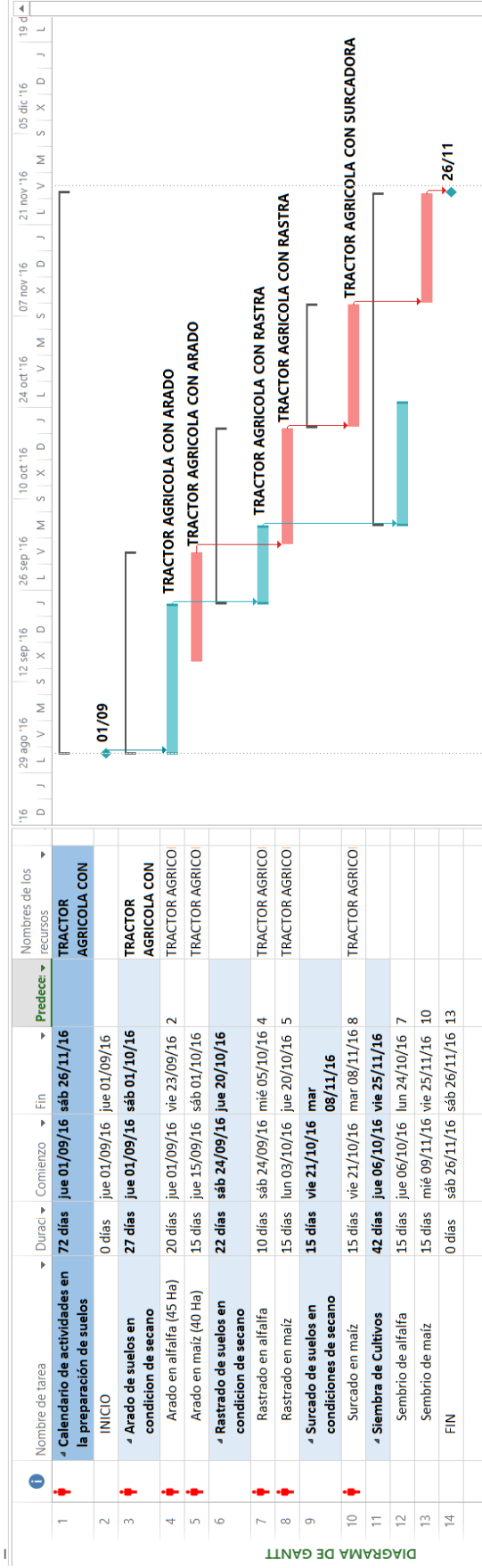
Fuente: Camacho, H. y otros. 1991

ANEXO 02: TABLA DE VALORES DE EFICIENCIA DEL IMPLEMENTO

IMPLEMENTO	EFICIENCIA EN CAMPO DEL IMPLEMENTO (%)
Arada	77.90 %
Rastra	80 .00%
Surcadora	85.00%

Fuente: Rodríguez, F. 2001

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO “DEMANDA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA PREPARACIÓN DE TERRENO PARA ALFALFA Y MAÍZ EN SECANO, A PARTIR DE LA CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS, QUINRAPA, HUANTA, AYACUCHO-2016”



CALENDARIO DE ACTIVIDAD PARA EL CULTIVO DE ALFALFA

CALENDARIO DE ACTIVIDAD PARA EN CULTIVO DE MAIZ

ANEXO 04: PARTE DIARIO DE CONTROL DE MAQUINARIAS

REPORTE DIARIO DE MAQUINARIA

FOLIO N° 001.....



FRENTE: El Porvenir..... FECHA: 08-08-16.....
 EQUIPO: TRACTOR AGRICOLA..... MARCA: SHASHAI.....
 MODELO: SN-504E..... No. ECONOMICO:.....
 PROPIETARIO: FAM. GALVES..... RENTADO: (SI) (NO)
 OPERADOR: WALTER GALVES.....

HOROMETRO:	INICIAL <u>8:AM</u>	FINAL <u>2:42 PM</u>
------------	---------------------	----------------------

TRABAJOS

CONSUMO

HRS. EFECTIVAS..... <u>6 hr. 12 min</u>	DIESEL (LTS)..... <u>22.00 Litros</u>
HRS. INACTIVAS..... <u>10 min</u>	GASOLINA (LTS).....
HRS. TRANSITO..... <u>20 min</u>	ACEITE DE MOTOR (LTS).....
HRS. DE REPARACION.....	ACEITE HIDRAULICO (LTS).....
TOTAL..... <u>6 hr. 42 min</u>	GRASA (KG).....

CAUSAS HRS. INACTIVAS O REPARACION:

El tiempo de horas inactivas son ocasionadas por la
verificación y ajustes realizados durante la operación.....

DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO:

El tractor agrícola se realizó los trabajos de arado
con un arado de disco de 3. versos.....

PARCELA: <u>FAM.</u> <u>JUSCAMBITA</u>	NUMERO: <u>09</u>	AREA <u>1.15 Ha</u>
---	-------------------	---------------------

OBSERVACIONES:

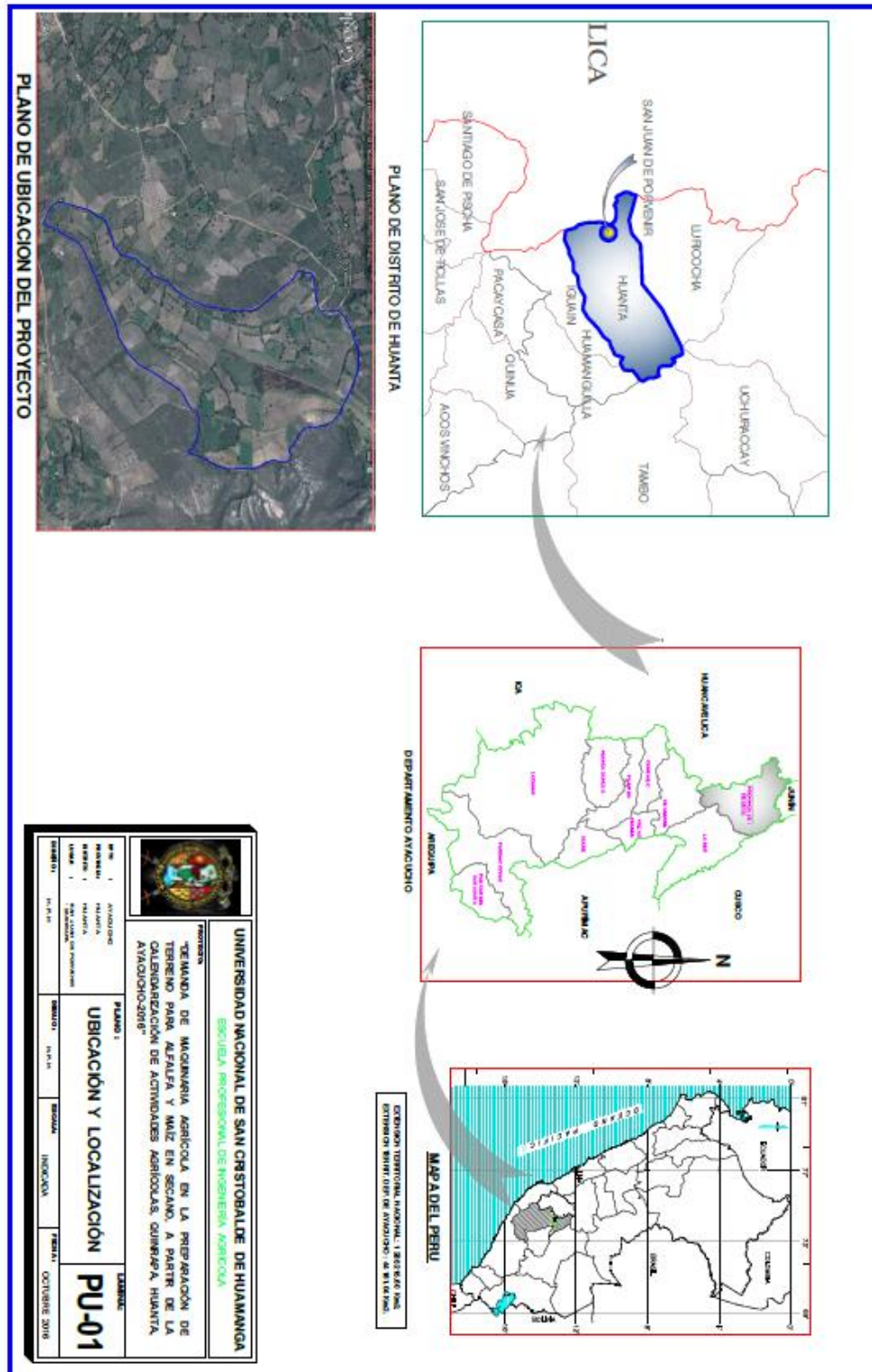
Los labores realizados como el arado se han
realizado en terreno plano y un tipo de suelo
franco.....

.....
OPERADOR

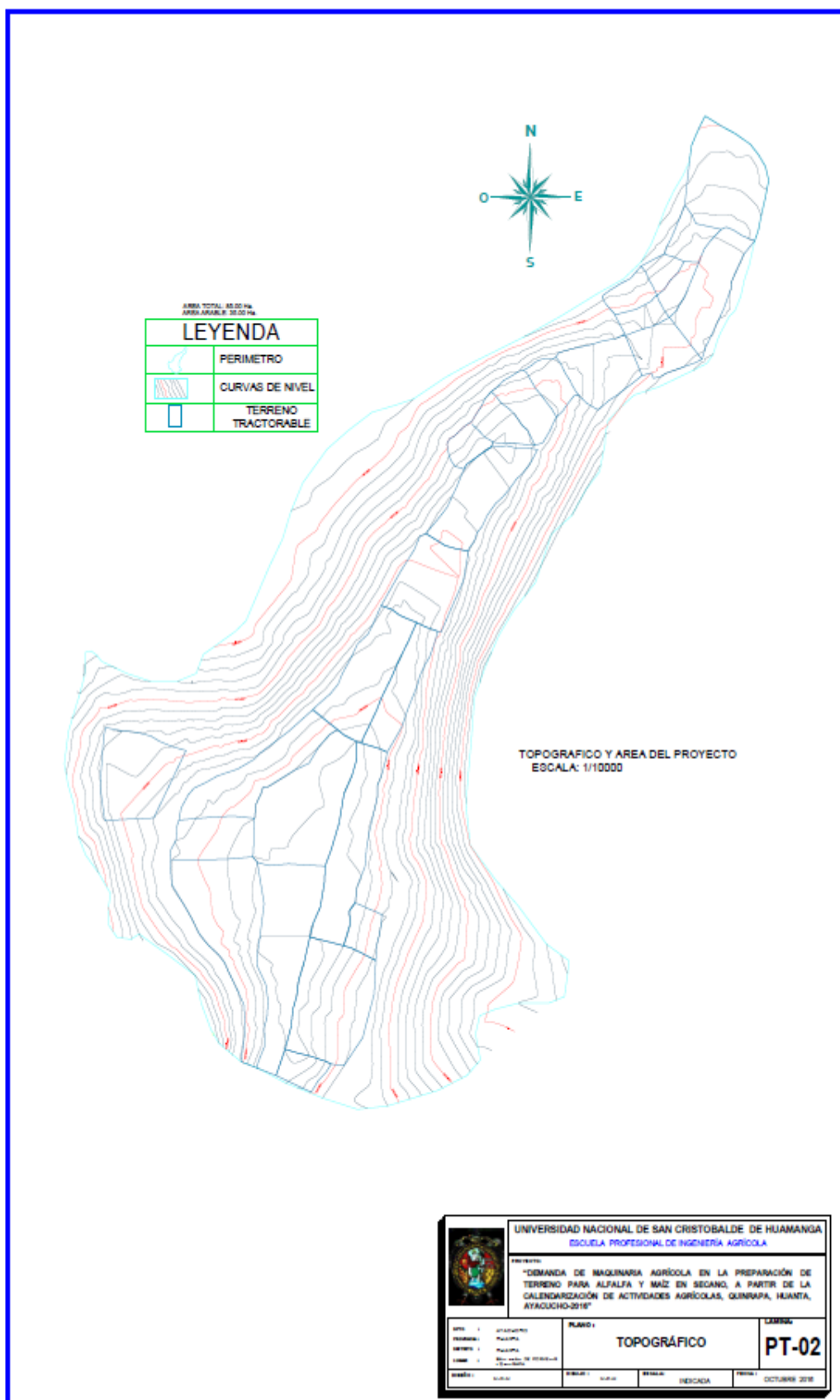
.....
RESIDENTE

ANEXO 05: PLANOS

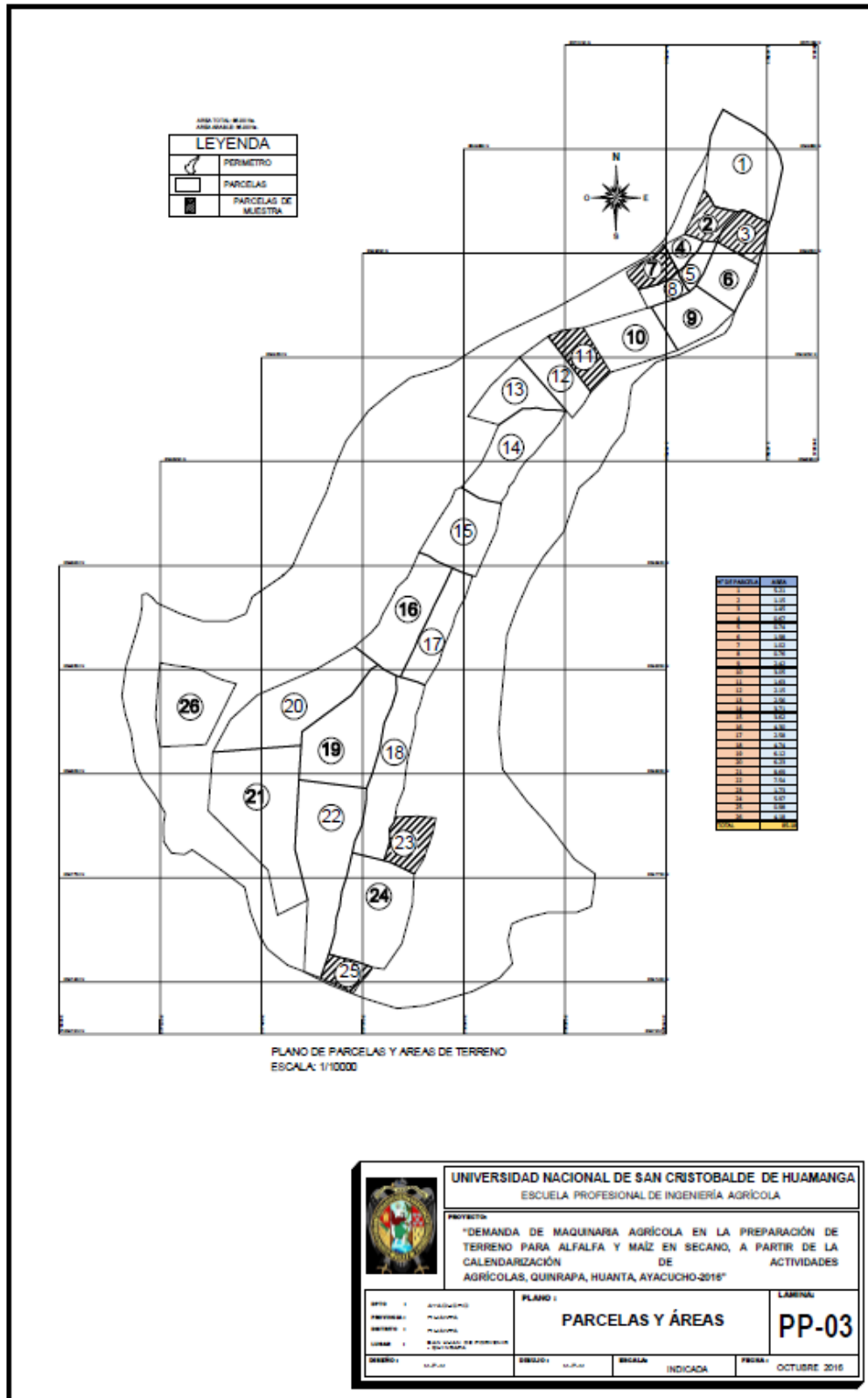
- PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



- PLANO TOPOGRÁFICO



- PLANO DE PARCELAS



ANEXO 06. PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO



FOTOGRAFIA 01 MEDICION DE LAS AREAS DE TRABAJO



FOTOGRAFIA 02: CONTROL DEL TIEMPO DE ARADO



FOTOGRAFIA 03: CONTROL DEL TIEMPO DE ARADO



FOTOGRAFIA 04: CONTROL DEL TIEMPO DE ARADO PARCELA 07



FOTOGRAFIA 05: CONTROL DEL TIEMPO DE LA ACTIVIDAD DE RASTRA



FOTOGRAFIA 06: CONTROL DEL TIEMPO DE LA ACTIVIDAD DEL SURCADO