



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD DE  
ZARAGOZA

## PROYECTO –TRABAJO FIN DE CARRERA

### **Transformación a regadío con máquinas pivot de una superficie de 860 ha en la región costera de Malindi (Kenia)**

AUTOR: **Miguel Angel Ric Sorinas**  
ENSEÑANZA: **Ingeniería Técnica Agrícola**  
DIRECTOR/ES: **Jose Antonio Cuchí / Antonio Boné**  
FECHA: **Agosto 2015**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD DE  
ZARAGOZA

## PROYECTO –TRABAJO FIN DE CARRERA

**Transformación a regadío con máquinas pivot de  
una superficie de 860 ha en la región costera de  
Malindi (Kenia)**

**DOCUMENTO 1: MEMORIA**

# MEMORIA

## ÍNDICE

<b>1. Antecedentes y objeto</b> .....	6
1.1 Condiciones impuestas por el promotor .....	6
1.2 Objeto del proyecto .....	7
<b>2. Descripción de la zona</b> .....	8
2.1 Situación .....	10
2.2 Medidas públicas en la zona .....	11
<b>3. Estudio climatológico</b> .....	12
3.1 Temperatura .....	13
3.2 Precipitaciones .....	14
3.3 Humedad Relativa .....	14
3.4 El viento .....	14
3.5 Caracterización de las condiciones climáticas .....	15
3.6 Clasificaciones climáticas .....	15
3.7 Cálculo de la Evapotranspiración .....	18
<b>4. Estudio Edafológico</b> .....	21
4.1 Caracterización general del suelo .....	21
4.2 Mantenimiento de la enmienda orgánica y nutrientes .....	22
<b>5. Rotación de cultivos</b> .....	23
5.1 Cultivos propuestos para la rotación .....	23
5.2 Parámetros de rotación .....	24
<b>6. Características y justificación del sistema de riego elegido</b> .....	25
6.1 Características generales del riego por aspersión .....	25
6.2 Justificación del sistema de riego elegido .....	26
6.3 Características de las máquinas pívot .....	27
<b>7. Cálculo de las necesidades de agua de riego</b> .....	32

7.1 Necesidades de agua de riego .....	32
7.2 Necesidades reales .....	32
7.3 Necesidades reales de riego por aspersión .....	34
7.4 Dimensionado del riego por aspersión .....	35
7.5 Dosis máxima de riego .....	35
7.6 Dosis útil de riego .....	36
7.7 Dosis real de riego .....	37
7.8 Cálculo del riego .....	38
7.9 Espaciamiento entre riegos .....	38
7.10 Cálculo del riego por aspersión mediante pivot .....	39
7.11 Espaciamiento o intervalo entre riegos .....	43
<b>8. Cálculo hidráulico de la red de riego .....</b>	<b>43</b>
8.1 Parámetros generales .....	43
8.2 Parámetros de los nodos de consumo .....	44
8.3 Cálculos hidráulicos .....	45
8.4 Elementos de las tuberías .....	47
8.5 Elementos de calderería .....	48
8.6 Ventosas .....	48
8.7 Desagües .....	49
8.8 Obra civil .....	49
8.9 Movimiento de tierras .....	50
<b>9. Elementos singulares .....</b>	<b>50</b>
9.1 Válvulas de ventosa .....	50
9.2 Tomas de riego .....	52
9.3 Válvulas de mariposa .....	52
9.4 Válvulas hidráulicas .....	53
9.5 Válvulas de retención .....	53

9.6 Desagües .....	54
9.7 Codos .....	54
9.8 Reducciones .....	54
9.9 Piezas de derivación .....	55
9.10 Anclajes .....	55
9.11 Filtros .....	57
9.12 Grupo generador .....	61
9.13 Instalación fotovoltaica .....	62
<b>10. Marco legal .....</b>	<b>64</b>
10.1 Panorama general .....	64
10.2 Marco económico .....	65
10.3 Importación .....	67
10.4 Aranceles y regímenes económicos aduaneros .....	68
10.5 Inversiones extranjeras/incentivos a la inversión .....	70
10.6 Sistema fiscal .....	73
10.7 Financiación .....	73
10.8 Legislación laboral .....	75
<b>11. Estudio de viabilidad e inversión .....</b>	<b>76</b>
11.1 Situación actual .....	77
11.2 Precios de las producciones del cultivo .....	77
11.3 Costes de producción de los cultivos .....	79
11.4 Ingresos anuales .....	81
11.5 Estudio de rentabilidad de la inversión .....	82
11.6 Estudio de viabilidad .....	86
11.7 Conclusiones .....	86
<b>12. Documentos de los que consta el proyecto .....</b>	<b>86</b>
<b>13. Bibliografía .....</b>	<b>88</b>

## **1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.**

En este proyecto se plantea el estudio y cálculo de “Transformación a regadío mediante máquinas pivot en una parcela de una superficie de 860 has, situada en la región costera de Malindi, en el este de Kenia”.

A lo largo de la historia, esta parcela siempre se ha encontrado totalmente en desuso agrícola, en estos momentos cuenta con un semibosque de matorral bajo, compuesto por numerosas especies autóctonas del país, y dependiendo del periodo estacional y principalmente de las estaciones donde la lluvia está más presente, se encuentra transformada en pastizal, sirviendo en la actualidad para el pastoreo del ganado vacuno, regentado por los grupos tribales que allí viven.

Las posibilidades de desarrollo en esta parcela situada en la región costera de Kenia y el interés en estudiarla, es debido a la combinación de muchos factores, es importante conocer el interés por parte del gobierno en desarrollar el sector agrícola, así como conocer un poco la importancia que tiene el sector agrícola en el país y también por supuesto la buena situación estratégica y logística que ésta tiene dentro de Kenia, ya que se encuentra a solo dos horas y media de la ciudad de Mombasa, la segunda ciudad más importante de Kenia, a tan solo media hora de Malindi, una población importante en el este de África, y el gran potencial de producción que le puede ofrecer el río Galana, que pasa por el linde norte de la finca, que se encuentra en su fase final de desembocadura al mar, el cual es lo suficientemente caudaloso durante todas las estaciones del año, capaz de suministrar la cantidad de agua suficiente y necesaria para el desarrollo de cualquiera de los cultivos que se instalen.

### **1.1.- Condiciones impuestas por el promotor.**

En este proyecto se plantea el estudio y cálculo de transformación a regadío mediante máquinas pívot de una superficie de 860 has. Con el fin de optimizar el proyecto lo máximo posible y dado que en esta región no hay problemas de conseguir más superficie para cultivar, solamente se valoraran las superficies regadas por los pívots, no teniendo en cuenta las posibilidades sobre la tierra que quede libre entre pívot y pívot y entre estos y los propios lindes.

El promotor desea conocer de primera mano las posibilidades reales de desarrollar un proyecto de estas características en este país, teniendo muy en cuenta que no es fácil tener disposición de la mayoría de los elementos que aquí se emplearán en las infraestructuras del riego, y que por lo tanto resulta necesario anticiparse a todos aquellos problemas que puedan surgir, anticipándonos a ellos con material de reserva y con una infraestructura óptima y lo más sencilla posible, que cumpla con los requisitos que se le exigen pero que no dé lugar a posibles averías o problemas imposibles de solucionar, o cuando menos a una larga estancia de resolución, ya que esto provocaría el

parón agronómico del cultivo, conllevándose con ello grandes mermas en la producción y con ello la rentabilidad del proyecto.

### **1.2.-Objeto del proyecto.**

El objeto del presente proyecto es la transformación a regadío de una parcela de 860 hectáreas mediante máquinas pivot, ya que al redactor se le plantea la posibilidad real de explotar dicha extensión de tierra. Otro objetivo de este proyecto es también conocer y analizar de primera mano las posibilidades tanto técnicas como económicas de llevar hacia adelante la explotación de dichas tierras, bajo un marco de trabajo el cual sea capaz de aprovechar el conocimiento y el desarrollo tecnológico que se conoce en la agricultura española combinado con las posibilidades y pormenores particulares que ocasiona el intentar desarrollar un proyecto de estas características en un lugar donde a pesar de que la agricultura juega un papel fundamental en la economía del país, el desarrollo tecnológico actual es mínimo.

Por lo tanto en este proyecto se analizarán y se deberá tener en cuenta todos los detalles que el propio país y su situación en particular puedan condicionar.

Para poder llevar a cabo la transformación a regadío, se hace necesario el diseño de un punto receptor el cual recoge el agua que proviene del río, posteriormente una tubería de más de 3 km para poder dotar de presión suficiente al sistema de riego a nivel de parcela, así como el diseño de un equipo de filtrado en el inicio de la tubería principal de la finca, conducciones e instalaciones de tuberías, principalmente.

Para el desarrollo del presente proyecto se necesitan los siguientes estudios:

- Estudio de la climatología para poder determinar los periodos de sequía y pluviometría de la zona y conocer así la evapotranspiración, los regímenes de temperatura, vientos, etc.
- Estudio general de suelos que determine sus características más relevantes.
- Cálculo de la dosis de agua de riego necesarias para los cultivos a implantar en la parcela.
- Estudio de los posibles cultivos y posibles rotaciones para el mejor rendimiento de la parcela.
- Diseño y distribución de la red de riego.
- Estudio de viabilidad económica.

Todos estos apartados serán analizados y calculados en los anejos correspondientes que se desarrollarán a continuación.

Con la realización de este proyecto se pretende calcular la puesta en riego de la finca, como ya se ha mencionado anteriormente, que ayude a transformar una superficie dedicada al pastoreo del ganado vacuno con unos rendimientos económicos muy bajos en una superficie dedicada a la agricultura con un sistema de irrigación el cual permita optimizar al máximo las posibilidades que esta nos puede ofrecer, incentivando y promocionando un nuevo modelo de desarrollo en la agricultura keniana.

## **2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.**

Al encontrarnos con un proyecto enmarcado fuera de nuestro País y la legislación europea, se considera oportuno aportar más información de lo habitual en este apartado.



Kenia se encuentra en el este de África, está atravesada por el Ecuador y tiene frontera al Sur con Tanzania, al Oeste con Uganda, al Norte con South Sudán y Etiopía, y al Este con Somalia..

Su nombre oficial es República de Kenia, tiene una superficie de 569.259 km<sup>2</sup>, su población es de 42,7 millones de habitantes (2012) y la capital es Nairobi.

La lengua oficial es el inglés y la lengua nacional es el swahili. Ambas conviven con cerca de un centenar de otras lenguas, propias de las 42 etnias y múltiples sub-etnias que constituyen el mosaico racial keniano.

Según la Constitución de 2010, Kenia es una república presidencialista. El jefe del Estado se elige por sufragio universal directo por un mandato de 5 años



renovable por otros cinco años. En estos momentos el presidente es Uhuru Kenyata.

La moneda nacional es el Chelin keniano, que mantiene un tipo de cambio bastante estable frente al USD (en torno a 86 ksh/USD) y el Euro (en torno a 115 ksh/€).

El desglose del PIB en 2011 por principales sectores de actividad, en orden de importancia: Agropecuario (21%), Transporte y Comunicaciones (12,4%), Comercio (10,8%), Manufacturas (9,6%), Servicios inmobiliarios (5,2%), Intermediación Financiera (4,2%) y Construcción (3,5%).

Kenia posee una variedad de climas que coinciden en gran medida con las regiones geográficas. La condición de ser un país atravesado por el Ecuador resulta en una escasa variación de temperaturas a lo largo del año. Sin embargo, de unas regiones a otras se encuentran grandes diferencias en temperaturas medias y en precipitaciones. Esta diversidad climatológica se debe principalmente a los vientos y las diferencias de altitud.

Es importante destacar el régimen de lluvias, debido a su influencia sobre la vida animal y sobre el estado de las carreteras, muchas de las cuales se inundan o embarran y quedan intransitables. Las *long rains*, o lluvias largas, tienen lugar entre marzo y junio, siendo estas muy abundantes y las *short rains*, o lluvias cortas, más moderadas, se producen entre octubre y noviembre. En general, las temperaturas son más elevadas durante los meses correspondientes al invierno boreal (enero, febrero y marzo).

Como corresponde a un país en desarrollo con una gran parte de la población que todavía vive en áreas rurales y depende de esta actividad, la agricultura en Kenia supone un alto porcentaje de la producción. No sólo se trata de una agricultura de subsistencia orientada a cubrir necesidades básicas, sino que este sector en Kenia tiene también una importante industria con una destacada actividad exportadora, como es el caso del té, café y flores frescas.

Es importante conocer que la superficie agrícola supone el 9% del territorio y que a pesar del proceso de diversificación de la agricultura – principalmente de subsistencia- el peso del sector agrario, en términos de PIB se mantiene.

El sector agrícola en Kenia supone más de un 20% del PIB directamente, y alrededor de otro 20% indirectamente. El sector proporciona el 65% de las exportaciones nacionales (sobre todo té y café) y da trabajo a más de un 70% del empleo informal en áreas rurales.

Ya en el marco del África del Este, y en concreto de la Comunidad de África Oriental, Kenia es la principal economía, tanto en valor del PIB como en renta per capita. Kenia mantiene importantes lazos comerciales con el resto de países de la EAC (East Africa Community) como son Tanzania, Uganda, Rwanda

y Burundi, que formalmente constituyen un Mercado común de más de 100 millones de habitantes.

La situación geográfica de Kenia, con salida al mar y en concreto el puerto más importante de la región, Mombasa, la convierten en tránsito de bienes y mercancías no sólo hacia países miembros de la EAC, así como R.D.Congo, Sudán y Etiopía.

Es importante conocer que Kenia tiene el mercado bancario y financiero más sofisticado de África del Este y sólo superado en importancia por Sudáfrica, con productos y servicios de nivel internacional. Su sector de tecnología de la información es también líder en la región, y refleja la alta cualificación de una parte significativa de su fuerza laboral.

### 2.1.-Situación.

La finca objeto del presente estudio, como se ha comentado anteriormente, se encuentra en la Costa Este de Kenia, concretamente en la región costera de Malindi (antiguamente conocido como Melinde) por el cual pasa el río Galana y que a su vez desemboca en el océano Índico.



Malindi está a 120 kilómetros al noreste de Mombasa. Esta es la capital del distrito de Malindi y cuenta con una población de aproximadamente de 118.000 habitantes. Mombasa es una ciudad histórica y un importante puerto del Índico, con gran actividad comercial y turística.

Malindi cuenta con todo tipo de servicios para las personas que allí viven, está dotado de Supermercados, hospital, numerosos almacenes de comercio de todos los sectores, estaciones de servicio, servicios financieros y cuenta con un gran potencial que es el turismo. El turismo es la principal fuente de ingresos en Malindi, cuenta con un aeropuerto de alta importancia en Kenia, y

sirve de nudo de comunicaciones por una de las conexiones más importantes de Kenia que une la ciudad de Mombasa y Lamu.

## **2.2.- Medidas públicas en la zona.**

Es importante para el desarrollo de nuestro proyecto conocer de primera mano, cual es el apoyo por parte del gobierno estatal hacia la agricultura en general y hacia este tipo de proyectos y su visión.

Para ello se ha consultado con el Ministerio de Agricultura keniana desde el cual muestran un interés real en querer transformar el sector agrícola, desde una agricultura casi de subsistencia hacia una orientada al mercado. Para ello incita a que se utilicen las nuevas técnicas agrícolas que permiten mejorar la productividad y rendimiento de las explotaciones agrarias.

Dicho Ministerio ha elaborado un plan estratégico para conseguir este objetivo titulado: “Agricultura Sector Development Program” que en su segunda edición (2010-2020) fija los problemas, retos y desafíos del sector y establece distintas soluciones para resolverlos.

Además existen varias agencias e instituciones públicas que ayudan al desarrollo del sector primario, entre ellas:

1.- Kenya Agriculture Research Institute (KARI): realiza estudios de investigación en agricultura, ganadería y gestión del agua, que permiten mejorar el nivel de vida de las personas e impulsar la productividad en el sector.

Tiene varios programas entre ellos:

.- “Horticultural and Industrial Crop Research”: las principales funciones que realiza el KARI son: ayudar a los agricultores a cumplir con los requisitos de calidad en los mercados internacionales y cultivar e introducir nuevas variedades de semillas que resistan mejor a las enfermedades.

.- “Natural Resources Management”: la principal función que realiza es la de analizar la calidad del suelo y del agua, permitiendo a los agricultores tener un mejor conocimiento sobre qué clase de suministros tienen que utilizar. Estas pruebas de laboratorio se realizan en los centros que tiene el KARI repartidos por el país, previo pago por parte del agricultor.

2.- National Farmers Information Services (NAFIS): Proporciona información a los agricultores, bien mediante la web o el teléfono, sobre multitud de factores de la agricultura.

3.- Agriculture Finance Corporation (A.F.C.): institución financiera pública que otorga préstamos para el desarrollo de la agricultura. Tiene varias

modalidades de préstamos. Tiene un total de 34 sucursales repartidas por todo el país.

En 2011 otorgó préstamos a un total de 37.000 agricultores, con un montante de 2.700 millones de schilings (unos 26,2 millones de euros). Para 2015 quieren desarrollar un seguro para la agricultura. Como objetivo en los próximos diez años se propone alcanzar los 5 millones de clientes.

4.- National Cereals and Produce Board (NCPB): compañía pública que proporciona, entre otras funciones, fertilizantes a precios subvencionados para los agricultores. Los tipos de fertilizantes que ofertan son: Nitrato de Calcio y Amonio, Urea y Fosfato de Diamonio.

Dentro del plan "Vision 2030" el Gobierno realiza una compra de fertilizantes a granel. Con esta iniciativa se consigue una reducción de los costes, promocionar la mezcla local de tipos de fertilizantes y establecer plantas de manufacturas nacionales o regionales. Esta compra de fertilizantes se realiza a través de NCPB.

Dentro de este plan hay otras acciones públicas para el desarrollo agrícola:

.- Desarrollo de la irrigación en las zonas áridas y semiáridas, el objetivo es aumentar el número de hectáreas bajo irrigación, entre 600 mil y 1,2 millones de hectáreas.

.- Reformar leyes que afectan al sector agrícola. De momento ya se han aprobado cuatro:

- 1.- The Crop Development Bill 2012.
- 2.- The fisheries and Livestock Bill 2012.
- 3.- The Agriculture Research Bill, 2012.
- 4.- The Agriculture, Livestock and Food Bill Authority, 2012

### **3.- ESTUDIO CLIMATOLÓGICO.**

La puesta en riego de una finca en una determinada zona, depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de los cultivos y las dosis de riego dependen del clima y del propio cultivo en sí, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Kenia posee una variedad de climas que coinciden en gran medida con las regiones geográficas. La condición de ser un país atravesado por el Ecuador resulta en una escasa variación de temperaturas a lo largo del año. Sin embargo, de unas regiones a otras se encuentran grandes diferencias en temperaturas medias y en precipitaciones. Esta diversidad climatológica se debe principalmente a los vientos y a las diferencias de altitud.

### **3.1.- Temperaturas.**

En general, las temperaturas son más elevadas durante los meses correspondientes al invierno boreal (enero, febrero y marzo).

Cabe distinguir cuatro grandes regiones en lo que a nivel de lluvias y temperaturas se refiere:

.- Valle del Rift, tierras altas centrales y Nairobi: Temperatura moderada todo el año, refrescando en julio y agosto; min 10° C, max 26° C. Precipitaciones : Min. 20 mm en julio. Max. 200 mm en abril. Media anual: 750 a 1.000 mm.

.- Norte y Este, zona árida o semiárida y generalmente calurosa: temperatura calurosa: min 22° C, max 34° C. Precipitaciones escasas: min 0 mm en julio. Max 8 mm en noviembre. Media anual: 225 a 510 mm.

.- La costa, calurosa, húmeda y soleada: Temperatura calurosa: Min. 22° C, max 30° C. Precipitaciones: Min. 20 mm en febrero. Max. 240 mm en mayo. Media anual: 1.000 a 1.250 mm.

.- Oeste, caluroso, húmedo y lluvioso durante buena parte del año: temperatura: min. 14°C, max. 34° C. Precipitaciones: Min. 60 mm en enero. Max. 200 mm en abril. Media anual: de 1.000 a 1.400 mm.

Nuestra parcela está situada en la región costera de Malindi, a unos 35 km en dirección al interior del país, este le confiere unas características medias entre la región costera y la región Este, según los datos ofrecidos anteriormente, rondando unas temperaturas medias entre los 24° C de temperatura mínima en los meses de Julio y Agosto y 31° C de temperatura máxima, en los meses de Enero y Febrero.

En este proyecto no se tienen en cuenta ni se analiza el régimen de heladas, dado que la parcela se encuentra en un país atravesado por el ecuador y donde las heladas son inexistentes, la temperatura mínima en el día más frío raramente bajará de los 10° C., solamente en las cumbres de las montañas más altas que tiene el país están expuestas a situarse por debajo de los 0°C.

### **3.2.- Precipitaciones.**

Es importante destacar el régimen de lluvias, debido a su influencia sobre la vida animal y sobre el estado de las carreteras, muchas de las cuales se inundan o embarran y quedan intransitables. Las *long rains*, o lluvias largas, tienen lugar entre marzo y junio, siendo estas muy abundantes y las *short rains*, o lluvias cortas, más moderadas, se producen entre octubre y noviembre.

En general, la precipitación anual en la región costera, varía con la distancia a la costa. A lo largo de la misma, las precipitaciones cambian de 900-1100 mm por año en el noreste a más de 1300 mm en el sureste, y si nos adentramos hacia la zona interior entre los 30 y 50 km, lugar donde se encuentra la finca, las precipitaciones rondarán entre 700-900 mm.

### **3.3.- Humedad relativa.**

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ETo. Se observa que la humedad relativa media anual está por encima del 79% (79,08%); siendo los meses de mayor y menor humedad relativa media, Mayo (81.5%) y Febrero (75%) respectivamente.

Los días de niebla y rocío se hacen necesarios saber para la caracterización agroecológica de la zona, pero en el presente caso en particular, no existe ni un solo día a lo largo del año en el que se manifiesten ambos caracteres.

### **3.4.-El viento.**

La finca objeto de estudio, por estar situada dentro de la franja costera de Kenia, está afectada por el viento monzónico del Sudeste a partir de abril hasta octubre y monzónico del Noreste a partir de noviembre hasta marzo.

El viento predominante es el monzón, a partir de los datos que se han obtenido sobre las veces que se ha observado el viento en cada dirección, se representa en la siguiente tabla las frecuencias de medias mensuales.

<b>Características del viento m/s</b>			
<b>Mes</b>	<b>Velocidad media</b>	<b>Dirección</b>	<b>Velocidad max</b>
<b>Enero</b>	4,917	NE	31,737
<b>Febrero</b>	5,811	NE	30,843
<b>Marzo</b>	4,47	NE	25,926
<b>Abril</b>	4,47	SE	23,244
<b>Mayo</b>	4,917	SE	33,525
<b>Junio</b>	4,917	SE	28,16
<b>Julio</b>	4,917	SE	26,82
<b>Agosto</b>	4,47	SE	31,737
<b>Septiembre</b>	4,023	SE	33,078
<b>Octubre</b>	3,576	SE	31,737
<b>Noviembre</b>	4,023	SE	25,926
<b>Diciembre</b>	4,47	NE	31,29

Si se suma para cada dirección, el total de veces que ha soplado el viento en esa dirección durante el año y se divide por los doce meses que tiene el año, se obtiene el porcentaje de veces que se ha observado con respecto al resto de las direcciones.

### **3.5.-CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (INDICES CLIMÁTICOS).**

- **Índice de lang.**

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una **zona árida.**

- **Índice de Martonne.**

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es **Subhúmedo.**

- **Índice de Dantin Cereceda y Revenga.**

Según este índice se trata de una **zona semiárida.**

### **3.6.- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.**

- **Clasificación agroecológica de Papadakis (1960).**

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una

clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del Invierno.
- Calor del verano.

**Rigor del invierno:** Toma una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. En nuestro caso está muy claro que nuestra clasificación es:

.- **Ecuatorial (Ec)**, ya que no existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío, en nuestro caso es Junio con 25°C, es superior a 18°C

**Calor del verano:** De nuevo, se toman una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a su madurez fisiológica. Según el calor del verano boreal que es el que se tiene allí, nuestra clasificación es:

.- **Algodón (G):** Periodo libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas en el semestre más cálido, en nuestro caso es el semestre comprendido entre Noviembre y Abril con una temperatura media de 30,55 °C, es superior a 25°C.

- **Clasificación climática de Köppen.**

Es una clasificación climática basada en el crecimiento de la vegetación y, en consecuencia, su criterio se basa en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores representativos de la temperatura y precipitación de una región, independientemente de su situación geográfica.

Con este resultado nos encontramos según la clasificación de Köppen, con una **zona húmeda**.

-**Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963).**

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

A).- Temperaturas: El mes más frío es Agosto, cuya temperatura media es de 24,44 °C, por lo tanto se encuentra dentro del GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos.



Como la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 21,11 °C, entonces la clasificación es Sin Invierno.

B).- Aridez: Según esta clasificación, dice que estamos en un mes seco cuando la precipitación total de todo el mes ( en mm) es inferior al doble de la temperatura media (°C). Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco. En consecuencia:

- Mes seco: P menor de 2T
- Mes subseco: Cuando P está entre 2T y 3T

Para comparar estos parámetros se realiza el diagrama Ombrotérmico de Gausson, el cual se muestra a continuación, donde la temperatura se representa doble frente a las precipitaciones. Se observa un período seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, y comprende los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y mitad de Marzo, y otro periodo seco más leve en los meses de Agosto y Septiembre, por lo tanto el clima de la zona se define como **bixérico**.

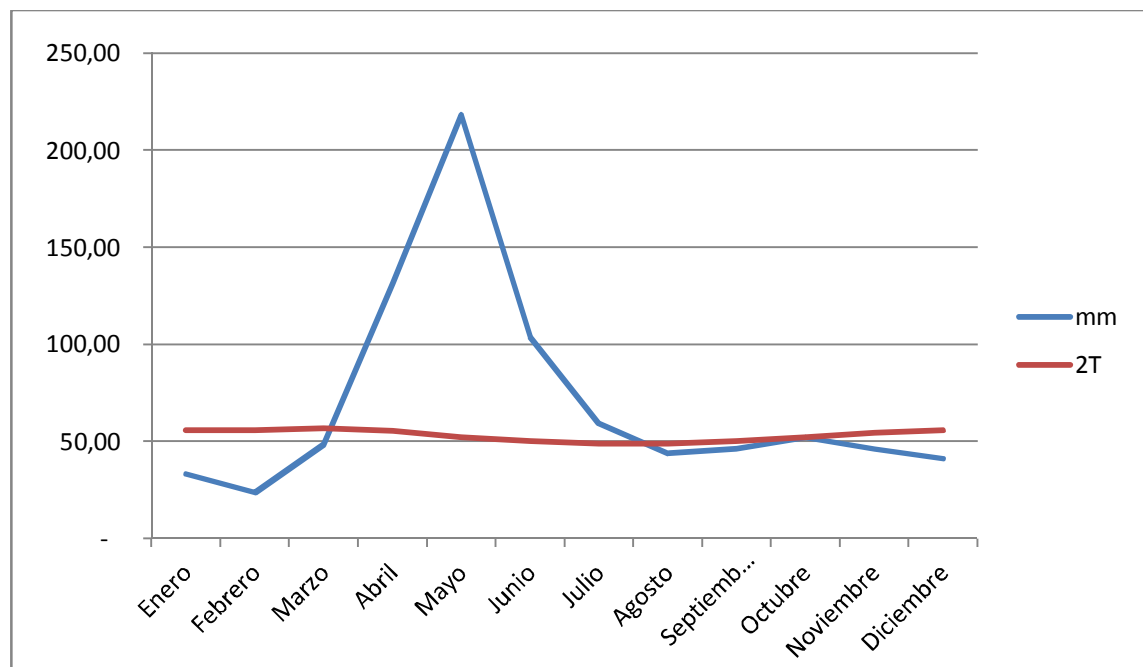


Figura 1. Diagrama ombrotérmico de la finca.

#### - Índices Xerotérmicos.

: Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico (Xm) mensual señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos.

Se obtiene que el Sumatorio de Xm total de los dos periodos es de 110,82, por lo tanto le corresponde la clasificación climática de **Bixérico templado medio**.

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálidos, templado-calido y templado**, es **bixérico** y se clasifica como **Bixérico templado medio**.

### **- Clasificación climática de Thornthwaite (1948).**

#### **Cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP).**

La ETP total anual es de 1.622,4 mm/año.

Thornthwaite clasifica el clima según una fórmula compuesta de cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, corresponden al índice de humedad y a la eficacia térmica de la zona. Las letras tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la variación estacional de la humedad y a la concentración térmica en verano.

En consecuencia, el clima de la zona, de acuerdo con los datos obtenidos puede representarse por la siguiente fórmula climática, según Thornthwaite:

**D A´d a´**

**“Clima semiárido, megatérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y baja concentración de la eficacia térmica en verano”.**

### **3.7.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.**

#### **- Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) por el método de Blaney-Criddle-FAO.**

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, Se obtiene una **ETo anual de 2015 mm**.

#### **- Evapotranspiración del cultivo (ETc).**

Para el cálculo de la ETc de cada cultivo se utiliza la ETo que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ETc = ETo \times Kc$$

Donde:

**ETo** = Evapotranspiración de referencia.

**Kc** = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 6 (Rotación de cultivos). En los meses comprendidos desde después de la recolección hasta la siembra no hay ETc. Los resultados de la ETc mensual en mm para cada uno de los cultivos considerados son los siguiente

### TRIGO

Siembra: 01 de Mayo y Recolección el 30 de Noviembre			
meses	Eto	Kc	Etc
Mayo	161,72	0,74	119,67
Junio	157,05	0,79	124,07
Julio	159,9	0,97	155,10
Agosto	151,73	1,09	165,39
Septiembre	149,76	1,1	164,74
Octubre	164,66	1,03	169,60
Noviembre	165,17	0,47	77,63
<b>TOTAL</b>			<b>976,20</b>

## MAIZ

Siembra: 01 de Febrero y Recolect el 30 de Septiembre			
meses	Eto	Kc	Etc
<b>Febrero</b>	180,94	0,4	72,38
<b>Marzo</b>	184,48	0,48	88,55
<b>Abril</b>	171,15	0,53	90,71
<b>Mayo</b>	161,72	0,75	121,29
<b>Junio</b>	157,05	1,08	169,61
<b>Julio</b>	159,9	1,11	177,49
<b>Agosto</b>	151,73	0,96	145,66
<b>Septiembre</b>	149,76	0,62	92,85
<b>TOTAL</b>			<b>958,54</b>

## ALFALFA

Siembra: 01 de Enero y Recolectión el 30 de Diciembre			
meses	Eto	Kc	Etc
<b>Enero</b>	190,97	0,89	169,96
<b>Febrero</b>	180,94	0,89	161,04
<b>Marzo</b>	184,48	0,89	164,19
<b>Abril</b>	171,15	0,89	152,32
<b>Mayo</b>	161,72	0,89	143,93
<b>Junio</b>	157,05	0,89	139,77
<b>Julio</b>	159,9	0,89	142,31
<b>Agosto</b>	151,73	0,89	135,04

<b>Septiembre</b>	149,76	0,89	133,29
<b>Octubre</b>	164,66	0,89	146,55
<b>Noviembre</b>	165,17	0,89	147,00
<b>Diciembre</b>	177,65	0,89	158,11
<b>TOTAL</b>			<b>1793,51</b>

#### **4.- ESTUDIO EDAFOLÓGICO.**

Realmente no se dispone de una analítica de suelos que pertenezca a la finca, pero se dispone de información suficiente para prever una calidad en la finca, suficientemente capaz de sacar adelante los cultivos que se pretenden cultivar en ella. No obstante, es importante tener claro que si el proyecto llegara a ejecutarse sería indiscutible tener previamente una analítica de suelos específica de la finca en cuestión, para evitar sorpresas.

Gracias a una investigación ordenada por el Ministerio de agricultura kenyata al KARI (Kenya Agricultural Research Institute) en la que se investigaron 11 zonas de diferente tipología de suelo de la zona costera de kenya, coincidiendo uno de los estudios en la zona donde queremos desarrollar el proyecto, podemos exponer los siguientes datos edafológicos de aproximación de nuestro suelo.

Las áreas analizadas en dicho estudio fueron las de Magarini, Marafa, Shauri Moyo, Mazijini, Hadu, Fundi isa, Korobani, Majengo, Sosoni, Ramada y Kabiboni, siendo esta última la zona en la que se encuentra la parcela.

##### **4.1.- Caracterización general del suelo.**

Como ya se ha mencionado anteriormente dentro de las 11 zonas estudiadas, la de Kabiboni es la zona en la que se encuentra nuestra parcela, en esta zona se estudiaron 500 ha, teniendo como base material parental piedra caliza.

Este tipo de suelo tiene buen drenaje, es moderadamente profundo a muy profundo, de color rojizo marrón a amarillo marrón oscuro, desmenuzable a suelos firmes de arcilla. Los colores son en tono 5 YR, 7.5 YR y 10 YR. La estructura de la capa superficial del suelo es laminar y con granulares agregados, mientras que la del subsuelo está rompiendo prismática en bloques agregados angulares y subangulares. Los suelos tienen una secuencia ABC de horizontes claros y ligeramente graduales en el límite. La capa superior es

ligeramente dura cuando este está seco, desmenuzable cuando está húmedo, pegajoso y plástico cuando está mojado. El subsuelo es duro cuando está seco, firme cuando está húmedo y pegajoso y plástico cuando está húmedo.

La reacción del suelo varía de ligeramente alcalino pH-H<sub>2</sub>O 7,6 a moderadamente alcalina pH-H<sub>2</sub>O 8.4 tanto en la capa superior del suelo como la del subsuelo. Los suelos son fuertemente calcáreos, y estos no son salinos, la CE varía 0,3-0,9 ms / cm y tampoco sódicos (ESP menos de 1). Concreciones de carbonato de calcio se encuentran en el horizonte C entremezclado con la caliza coralina. el contenido en materia orgánica es alto, este varía desde 2.84 % a 3.13 % en las capas altas y decrece conforme profundizamos a valores de 1.13 % en el Horizonte B.

Los rangos de la CEC en el suelo están entre 39.5 me/100 grs en las capas superficiales a 27,1 me/100 grs en el subsuelo.

Los suelos están adecuadamente abastecidos con la mayoría de los principales nutrientes Ca, N, P y K.

El suelo ha sido clasificado como **Cálcico Cambisols**.

#### **4.2.- Mantenimiento de la enmienda orgánica y nutrientes.**

Como ya se ha mencionado la cantidad de materia orgánica en el suelo es moderada a un poco baja, propia de suelos semiáridos, a los cuales no se les ha realizado ninguna enmienda húmica a lo largo de la vida.

Se recomienda, realizar una rotación de cultivos interesante, añadiendo alguna leguminosa (alfalfa) que aporten al suelo elementos nutritivos y también cultivos que puedan aportar cantidades importantes de materia seca (maíz), como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Sería interesante realizar aportaciones de materia orgánica como estiércol, pero dado el lugar donde se encuentra la parcela, resulta prácticamente imposible conseguirla, con lo que se deberá tener en cuenta lo mencionado anteriormente siendo importante realizar buenas rotaciones de cultivo que nos aporten lo máximo posible.

Podría ser interesante realizar siembras de veza o guisantes, e incluso no cosecharlas y envolverlas, con el fin de que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo, como enmienda húmica en verde.

En cuanto al abonado N, P y K, en función del cultivo se realizaran las aportaciones necesarias, ya que sí que contamos con diferentes complejos fabricados en el país, suficientes para cubrir las deficiencias

## **-CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.**

No se dispone de una analítica del agua procedente del río Galana, pero como se ha mencionado en el apartado anterior, según el estudio realizado por el KARY más de 700 familias viven de pequeñas explotaciones familiares en esa zona. Todas ellas se suministran de alguna manera del agua del río Galana, lo que nos da la fiabilidad de que ésta es apta para el riego.

No obstante si el proyecto llegara a ejecutarse, sería importante y obligatorio realizar una analítica de dicha agua.

En cuanto al caudal del río Galana, este es suficiente durante todas las épocas del año, para abastecer la finca para el riego. La media del caudal a lo largo del año es de 156 m<sup>3</sup>/s, el caudal mínimo es para los meses de Agosto y Septiembre sobre los 80 m<sup>3</sup>/s, y en los meses de Mayo y Noviembre alcanza su máximo caudal en torno a los 260 m<sup>3</sup>/s.

Con estos datos y conociendo las necesidades de nuestra finca, estamos muy por debajo de los meses de mínimo caudal, con lo que da las garantías suficiente de abastecimiento a lo largo del año.

## **5.- ROTACIÓN DE CULTIVOS.**

La rotación de cultivos tiene la finalidad de alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad agrícola que se ha de llevar a cabo. Así pues se necesita programar una alternativa y una rotación eficaz de cultivos.

La singularidad de la zona donde está situada la parcela obliga a presentar una serie de alternativas de carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

### **5.1.- Cultivos propuestos para la rotación.**

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo, esto ocurre en el caso del maíz y del trigo. Además es importante conocer la opinión del gobierno kenya, siendo ellos los más interesados en que produzcamos estos dos cultivos, vitales para el país, dándole estabilidad con el sistema de riego y evitar en períodos de años de sequía el aumento de porcentaje de hambruna, debido a la falta de alimentos básicos.

Por otra parte se quiere introducir el cultivo del alfalfa, hasta la fecha prácticamente inexistente en Kenia, pero con la creencia de que puede ser un gran cultivo a desarrollar en esta parte de Africa, ya que cuenta con un clima estable prácticamente todo el año y al dotar de agua a la parcela las posibilidades de éxito se multiplican. Así como la cercanía física a los EAU, siendo estos un gran cliente potencial en el futuro, como lo es ahora mismo a nivel mundial.

Para la elección de los cultivos de la rotación se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario de comercializar los productos.
- La necesidad de dichos cultivos en el país, principalmente maíz y el trigo, son alimentos básicos y vitales, sobre todo en años donde la sequía se manifiesta.
- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos en clima y suelo (cultivos de la zona).
- La condición mejoradora o esquilante de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos.
- La optimización de necesidad de maquinaria.
- En el caso del alfalfa, el potencial que este tiene para el consumo interno del país, pero teniendo en cuenta el gran potencial y la gran demanda hoy en día de los países de Oriente Medio, la cual puede ser realmente interesante debido a la cercanía física de Kenia a dichos países, así como de la propia finca al puerto de Mombasa.

## **5.2.- Parámetros de rotación.**

Con los datos de permanencia de cada cultivo en campo, y teniendo en cuenta los requerimientos de cada cultivo y las condiciones nutricionales del suelo, se puede realizar una distribución de los cultivos a través de los años (alternativa).

Hay que combinar aquellos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes esenciales, como es el caso de las leguminosas (alfalfa).



La superficie a cultivar se ha dividido en doce parcelas, las cuales se agrupan dando las siguientes hojas, que se ha intentado sean de una cabida similar:

- HOJA A: formada por los pivots 1, 4, 7 y 10; con una superficie de 240 ha.
- HOJA B: formada por los pivots 2, 5, 8 y 11; con una superficie de 240 ha.
- HOJA C: formada por los pivots 3, 6, 9 y 12; con una superficie de 240 ha.

Se ha valorado el tener cada hoja con un mismo cultivo con el fin de simplificar y obtener un ciclo similar cada 4 años, alternando anualmente las hojas dedicadas al maíz y al trigo e intentando mantener el cultivo del alfalfa en una misma hoja un máximo de 4 años, ya que se sobreentiende que al tener una sobreexplotación de este cultivo en el cual se podrán llegar a sacar en torno a los 8 cortes anuales, entendemos que el alfalfa se agotará antes que en España, donde como máximo podemos llegar a los 6 cortes anuales.

## **6.- CARACTERÍSTICAS Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.**

### **6.1.- Características generales del riego por aspersión.**

Las principales características que definen el riego por aspersión son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.

- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades de viento elevadas.
- El coste elevado de implantación, que puede verse compensado con un aumento de producción.

## **6.2.- Justificación del sistema de riego elegido.**

Dadas las características especiales de la situación del proyecto, en la que se busca la máxima rentabilidad con el menor coste posible y también a su vez el menor coste de mantenimiento posible, se desestima la posibilidad inicial de utilizar el sistema de riego por goteo, ya que los cultivos para los que se indica la explotación inicial de la finca, que son el maíz, trigo y alfalfa, no requieren este tipo de tecnología, ya que resulta mucho más cara que la cobertura enterrada o las máquinas pivot, pudiéndose utilizar en el futuro en los huecos de la finca que van a quedar libres y donde tal vez con el paso del tiempo y una vez más introducidos y experimentados podría valorarse la opción de cultivar hortalizas, o plantaciones de plátano o mango, dado que también son cultivos importantes en el país.

En cuanto al sistema de aspersión con cobertura enterrada, aunque es un buen sistema de riego para la finca, la diferencia de precio de coste por Ha en cobertura enterrada y el coste de las máquinas pivot en superficies grandes, el primero supera al segundo en más del doble de presupuesto, todo ello sumado al bajo coste de la tierra en ese lugar, cobra mayor importancia la elección de usar máquinas pivot solamente y desestimar en un principio tanto la posibilidad de utilizar sistema de cobertura enterrada como sistemas de riego localizados.

Por lo tanto la opción elegida es la de las máquinas pivot de riego por aspersión.

### **6.3.- Características de las máquinas pivot.**

El pivot consiste en una tubería conectada a un eje de pivote, anclado este en el suelo de la parcela y sobre una base de hormigón. Los tramos de tubería están elevados unos 3.5 metros, y suspendidos por torres que distan entre si unos 50 metros. Dichas torres se apoyan en dos ruedas que son movidas por un motor, de aproximadamente 0.75 C.V. que está situado en el centro.

Mientras la maquinaria gira alrededor de su punto de pivote, el agua se inyecta a la tubería y se dispersa por medio de aspersores a lo largo de la máquina.

#### **-VENTAJAS E INCONVENIENTES.**

A la hora de elegir el Pívorot como sistema más apropiado para una finca, se han considerado las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Tiene un bajo precio de instalación en superficies medias y grandes.
- Alto grado de automatización.
- Poca necesidad de mano de obra para su manejo.
- Permite realizar labores sin obstáculos.
- Presenta un bajo costo de mantenimiento.
- Deja esquinas sin regar, las cuales si se quieren regar se debe hacer por otro sistema.
- Precisa de grupos electrógenos para el movimiento de la maquinaria si no se dispone de electrificación en la finca.
- Tiene una alta pluviometría en los últimos tramos.
- Se atascan en terrenos fuertes, con lo que se hace necesario tomar las medidas correspondientes.

La elección del riego con pivot impone cambiar o adaptar, en parte y en algunos casos, los sistemas de cultivo.

La tubería de las máquinas son de acero galvanizado, de un diámetro de 8 5/8" (203,4 mm), e irá colocada a una altura máxima de 3.5 metros, sobre torres autopropulsadas con estructura de acero igualmente galvanizado, por medio de motores eléctricos.

Los aspersores circulares:

- Presión nominal: 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Velocidad de rotación: 0.538 rpm.
- Alcance del aspersor: 14 m.

Cañón fin de tramo sectorial:

- Presión nominal: 3 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Velocidad de rotación: 0.538 rpm.
- Alcance del aspersor efectivo: 12 m.

La disposición de los mismos a lo largo de la máquina viene dada por el fabricante de la misma.

El grupo generador estará junto a la base del pivot para evitar el soterramiento del cable y por lo tanto, el encarecimiento de la instalación, por tener que trasladarlo en caso distinto desde la caseta de controles hasta el pivote de la máquina.

Dentro de esta opción, estas máquinas las hay muy variadas en cuanto a su tamaño se refiere, las hay que riegan desde 15-20 ha hasta 80-100 ha de superficie de cultivo, por lo que se considera oportuno hacer una pequeña valoración hidráulica, con el fin de conocer cual de ellas es la más aconsejable para nuestro proyecto:

En este apartado se realiza un breve estudio de pluviometría de algunas máquinas pivot en función de la infiltración, para obtener la opción más adecuada para las características de la finca.

Se parte de una capacidad de infiltración media para el tipo de suelo que tenemos en la finca, ya que no disponemos de ese dato en concreto y esta es de 43.6mm/h. Toda pluviometría superior a esta infiltración producirá encharcamientos y escorrentía, por lo tanto se deberá de evitar en la medida de lo posible este tipo de incidencia.

Se debe de estudiar la velocidad mínima a la que puede funcionar la última torre sin causar los problemas antes mencionados, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{min} = (2 * r)/t_m$$

Siendo:

r = es el alcance de los últimos aspersores en metros

t<sub>m</sub> = es el tiempo máximo que puede tardar el equipo en pasar sobre un punto del terreno (desde que empieza a mojarlo hasta que deja de hacerlo),

para que no exista escorrentía, expresado en min. y se obtiene por medio de la teoría de Dillon con ayuda de un ábaco con las siguientes entradas:

Pluviometría máxima en el extremo del pivót (Pm)

$$P_m \text{ (mm/h)} = (14400 * Q_0) / (\square * R * r)$$

Donde :

$Q_0$  = Es el caudal a la entrada del pivót en l/s (se considera un caudal aproximado de 1.2 litros por segundo y hectárea según los datos proporcionados por profesionales en este tipo de instalaciones).

R = Es el radio de la superficie regada en metros.

r = Es el alcance de los últimos aspersores en metros.

$\square$ : Es el valor PI.

El tiempo sale expresado en fracción de las horas y se debe de pasar a minutos.

A continuación se analizan 3 opciones distintas, valorando 3 máquinas pivót diferentes, en función de sus características y calidad de riego:

- **Opción A:** (pivót de aproximadamente 60 Has):

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivót.

$$Q_0 = 72 \text{ l/s.}$$

$$R = 425 \text{ m.}$$

$$r = 12 \text{ m.}$$

$$P_m \text{ (mm/h)} = (14400 * 72) / (\square * 425 * 12) = 64,71 \text{ mm/h}$$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 5 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.40$  horas

Que pasado a minutos es: 24 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$$V_{\min} = (2 * 12) / 24 = 1 \text{ m /min.}$$

- **Opción B:**( pivot de aproximadamente 40 ha).

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$$Q_0 = 60 \text{ l/s.}$$

$$R = 355\text{m de pivot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 367\text{m}$$

$$r = 12\text{m.}$$

$$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 60) / (\pi * 367 * 12) = 62.44 \text{ mm/h}$$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 1 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.55$  horas

Que pasado a minutos es: 33 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$$V_{\min} = (2 * 12) / 33 = 0.72 \text{ m /min.}$$

- **Opción C** (Pivot de aproximadamente 80 has):

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$$Q_0 = 96 \text{ l/s.}$$

$$R = 492\text{m de pivot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 504\text{m}$$

$$r = 12\text{m.}$$

$$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 96) / (\pi * 504 * 12) = 72.75 \text{ mm/h}$$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 1 y 3 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.30$  horas

Que pasado a minutos es: 18 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$$V_{\min} = (2 * 12) / 26 = 1.33 \text{ m /min.}$$

- Opción C (pívot de 27.62 ha):

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pívot.

$$Q_0 = 36 \text{ l/s.}$$

$$R = 286\text{m de pívot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 298\text{m}$$

$$r = 12\text{m.}$$

$$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 36) / (\pi * 298 * 12) = 46.14 \text{ mm/h}$$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 1 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.85$  horas

Que pasado a minutos es: 51 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$$V_{\min} = (2 * 12) / 51 = 0.47\text{m /min.}$$

Con todos estos datos se ha buscado la máquina que se acerca más a la mejor relación cantidad de ha de riego con el menor coste posible y mejor calidad de riego, con ello las máquinas más pequeñas por debajo de 50 ha quedan desestimadas por el coste/Ha de la máquina, y las opciones que superan las 60 ha también se desestiman ya que aun siendo esta la opción más barata, se ha decidido no adoptarla ya que la velocidad mínima a la que puede funcionar el sistema, por ejemplo en un pívot de 80 ha, es de 1.33 m/min y la velocidad máxima de un equipo de estas características en la última torre es de 1.8-2 m/min, por lo que se ha considerado que el margen que nos queda para el funcionamiento de la máquina es muy pequeño, teniendo que dar un número excesivo de revoluciones para completar un riego y por tanto estando demasiados días sin parar, dificultándose de este modo las reparaciones en caso de averías. Además, según datos facilitados por empresas profesionales en el sector, existe el riesgo de que en equipos de grandes dimensiones, (mayores de 70 hectáreas) el cultivo necesite más cantidades de agua y por tanto empiece a secarse, antes incluso de haber completado la vuelta por lo que el sistema debe de estar en funcionamiento de manera ininterrumpida en las fechas de máximas necesidades, no teniendo margen para posibles reparaciones en caso de avería, por lo tanto quedan desestimadas este tipo de máquinas.

Finalmente la opción elegida son pivots de riego por aspersión de una superficie de riego de 60 ha aproximadamente, estas máquinas tienen un radio de 437 m, componiéndose de 8 torres cada 52,75 m de distancia y un alero de 15 m, así como un cañon en la punta con un alcance de 12 m de riego homogéneo.

Dada la superficie y dimensiones de la finca, ésta queda constituida por 12 pivots de 60 hectáreas cada uno y el resto de la tierra se quedará en un principio sin sistema de riego y por lo tanto sin cultivar, esta opción tiene la ventaja frente a las anteriores de ser más económica, y mejorará técnicamente ya que en ésta la velocidad mínima de funcionamiento para que no se produzca escorrentía es aproximadamente de 0.9 m/min, lo que nos permite un mayor margen de velocidades para poder hacer funcionar a la máquina. A esto, se puede añadir que en una situación de máximas necesidades hídricas, funcionando la máquina a la velocidad mínima que le es posible sin ocasionar escorrentía (0.9m/min), se aportarían al suelo 53.01 l/m<sup>2</sup> en dos revoluciones, que es aproximadamente la cantidad que es necesaria en una situación de máximas necesidades (52.69 l/m<sup>2</sup>).

El hecho de utilizar 12 máquinas pivot exactamente iguales en este proyecto se toma como una referencia muy positiva a la hora de contemplar el material de reposición y averías, ya que al contar con un mismo modelo de máquina, resulta de muy fácil control y es una manera de bajar las posibilidades de riesgo y desconocimiento de mantenimiento en el caso de que tuviésemos diferentes máquinas con diferentes motores y elementos singulares del propio sistema de riego.

Por lo tanto, la opción elegida para desarrollar en el presente proyecto es la opción de “12 MAQUINAS PIVOT de 437 m de radio “.

## **7.- CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.**

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, se hace necesario conocer las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento.

### **7.1.- Necesidades de agua de riego.**

Se parte de la disposición de agua del río Galana, un río suficientemente caudaloso durante todas las estaciones del año garantizando con ello la cantidad de agua necesaria sea cual sea nuestros cultivos a implantar y la cual presenta una calidad determinada adecuada y que es óptima para el riego.

### **7.2.- Necesidades reales.**



Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas ( $N_n$ ), la eficiencia de aplicación del sistema ( $E_a$ ), y las necesidades de lavado de sales ( $F_L$ ). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para sistemas fijos y sistemas con alas desplazables de riego por aspersión en climas semiáridos a áridos, como es nuestro caso, suele rondar el 80% para el riego por aspersión.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como  $(1 - FL)$ , y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

Las características que tenemos del estudio realizado en la zona por el KARI nos indica que no existe problema de salinidad, aun así, es necesario calcular la fracción de lavado debido a la concentración de sales del agua, para evitar el depósito de las mismas

Así pues, aplicando para cada cultivo considerando las fórmulas para los diferentes cultivos, se obtienen los siguientes valores de necesidades de lavado:

CULTIVO	$CE_w$	$CE_e$	$F_L$
Trigo	0.35	6	0.012
Maíz	0.35	1.7	0.043
Alfalfa	0.35	2	0.036

Una vez que se han calculado las necesidades de lavado se pasa a calcular las necesidades reales para cada cultivo durante su periodo vegetativo. Como el sistema de riego a implantar es riego por aspersión con máquinas pivot, este se tendrá en cuenta ya que las necesidades reales de cada cultivo se calculan de una forma distinta en función del sistema de riego elegido.

### 7.3.- Necesidades reales de riego por aspersión.

TRIGO					
MES	P <sub>TOTAL</sub> (mm)	P <sub>e</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>r</sub> (mm/mes)
Mayo	218.22	133.73	119.67	-14.06	-17.78
Junio	103.72	71.39	124.07	52.68	66.90
Julio	59.30	46.70	155,10	108.4	137.67
Agosto	43.93	36.38	165.39	129.01	163.84
Septiembre	46.28	38.10	164.74	126.64	160.83
Octubre	52.21	42.95	169.60	126.65	160.84
Noviembre	46.01	31.30	77.63	46.33	58.84
<b>TOTAL</b>					<b>731.14</b>

MAÍZ					
MES	P <sub>TOTAL</sub> (mm)	P <sub>e</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>r</sub> (mm/mes)
Febrero	23.57	16.37	72.38	56.01	58.53
Marzo	48.40	33.57	88.55	54.98	57.45
Abril	131.52	81.46	90.71	9.25	9.66
Mayo	218.22	134.21	121.29	-12.92	-13.50
Junio	103.72	78.91	169.61	90.70	94.77
Julio	59.30	49.05	177.49	128.44	134.21
Agosto	43.93	34.84	145.66	110.82	115.80
Septiembre	46.28	32.53	92.85	60.32	63.03
<b>TOTAL</b>					<b>519.95</b>

<b>ALFALFA</b>					
<b>MES</b>	<b>P<sub>TOTAL</sub></b> <b>(mm)</b>	<b>P<sub>e</sub></b> <b>(mm)</b>	<b>ET<sub>c</sub></b> <b>(mm/mes)</b>	<b>N<sub>n</sub></b> <b>(mm/mes)</b>	<b>N<sub>r</sub></b> <b>(mm/mes)</b>
<b>Enero</b>	33.24	28.33	169.96	141.63	<b>146.92</b>
<b>Febrero</b>	23.57	19.90	161.04	141.14	<b>146.41</b>
<b>Marzo</b>	48.40	39.65	164.19	124.54	<b>129.19</b>
<b>Abril</b>	131.52	93.27	152.32	59.05	<b>61.25</b>
<b>Mayo</b>	218.22	141.06	143.93	-2.87	<b>-2.98</b>
<b>Junio</b>	103.72	73.90	139.77	65.87	<b>68.33</b>
<b>Julio</b>	59.30	45.40	142.31	96.91	<b>100.53</b>
<b>Agosto</b>	43.93	34.03	135.04	101.01	<b>104.78</b>
<b>Septiembre</b>	46.28	35.56	133.29	97.73	<b>101.38</b>
<b>Octubre</b>	52.21	40.86	146.55	105.69	<b>109.64</b>
<b>Noviembre</b>	46.01	36.45	147.00	110.55	<b>114.68</b>
<b>Diciembre</b>	32.44	33.80	158.11	124.31	<b>128.95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1209.08</b>

#### **7.4.- Dimensionado del riego por aspersión.**

De ahora en adelante se realizarán los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

En este caso el cultivo más exigente es el maíz, que presenta una ET<sub>c</sub> de 177.49 mm en el mes de Julio, con una profundidad radicular media de 60 centímetros aproximadamente.

#### **7.5.- Dosis máxima de riego.**

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC). La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$D_m = 10000 \left( \frac{m^2}{Ha} \right) \cdot h (m) \cdot \left( \frac{CC - PM}{100} \right) \cdot D_a$$

Donde:

- Dm = Dosis máxima en m<sup>3</sup>/Ha y riego.
- h = Profundidad efectiva de la zona radicular del cultivo.
- CC = Capacidad de campo, en % en volumen.
- PM = Punto de marchitez, en % en volumen.
- Da = Densidad aparente del suelo, en Tm/m<sup>3</sup>.

Aplicando la expresión anterior, y sustituyendo por los valores correspondientes se obtiene la siguiente tabla para los diferentes tipos de cultivos considerados.

	h (m)	CC (%)	PM (%)	Da (Tm/m <sup>3</sup> )	Dm (m <sup>3</sup> /ha y riego)	Dm (mm/riego)
<b>Trigo</b>	0,8	20	11	1,27	914,4	91,44
<b>Maiz</b>	0,6	20	11	1,27	685,8	68,58
<b>Alfalfa</b>	1,2	20	11	1,27	1371,6	137,16

### **7.6.- Dosis útil de riego.**

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

A efectos de cálculo, la dosis útil se calcula como:

$$Du = a \times Dm$$

Donde :

- **Du**: Dosis útil de riego, en m<sup>3</sup>/Ha y riego.

- **a**: Factor reductor en riegos por aspersión, que toma valores más próximos a 0.3 cuanto más fijo es el sistema y valores de 0.1 cuanto más móvil es éste (según J.L. de Paco).
- **Dm**: Dosis máxima de riego, en m<sup>3</sup>/Ha y riego.

Por lo tanto, se toma un valor de 0.2 para el sistema de riego por máquinas pivot. De esta forma se obtienen los siguientes valores:

$$Du = 0.2 \times Dm$$

	a	Dm	Du (m3/ha y riego)
Trigo	0,2	914,4	182,88
Maiz	0,2	685,8	137,16
Alfalfa	0,2	1371,6	274,32

### 7.7.- Dosis real de riego.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

La dosis de riego, es el volumen de agua por unidad de superficie y riego que se aplica desde los emisores sobre la superficie del cultivo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Dr = Du/Ea$$

Siendo:

- **Dr**: Dosis real de riego, en mm/riego
- **Du**: Dosis útil de riego, en mm/riego.
- **Ea**: Eficiencia de aplicación, en tanto por uno.

En este caso se toma un valor de  $Ea = 0.80$  para riego por aspersión con máquinas pivot. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

	Ea	Du	Dr (m3/Ha y riego)
Trigo	0,8	182,88	228,6
Maiz	0,8	137,16	171,45
Alfalfa	0,8	274,32	342,9

### **7.8.- Cálculo del riego.**

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, de esta forma la instalación queda del lado de la seguridad. Las necesidades son de 177.49 mm para el mes de julio y el cultivo del maíz. Estas necesidades divididas por el número de días de dicho mes, obtenemos las necesidades diarias. Así pues:

	Mes crítico	Necesidades (mm/mes)	Días del mes crítico	Necesidades (mm/día)
Trigo	Octubre	169,6	31	5,47
Maiz	Julio	177,49	31	5,73
Alfalfa	Enero	169,96	31	5,48

### **7.9.- Espaciamiento entre riegos. Periodo de riego.**

Esta variable sirve para relacionar las necesidades de agua calculadas para el cultivo, con las dosis de riego previstas en el cálculo agronómico.

El periodo de riego se define como el tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas. Así pues:

$$T = Du/Nn$$

Donde:

- T: espaciamiento entre riegos, en días.
- Du: Dosis útil, en mm/riego.
- Nn: Necesidades netas, en mm/día, para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

Aplicando la expresión anterior se obtiene:

	Dosis útil (mm/riego)	Necesidades (mm/día)	Espaciamento entre riegos (días)
Trigo	18,28	5,47	3
Maíz	13,71	5,73	2
Alfalfa	27,43	5,48	5

**- Número de riegos por mes.**

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y el espaciamento entre riegos. Se calcula con la siguiente expresión:

$$n = N / T$$

Donde:

**n:** Número de riegos por mes.

**N:** Número de días del mes de máximas necesidades.

**T:** Espaciamento entre riegos.

Los valores obtenidos son:

	Número de días del mes crítico	Espaciamento entre riegos (días)	Número de riegos al mes
Trigo	31	3	10
Maíz	31	2	15
Alfalfa	31	5	6

**7.10.- Cálculos del riego por aspersión mediante pivots.**

A pesar de los cálculos realizados para los pivot, probablemente no puedan cumplirse los requisitos marcados anteriormente; esto es debido a las características de la máquina, dado que tiene ciertas limitaciones de funcionamiento.

**Determinación del caudal a la entrada del pivot.**

Debe calcularse para el mes de máximas necesidades del cultivo con mayores exigencias hídricas. Se recuerda que el cultivo con más exigencias es el maíz, que presenta unas necesidades de 177,49 mm/mes, en el mes de julio.

Si se estima en un 80% la eficiencia de aplicación del agua, las necesidades reales son de 309 mm/mes 221.86 mm/mes.

La dotación que debe proporcionar la unidad pivote es:

$$Q_0 = \frac{N_r (\text{mm/mes}) \cdot 10000 (\text{m}^2/\text{Ha}) \cdot A (\text{Ha})}{t (\text{h/mes}) \cdot 3600 (\text{seg/h})}$$

Como en la parcela se instalan 12 pivots iguales, se calcula el caudal necesario a la entrada de cada máquina aplicando la expresión anterior. Se parte de que la jornada de riego es de 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, por lo que se obtiene un total de 558 horas de riego para satisfacer las necesidades netas del cultivo en el mes de máximas necesidades.

- Superficie: 60.00 ha. →
- $Q_0 = \frac{221.86 \cdot 10000 \cdot 60}{558 \cdot 3600} = 66.27 \text{ L/s.}$

Con el fin de facilitar el manejo y evitar posibles problemas que pudieran surgir al utilizar diferentes tipos de tomas, se opta por considerar un caudal necesario a la entrada de todos los pivotes de **70 l/s.**

### **Estimación de las velocidades mínima y máxima de avance a la que empieza a haber escorrentía en el extremo del pivot.**

Se hace siguiendo la teoría de Dillon et al. (1972) que estima la pluviometría máxima en el extremo del pivote ( $P_m$ ) en función de su dotación, longitud y anchura mojada, y a partir de ella deducen, con ayuda de un ábaco el tiempo máximo que puede tardar el equipo en pasar sobre un punto del terreno para que no exista escorrentía.

La pluviometría máxima en extremo ( $P_m$ ) se estima mediante la expresión:

$$P_m = \frac{14400}{\pi} \cdot \frac{Q}{R \cdot r_a}$$

Donde:

- **P<sub>m</sub>**: Pluviometría máxima, en mm/h.
- **Q**: Caudal de entrada en el pivote, en l/s.
- **R**: Radio de la superficie regada, en m.



- **ra:** radio de alcance de los últimos aspersores, en m.

Así pues, los resultados son:

$$\text{- Para un pívot que riega 60 hectáreas: } P_m = \frac{14400}{\pi} \cdot \frac{70}{437 \cdot 12} = \underline{\underline{61,18 \text{ mm/h.}}}$$

Entrando con estos valores en el ábaco, para un suelo franco-arcilloso y una pendiente de entre 1-3 % se obtiene un tiempo de **0.43 horas**, es decir 26 minutos.

Luego la mínima velocidad de desplazamiento del equipo para que no haya escorrentía será:

$$V_{\min} = \frac{2 \cdot r}{tm}$$

Así pues, se obtiene que:

$$\text{- } V_{\min} (A= 60,00 \text{ Has}) = \frac{2 \cdot 12}{26} = \underline{\underline{0,923 \text{ m/min.}}}$$

La velocidad máxima para las pívot, es de 2 m/min, viene fijada por el fabricante.

Estas velocidades son inferiores a la máxima, que se consigue cuando el motor de la última torre funciona perfectamente. Así pues el equipo deberá manejarse en el intervalo de velocidades medias comprendido entre 2 m/min y 0,923 m/min o lo que es lo mismo manejarlo entre el 100% y el 50% con el mando de control de velocidad de desplazamiento.

### **Tiempos máximo y mínimo por revolución.**

El tiempo necesario para que el lateral realice una revolución depende de la velocidad de desplazamiento calculada en el apartado anterior y de la longitud que debe recorrer.

Con el radio de la última torre, y conociendo las velocidades de avance se obtienen los tiempos máximo y mínimo que tardan en dar una revolución:

- .- Radio de la última torre: 424 m.

- Velocidad máxima de avance: 2 m/min.

- Velocidad mínima de avance: 0,923 m/min.

$$t_{\max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 424}{0.923} = 2886,32 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{48.10 \text{ h/rev} \rightarrow 2,00 \text{ dias (48h y 6}}}$$

min).

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 424}{2} = 1332,03 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{22.20 \text{ h/rev} \rightarrow 0.92 \text{ dias (22 h y}}}$$

12 min).

### **Cálculo de la dosis real máxima y mínima de riego.**

Se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$D_r \text{ max} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\max} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = \text{(mm/riego)}$$

$$D_r \text{ mín} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\min} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = \text{(mm/riego)}$$

- Para un pivót que riega una superficie de 60,00 Has.:

$$D_r \text{ max} = \frac{70 \cdot 48.10 \cdot 3600}{600000} = \underline{\underline{20,20 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_r \text{ mín} = \frac{70 \cdot 22.20 \cdot 3600}{600000} = \underline{\underline{9,324 \text{ mm/riego}}}$$

- **Cálculo de la dosis útil máxima y mínima de riego.**

La dosis útil de riego se calcula aplicando el 80% de la eficiencia de aplicación a la dosis real de riego calculada en el apartado anterior, para posteriormente poder calcular el espaciamiento entre riegos. Así pues:

Para un pivót que riega una superficie de 60,00 has:

$$.- \text{ Du máx} = 0.8 \times 20.20 = \underline{\underline{16,16 \text{ mm/riego}}}$$

$$.- \text{ Du mín} = 0.8 \times 9.324 = \underline{\underline{7,46 \text{ mm/riego}}}$$

### **7.11.- Espaciamiento o intervalo entre riegos.**

El espaciamiento entre riegos ya se ha calculado anteriormente. Pero ahora obtenemos un espaciamiento máximo y mínimo de riego para los diferentes cultivos, que se recogen en las siguientes tablas:

	<b>Du máx (mm/riego)</b>	<b>Du min (mm/vuelta)</b>	<b>Nn (mm/día)</b>	<b>Espaciamiento entre riegos maximo (días)</b>	<b>Espaciamiento entre riegos mínimo (días)</b>
<b>Trigo</b>	16,16	7,46	5,47	3	1
<b>Maiz</b>	16,16	7,46	5,73	3	1
<b>Alfalfa</b>	16,16	7,46	5,48	3	1

El intervalo máximo entre riegos para cultivos es el que se indica en las anteriores tablas. El tiempo máximo en dar una vuelta completa es de 48.10 horas, o lo que es lo mismo 48 horas y 6 minutos, así que un riego se dará por terminado al cabo de 3 vueltas completas, es decir 6 días

### **8.- CÁLCULO HIDRAÚLICO DE LA RED DE RIEGO.**

El cálculo de la red se ha realizado por medio de un programa informático, que nos permite conocer el funcionamiento de la red en los distintos supuestos que se nos presentan en la finca.

#### **8.1.- Parámetros generales.**

En este proyecto los parámetros corresponden a una red que va a suministrar agua al sistema de riego, que en este caso está formado por pivót de 437 m de longitud, con una demanda de 70 l/sg cada uno de ellos, disponiendo de un total de 12 unidades.

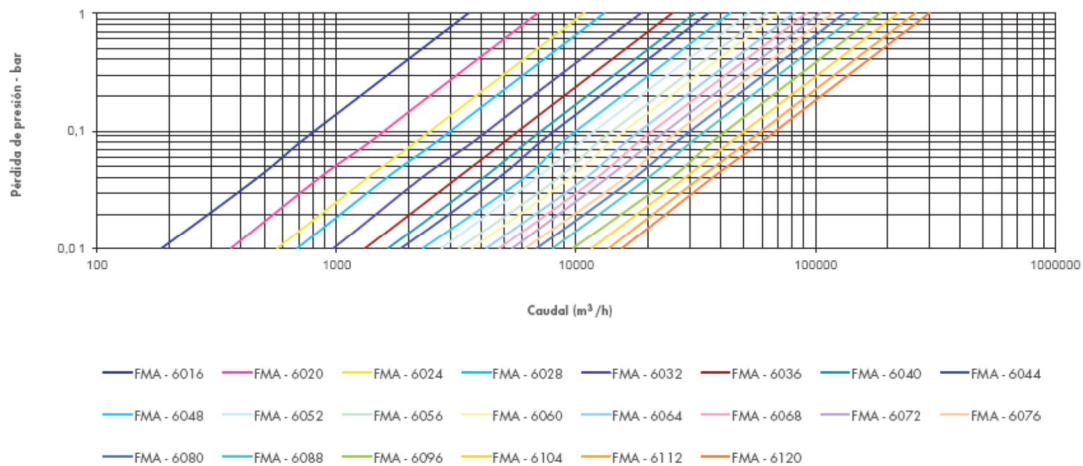
Estos pivót dispondrán de una rotación de cultivos, que serán coincidentes en las diferentes épocas del año del ciclo productivo, lo cual obliga a calcular teniendo en cuenta la posibilidad de que todos ellos estén funcionando a la vez.

Por lo tanto, el dimensionamiento de la red, deberá ser para la demanda total del sistema. Cada uno de los pivót dispondrá de una demanda de 70 l/sg, por lo que la red generará una demanda total de 840 l/s.

En el proyecto va instalada una tubería que va desde la captación en el río Galana hasta la zona de riego, siendo imprescindible un primer filtraje a la llegada a la finca para eliminar la mayor parte de los elementos en suspensión.

Con el objeto de que el riego no se detenga constantemente y precise de constantes limpiezas, se instalará un filtro de malla autolimpiante, para una capacidad de filtrado de 3.024 m<sup>3</sup>/h. En este caso, instalaremos un filtro modelo FMA-6032, cuyas pérdidas de carga se indican en el gráfico que se adjunta.

Este precisa de una demanda de 1,8 kw para su funcionamiento, que se generará con placas solares.



La pérdida de carga que se genera para los 3.024 m<sup>3</sup>/h es de 0.08 bar, es una pérdida de carga muy baja, lo cual podría dar lugar a pensar que sería posible poner un filtro más pequeño, pero la diferencia de precio con filtros de menor diámetro no supera los 1.000 €, y dado que ello nos obligaría a instalar piezas de calderería para aumentar y reducir, al final no merece la pena y de esta forma colocamos un filtro que funciona sobradamente.

Luego con el objeto de simplificar la instalación, se dispondrá a la entrada de cada pivot de un filtro que pueda instalarse en serie sin que precise de piezas especiales.

## **8.2.- Parámetros de los nodos de consumo.**

Los puntos de consumo corresponden a los pivot de riego. Una de las particularidades de la zona donde se pone la puesta en riego impuesta por el promotor es la simplicidad y optimización de la tierra y los cultivos, así como la infraestructura necesaria, por todo ello, es importante mantener el mismo tipo de maquinaria de riego para todas las parcelas, consiguiendo con ello una demanda igual para todos ellos.

La variación que se da en la demanda de los equipos, corresponde a la propia cartografía, unida a las necesidades de los equipos.

Los pivot corresponden a máquinas de 437 m, compuesta por 8 torres de 52.75 m y un alero de 15 m.

La pérdida de carga que se genera en el equipo no es necesario calcularla ya que al trabajar con una máquina completa, este dato nos lo da el fabricante y es de 10 m.c.a.

En él se dispondrán los emisores de tipo rotador, equipados con reguladores de presión, que precisan de una presión mínima de 12 m.c.a. para su correcto funcionamiento.

A la entrada de cada pivot, se instalarán los siguientes elementos:

- 1.- válvula hidráulica.
- 2.- Filtro de mallas de 8”.
- 3.- Ventosa de 2 “.

Con todo ello, con la cartografía que se dispone, cada uno de los puntos de consumo (pivot) en la base, se precisará de la siguiente presión mínima, nombrada en el cuadro como presión de consigna:

Pivot	Cotas en		Presion de Emisor	Perdida de carga en:				Presión de Consigna
	base	Máxima de terreno		Pivot	válvula	filtro	codos	
1	227	230	12	10	1	2	1	29
2	223	240	12	10	1	2	1	43
3	239	242	12	10	1	2	1	29
4	215	225	12	10	1	2	1	36
5	216	225	12	10	1	2	1	35
6	222	236	12	10	1	2	1	40
7	208	212	12	10	1	2	1	30
8	221	221	12	10	1	2	1	26
9	209	223	12	10	1	2	1	40
10	197	210	12	10	1	2	1	39
11	200	206	12	10	1	2	1	32
12	238	247	12	10	1	2	1	35

### **8.3.- Cálculos hidráulicos.**

El material elegido para las tuberías de conducción será PVC y PRFV de presión nominal 10 AT.

Para los cálculos de la tubería, se utilizará la fórmula de Hazen-Willians para tuberías a presión, aplicándose la siguiente expresión:

$$j = \left[ \frac{V}{0,355\phi D^{0,63}} \right]^{0,54} \quad V = 0,85\phi \left[ \frac{D}{4} \right]^{0,63} j^{0,54}$$

V = velocidad en m/s

D = diámetro interior de la tubería

Φ = constante de la tubería (para material plástico = 150)

J = pérdidas de carga en m.c.a.

Por otro lado hay que procurar mantener unos varemos de velocidad y de presión de servicio en la red, con el fin de dar un correcto servicio al sistema de riego.

Velocidad en tubería: entre 1 y 2.2 m/s.

Presión normal en toma: entre 3.5 y 7.5 bares.

Las longitudes de los ramales se han obtenido a partir de la digitalización de la red sobre plano (ver plano de planta).

En este caso, se ha calculado un riego con un 100% de demanda, dado que como se ha dicho anteriormente, todos los pivot pueden funcionar a la vez.

Los resultados del cálculo de la red, son los que se indican a continuación.

NO DO	ALT. PIEZ (m)	PRESIÓ N (m)	CONSUMO (m3/s)	COT A (m)	P. CONSIGNA (m)	P. MARGEN (m)
P1	278,82	51,82	0,07	227	29,0000	22,82
P2	270,84	47,84	0,07	223	43,0000	4,84
P3	276,13	37,13	0,07	239	29,0000	8,13
P4	270,18	55,18	0,07	215	36,0000	19,18
P5	275,68	59,68	0,07	216	35,0000	24,68
P6	266,19	44,19	0,07	222	40,0000	4,19
P7	266,21	58,21	0,07	208	30,0000	28,21
P8	265,75	44,75	0,07	221	26,0000	18,75
P9	257,8	48,80	0,07	209	40,0000	8,80
P12	277,84	39,84	0,07	238	35,0000	4,84
P10	258,12	61,12	0,07	197	39,0000	22,12
P11	257,57	57,57	0,07	200	32,0000	25,57
NU1	285,1	285,10	0,00	0	0,0000	0,00
NU2	282,96	282,96	0,00	0	0,0000	0,00

NU3	280,82	48,82	0,00	232	0,0000	0,00
TOMA	287	0,00	-0,84	287	0,0000	0,00

Identific elemento	Nudo Inicial	Nudo Final	LONGITUD metros	DIAMETRO metros	RUGOSIDAD metros	PERD CARGA metros	CAUDAL m3/seg	VELOCIDAD m/seg
TU1	PRG1	NU1	888,2	0,8	150	1,8996	0,84	1,671
TU2	NU1	NU2	1000	0,8	150	2,139	0,84	1,671
TU3	NU2	NU3	1000	0,8	150	2,1388	0,84	1,671
TU4	NU3	P1	575	0,7	150	2,006	0,77	2,001
TU5	P1	P2	873	0,231	150	7,9804	0,07	1,673
TU6	P1	P3	906,5	0,291	150	2,689	0,07	1,054
TU7	P1	P4	945	0,231	150	8,6386	0,07	1,673
TU8	P5	P7	885	0,291	150	9,4762	0,14	2,108
TU9	P5	P8	928	0,291	150	9,9366	0,14	2,108
TU10	P6	P9	917	0,231	150	8,3827	0,07	1,673
TU11	P5	P6	887	0,291	150	9,4976	0,14	2,108
TU12	P1	P5	979	0,6	150	3,133	0,49	1,733
TU13	NU3	P12	1005	0,291	150	2,9812	0,07	1,054
TU14	P7	P10	885	0,231	150	8,0901	0,07	1,673
TU15	P8	P11	895	0,231	150	8,1816	0,07	1,673

#### **8.4 -Elementos de las tuberías.**

##### **Válvulas.**

Se realizarán seccionamientos en las redes de riego con el propósito de facilitar el posterior manejo de la red, y evitar que averías puntuales condicionen el funcionamiento de toda la red de riego.

DIÁMETRO RO TUBERÍA	DIÁMETRO RO VÁLVULA	CARRETE DESMONTA JE	TIPO DE VÁLVULA	P N
PVC-250	250	NO	Mariposa con bridas	16
PVC-315	300	NO		16
PVC-400	400	SI		16
PVC-500	500	SI		16
PRFV-600	600	SI		16
PRFV-700	700	SI		16

DIÁMETRO TUBERÍA	DIÁMETRO VÁLVULA	CARRETE DESMONTAJE	TIPO DE VÁLVULA	PN
PRFV-800	800	SI		16

### **8.5.- Elementos de Calderería.**

La calderería tendrá las características que se detallan en el plano correspondiente: construidas en acero al carbono ST.275-JR, según DIN 2576-PN10.

Soldaduras realizadas bajo procedimiento homologado, según código ASME-Sección IX.

El acabado será a base de granallado de superficies hasta rugosidad SA 2.5 según Norma S 15-05-5900. Recubrimiento de pintura de polvo Epoxy-Poliéster color Azul RAL-5015 interior de 300 micras de espesor y exterior de 200 micras de película polimerizada Horno a 210 ° C de temperatura.

Las conexiones serán mediante anillo torneado para conexión con junta tipo "RK" para caso del PRFV, y mediante campana con junta elástica para PVC.

### **8.6.- Ventosas.**

Se dispondrán ventosas metálicas trifuncionales después de cada válvula de corte de ramales, así como en los puntos elevados tal y como se indica en los planos de planta y perfil longitudinal. Estas se instalarán para cumplir los siguientes objetivos.

- Eliminar el aire durante el llenado.
- Introducir aire en el vaciado, evitando plegamientos.
- Eliminar aire y gases disueltos, durante el funcionamiento.

Los diámetros nominales de las ventosas, apropiados siempre al caudal de llenado de la tubería en la que se vayan a colocar, se reflejan a continuación:

Diámetro de ventosa	Diámetro Tubería	Caudal Tb.
Ø 50 mm	Ø □ PVC 315 mm	Q < 50 l/s
Ø 80 mm	Ø 400-500 mm	50 l/s < Q < 300 l/s
Ø 100 mm	Ø 630-800 mm	300s < Q < 900 l/s



### **8.7.- Desagües.**

Se proyecta la instalación de una válvula de vaciado de las tuberías en los puntos que se indican en el plano de planta general de las tuberías.

Está pensado para el vaciado de la nueva tubería en caso de reparaciones.

Diámetro de desagüe	Diámetro Tubería
Ø 80 mm	Ø PVC 315 mm
Ø 100 mm	Ø 315-400 mm
Ø 150 mm	Ø 400-800 mm

### **8.8.- Obra civil.**

Se proyectarán arquetas para las válvulas, ventosas y desagües. Las arquetas para ventosas y desagües serán de tipo prefabricado de 1x 1m, con tapa metálica superior. En el caso de las arquetas de las ventosas, irán provistas de dos orificios de aireación para facilitar la salida del aire.

En el caso de las ventosas se colocará en la tubería una pieza especial en T de la que partirá un tubo de acero galvanizado DIN 2448, dentro de la arqueta irá colocada una válvula de corte y la ventosa tri funcional.

En el caso de los desagües se colocará una válvula de compuerta con eje de extensión telescópico para poder manipularla desde la superficie. En el interior de la arqueta irá colocado el mecanismo de accionamiento de dicha válvula.

Ambas arquetas descansarán sobre una cama de gravilla 20/40 que permitirá el correcto drenaje del agua en caso de fugas.

Para conocer más detalles acerca de las características de estas arquetas consultar el plano nº

Se proyectarán anclajes en los codos y tes de las tuberías de toda la red de riego, en hormigón HM-20 ".

Se ejecutará una arqueta para la conexión de la nueva tubería a la tubería ya instalada, que parte de la balsa actual, de dimensiones interiores 3,00 x 3,00 x 2,60 metros, espesor de paredes y solera 0,20 metros de hormigón HA-25/P/20lib, armado con doble mallazo 15x15 cm de diámetro 10 mm en paredes y solera. Superiormente, irá cerrada por medio de una tapa metálica galvanizada, la cual dispondrá de bisagra que permita la apertura de la misma por el centro.

Para acceder a la misma se dispone de unos patés de polipropileno de dimensiones 0,30x0,25 y se accede mediante una tapa de acero galvanizado en frío.

### **8.9.- Movimiento de tierras.**

Las secciones tipo previstas varían en función del diámetro de la conducción. se ejecutarán con un talud 5/1, con una base 1,8 veces el diámetro y de las tuberías.

Se rellenará con garbancillo 6-10 los primeros 10 cm para la formación de la cama de asiento. Posteriormente, una vez instalada la tubería, esta se rellenará hasta completar la altura de 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería en caso de tubería de PRFV, y hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo en caso de PVC. El resto será relleno seleccionado los primeros 30 cm y el resto será relleno ordinario compactado al 95% del PN.

En el caso de la red general, se ha realizado un enterrado superior de la tubería, dado que esta quedaría fuera de la zona de riego, y donde los condicionantes exteriores serán ajenos a la explotación. En el caso de la red que discurre dentro de la zona de riego, se ha buscado una profundidad tal que la generatriz superior de la tubería respecto a la cota del terreno sea como mínimo 1 m.

## **9.- ELEMENTOS SINGULARES.**

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado y la evacuación de aire.

Los diferentes elementos son los siguientes:

### **9.1.- VALVULAS DE VENTOSA.**

Son piezas destinadas a realizar el control de la presencia de aire en las conducciones hidráulicas. El tipo de válvula ventosa elegido es la válvula de doble efecto o trifuncional.

Este tipo de ventosas poseen dos orificios para la evacuación y admisión de aire y uno o dos flotadores. Durante el llenado de las tuberías el agua va empujando al aire que se evacua a la atmósfera a través del orificio grande. El otro orificio, mucho más pequeño permanece cerrado durante este proceso.

Cuando la tubería se llena completamente, los dos orificios se cierran por la acción del agua sobre él o los flotadores. Una vez la instalación ha alcanzado la presión normal de trabajo, el aire que se acumula en la válvula ventosa va siendo evacuado a través del orificio más pequeño.

El orificio mayor permanece cerrado completamente y no se vuelve a abrir hasta que el sistema es drenado o aparece una presión negativa. En tal caso el flotador del orificio mayor caerá inmediatamente, abriendo el orificio y permitiendo la entrada de aire a la tubería.

En este momento la válvula ventosa está nuevamente lista para evacuar aire otra vez. Este ciclo se repetirá tantas veces como sea necesario.

### **Dimensionado de la valvula de ventosa.**

Para la elección del diámetro de la ventosa se tiene en cuenta el diámetro de la tubería, el caudal trasegado por la misma, la presión de funcionamiento y la función a realizar.

Los criterios que se han tenido en cuenta para la localización de las ventosas son los siguientes:

- En los puntos de la red en los que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica de la tubería.
- En los “picos” o “puntos convexos” de la red.
- Puntos finales de tubería en alto.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores).
- Depresiones en la línea de corriente.
- En cada una de las piezas especiales en derivación para las válvulas hidráulicas de los diferentes sectores.

Para la correcta instalación de las válvulas ventosa se recomienda la colocación de una válvula manual de bola antes de la misma para poder desmontar la ventosa en caso de reparación o comprobación sin afectar al funcionamiento de la instalación.

### **9.2.- Tomas de riego.**

La conexión de la red general fija con los diferentes pivots que riegan la finca se realiza mediante tomas de riego.

La presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema es de 40 m.c.a.

La toma de riego tipo que abastece a cada parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:

- Regulador mecánico de presión
- Limitador mecánico de caudal
- Contador o caudalímetro incorporado.

- Ventosa de 2"

- Válvula de mariposa.

- Filtro de mallas de 8".

- Grupo electrógeno de 10 kw.

Todo el conjunto de piezas va alojado en una arqueta prefabricada de hormigón, a excepción del grupo electrógeno que va situado al lado de la torre del pivot.

El diámetro de la válvula elegida para cada tipo de toma es:

Toma de 12 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 3"

Toma de 22 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 4"

Toma de 36 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 6"

Toma de 44 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 8"

Toma de 70 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 8"

### **9.3.- Válvulas de mariposa:**

Se han colocado válvulas de mariposa en las tomas anteriormente descritas, de igual modo para dejar aislado un tramo de la red de distribución con objeto de aislar los ramales de la red para así poder regar en caso de avería.

Las válvulas de mariposa se colocarán del mismo diámetro al que corresponda la tubería en las cuales se han de colocar. Las válvulas van alojadas en arquetas prefabricadas de hormigón.

#### **9.4.- Válvulas hidráulicas.**

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a una máquina pivot de riego determinado, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada pivot con la tubería secundaria.

Se ha elegido la válvula hidráulica con diafragma integral, con cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, que abre y cierra la válvula mediante la presión del agua existente en la red. Su simplicidad de construcción elimina prácticamente el mantenimiento.

Algunas ventajas de estas válvulas son:

- Mínima pérdida de carga
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Cierre gradual y hermético, sin provocar golpes de ariete.
- Pocos componentes.
- Diversas alternativas de control: manual, hidráulico, eléctrico, regulación de presión, regulación de caudal, regulación de nivel, medición de caudal.

Estas válvulas se encuentran en una amplia gama, diferenciándose en una serie de características.

#### **9.5.-Válvulas de retención.**

La función de estas válvulas es permitir el flujo de agua en una única dirección, impidiendo la inversión del mismo.

Las características de estas válvulas son las siguientes:

- El cuerpo es de hierro fundido
- Eje de acero inoxidable.
- Brazo de bronce.
- Disco de bronce.
- Junta de caucho.
- Retén de la junta de acero.
- Eje del disco de acero inoxidable.
- Arandela del asiento de bronce.
- Presión máxima de trabajo 16 atm.
- Tamaño reducido, fácil de instalar.
- Bajas pérdidas de carga.
- Materiales internos de alta resistencia a la corrosión.
- 

#### **9.6.- Desagües.**

##### **Desagües de la red de riego.**

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución y a la salida de la estación de cada pivot. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los “mínimos” de dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

Las dimensiones dependen del diámetro de la tubería y están compuestos por una válvula de esfera y una arqueta tal como se indica en plano.

#### **9.7.- Codos.**

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de las tuberías deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45 o 90°.

#### **9.8.- Reducciones.**

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

La relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías tiene que ser lo mayor posible para reducir las pérdidas de carga singulares en estos elementos.

### **9.9.- Piezas de derivación.**

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces, dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

Las piezas en “T”, “Y” y cruces utilizadas en la red de riego son del mismo material que las tuberías en las que van colocadas.

### **9.10.- Anclajes:**

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección, derivaciones en té y tapones terminales se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

Para el diseño de los anclajes según su finalidad se ha seguido la norma NTE relacionada con las instalaciones de abastecimiento. La fuerza de reacción del agua es la que debe calcularse para establecer las dimensiones de los macizos de hormigón que impidan los desplazamientos de la tubería. Los macizos son de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red en los que se prevén desplazamientos de la tubería son:

- Codos y reducciones
- Llaves de paso
- Piezas especiales en T

En la norma relativa a los anclajes para las tuberías se describen las dimensiones de los mismos para diámetros de la tubería  $\leq 400$  mm. Para el resto de los diámetros, en este caso 800 mm se utiliza la fórmula siguiente para el cálculo del empuje:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kp.
- K = coeficiente según la dirección
- P = presión interior de prueba 1,4 (Presión de trabajo en Kp/cm<sup>2</sup>)
- S = sección interna del tubo en cm<sup>2</sup>

Las dimensiones del elemento de anclaje se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kg
- A = superficie del anclaje en contacto con el terreno en la dirección del empuje en cm<sup>2</sup>
- $\rho$  = Resistencia del terreno en Kg/cm<sup>2</sup> ( Se estima en 2 Kg/cm<sup>2</sup>)

Las dimensiones de los elementos de anclaje son las siguientes:

### **Codo y reducción.**

Para cambiar la alineación de una tubería se coloca un codo. De esta forma el agua circulante experimenta una variación en la dirección de su vector velocidad. El cambio de dirección se establece por la fuerza ejercida por el codo sobre el fluido, este responde con una fuerza de igual dirección e intensidad pero de sentido contrario.



En los cambios de sección debidos a las reducciones se produce un empuje cuya dirección es la del eje de la conducción, en el sentido de circulación del agua.

Las dimensiones de los elementos necesarios para el anclaje son la que se indican en la siguiente tabla:

Pieza	Diámetro de la tubería (mm)	Dimensiones en cm		
		A	B	C
Codo 45°	63 a 225	30	40	15
	250 a 400	50	60	25
Codo 90°	63 a 225	50	40	20
	250 a 400	65	60	20
Reducción	63 a 225	40	30	15
	250 a 400	50	40	25

### **9.11.- Filtros.**

El cálculo y elección de los filtros a instalar en la cabecera de la finca y en cada pivot para el filtrado del agua de riego se recogen en el anejo 8 “Cálculo hidráulico de la red de riego”.

En nuestro caso tenemos dos tipos de filtros, el primero existente en la entrada de la finca, al final de la tubería general de 800 mm.

Con el objeto de que el riego no se detenga constantemente y precise de contantes limpiezas, se instalará un filtro de malla autolimpiante, para una capacidad de filtrado de 3024 m<sup>3</sup>/h.

El otro modelo de filtro es el que se instalará a la boca de cada uno de los pivot, siendo estos según los cálculos realizados en el anejo 8, filtros de mallas de 8”.

#### **Filtro de malla autolimpiante.**

En nuestro proyecto se elige este tipo de filtro para la cabecera de la finca, al inicio de la tubería general dentro de la finca.

Este tipo de filtros de malla autolimpiante son de accionamiento eléctrico en línea, especialmente diseñados para su montaje en líneas de tuberías con grandes caudales en aplicaciones agrícolas.

Su sistema de funcionamiento permite que estos filtros funcionen con presiones de funcionamiento muy bajas, lo que los convierte en el equipo óptimo para la protección de sistemas de bombeo de grandes caudales. Estos filtros se acoplan directamente a la tubería por medio de bridas normalizadas, como un elemento más de la misma. No necesitan más instalación que la conexión de los elementos eléctricos y de control.

Todos los materiales son de primera calidad, utilizando acero inoxidable, en todos los elementos mecánicos que están en contacto con el agua. El cuerpo de filtro es de acero al carbono. Los elementos mecánicos se sitúan en la cara de “aguas limpias” (aguas debajo de la malla) de forma que ningún cuerpo extraño pueda afectar a su funcionamiento o deterioro.

Otras características de este tipo de filtros son:

Proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red.

Malla filtrante Double Diamond de perfil en rombo que disminuye la pérdida de carga y facilita el lavado en contracorriente.

Tamaños de filtración de 1, 1.5 y 2 mm.

Para diámetro de tuberías de entre 500 mm y 3 m de diámetro (16-120”).

Caudales de funcionamiento hasta 52.000 m<sup>3</sup>/h.



Modelo	Conexión Ent./Sal		Conexión drenaje		Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Potencia instalada (Kw)
	DN	Pulgadas	DN	Pulgadas	Malla (1,5x1,5)	Malla (2x2)	
FMA-6016	400	16"	80	3"	0,13	0,17	1,48
FMA-6020	500	20"	100	4"	0,19	0,36	1,48
FMA-6024	600	24"	125	5"	0,3	0,56	1,68
FMA-6028	700	28"	150	6"	0,45	0,65	1,75
FMA-6032	800	32"	150	6"	0,63	0,92	1,83
FMA-6036	900	36"	200	8"	0,89	1,25	2,1
FMA-6040	1000	40"	200	8"	1,14	1,53	2,57
FMA-6044	1100	44"	200	8"	1,42	1,75	2,8
FMA-6048	1200	48"	250	10"	1,69	2,22	3,35
FMA-6052	1300	52"	250	10"	1,9	2,5	3,5
FMA-6056	1400	56"	300	12"	2,35	3,33	3,7
FMA-6060	1500	60"	300	12"	2,85	3,89	4,1
FMA-6064	1600	64"	300	12"	3,4	4,17	4,3
FMA-6068	1700	68"	350	14"	3,75	4,72	4,7
FMA-6072	1800	72"	350	14"	4,14	5,14	5,2
FMA-6076	1900	76"	400	16"	4,75	5,56	5,5
FMA-6080	2000	80"	400	16"	5,41	6,67	6
FMA-6088	2200	88"	450	18"	6,45	7,78	6,2
FMA-6096	2400	96"	500	20"	7,5	8,89	6,38
FMA-6104	2600	104"	500	20"	8,39	11,1	6,72
FMA-6112	2800	112"	500	20"	9,55	13,06	7,1
FMA-6120	3000	120"	600	24"	10,3	14,44	7,25

**Filtro de pivot.**

Estos filtros son fabricados de manera estándar en acero al carbono con recubrimiento de pintura epoxi-poliéster, están diseñados para la protección de los elementos de la conducción y especialmente para trabajar con grandes caudales.

La filtración se produce por retención física de las partículas de tamaño mayor al del elemento filtrante, que puede ser una malla de acero inoxidable soportada por una estructura de PVC o de ACERO INOXIDABLE. La limpieza del elemento filtrante en nuestro caso será manual, aunque también es posible automatizarse.

Presentan un excelente rendimiento debida a su gran superficie filtrante y baja pérdida de carga.

En nuestro caso y según los cálculos del anejo 8, nuestro filtro será el FL-8.

Cuyas características son las siguientes:



Modelo	Conexión	Superficie filtrante (cm <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h) Cartucho, Malla	Caudal (m <sup>3</sup> /h) Cartucho, Aspersión	Dimensiones (mm)						Tipo	Peso (kg.)
					C	L	D	H	A	B		
FL-6	Brida 6"	8526	235	280	265	1415	323	1494	1690	465	C	93
FL-8	Brida 8"	11333	280	335	265	1640	323	1744	1940	465		110
FL-10	Brida 10"	15608	425	510	300	1610	406	1683	1934	505		175
FL-12	Brida 12"	17954	500	600	300	1800	406	1958	2257	505		198

### **9.12.- Grupo generador.**

En nuestro proyecto se ha optado por la colocación de un grupo generador en cada pívot. Este estará situado al lado de la torre del mismo pívot, junto a las válvulas y filtro.

La decisión de colocar un generador por pívot y no la de uno general ha sido tomada por los siguientes motivos:

1.- Minimizar riesgo de rotura del grupo principal, conllevando con ello el paro total de todos los pívot, contando que allí es posible esta opción y la dificultad de tener un servicio rápido de reparación, hacen que sea una idea a descartar.

2.- Evitar el coste de cableado por toda la finca, los pívot están a distancias largas desde la caseta de control y los grupos pequeños constan de automatización por radio sin ningún tipo de problema, lo que hace que sea una opción más sencilla y menos costosa.

3.- La posibilidad de tener un grupo generador de repuesto. Estos grupos son de poco tamaño y de fácil transportar, lo que nos permite tener uno de repuesto por si alguno se estropease y esto nos daría tiempo extra de reparación.

Las características del grupo generador son:

Este tipo de generadores son muy simples, seguros y sencillos, esto los convierte en su principal fuerza en el país en el que queremos instalarlos, ya que el servicio post-venta, muchas veces resulta difícil de encontrar.

Las tomas de estos generadores están protegidas, cada uno de ellos está cubierto con un bastidor resistente, lo que minimiza el riesgo de daños incluso en los entornos de trabajo más exigentes.

Además cuentan con un arranque automático y remoto, ofreciendo una corriente fiable y un arranque a la primera, incluso después de periodos de reposo prolongados. Este

El combustible será Diésel, con el fin de utilizar el mismo que la maquinaria de la que dispondremos en la finca.

Estos generadores cuentan con un depósito amplio que le permite horas de funcionamiento continuo sin tener que volver a repostar.

En nuestro caso se ha optado por la elección de un Generador de 10 Kw, ya que necesitamos mover 8 motores en los 8 grupos de ruedas de cada pívot, cada uno de ellos necesita en torno a 1 CV de potencia, y para no tener

problemas de arranque, por si alguna rueda deslizase o estuviese atascada y ofreciese más resistencia, optamos por la opción de un grupo generador diésel con arranque por control remoto de 10 kw.

### **9.13.- Instalación Fotovoltaica .**

En este caso necesitamos una instalación fotovoltaica, para el consumo del filtro principal autolimpiante de mallas y otra instalación para la caseta de control situada también a pie de finca. Ambas serán iguales.

#### **Descripción de la instalación.**

Un sistema de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica es aquel que aprovecha la radiación incidente del sol para generar energía eléctrica de unas

determinadas condiciones.

Esta energía eléctrica es en corriente continua a 12, 24 ó 48 V que después necesitaremos acondicionar para su posterior uso en los equipo eléctricos

que necesitemos alimentar.

Esta transformación es necesaria porque las cargas más habituales de una instalación necesitan una corriente alterna a 230 V/400 V y a una frecuencia de 50 Hz.

Con ello deberemos realizar el dimensionado, descripción funcional y

definición constructiva de un sistema fotovoltaico dedicado a la generación de energía eléctrica para abastecer energía al sistema de filtro ubicado en una finca como elemento principal.

La instalación solar se dimensionará para obtener 2 días de autonomía en baterías, suponiendo que el filtro se pusiera en marcha entorno a 1 hora al día.

La potencia requerida por el filtro será de 2.600 W (400v).

Por lo que la instalación final estará compuesta por:

#### **Generador fotovoltaico.**

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de 6 paneles fotovoltaicos ATERSA, modelo A-290P de 290 Wp, a 24 V, fabricados con células de silicio.

Se conectarán en paralelo de 6 paneles, llegando a conectar al regulador.

## **Inversores.**

Los inversores utilizados son del fabricante Victron Energy a 24v, destacados

por su robustez y fiabilidad. La tensión requerida en la instalación es de 400v trifásica, por tanto se utilizarán 3 inversores de 1.600 w cada uno conectados en modo trifásico, por lo que en cada una de las fases obtendremos 1.600 w y en su conjunto trifásico 4.800 w.

## **Estructura soporte.**

Es la encargada de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles. Además proporciona, no sólo la orientación necesaria –sur-, sino también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación, que en este caso será paralelo al suelo, por estar situados en el ecuador, y estará sobre un soporte levantado a una altura determinada para evitar robos.

La perfilería soporte estará fabricada, en cualquier caso, en acero galvanizado en caliente de gran resistencia estructural y larga vida a la intemperie.

Se empleará tornillería inoxidable para la sujeción de los módulos, asegurando un buen contacto eléctrico entre el marco de los módulos y los perfiles soporte, por seguridad frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

## **Regulador**

Se añade un regulador de 60 A, Xantrex que cumplirán las funciones de:

- Proteger la batería contra la sobredescarga.
- Proteger la batería contra la sobrecarga.

Los reguladores cumplirán con las indicaciones del pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red de IDAE.

## **Acumulador**

La cantidad de acumulación requerida para este proyecto es de 108 Ah/día, y la batería escogida para 2 días de autonomía y calculando la profundidad de descarga:

- 4 HPZS 320 (24v)

Montada en cofre y con puentes incluidos.

## **10.- MARCO LEGAL.**

En este apartado se pretende explicar algunos parámetros generales del país, información económica, sistema jurídico, etc, con el fin de aportar más información al proyecto y poder ayudar con ello a comprenderlo mejor.

Solamente se abordarán aspectos socio-económicos ya que los de índole climática y agrícola ya se han aportado en los diferentes anejos ya redactados anteriormente.

### **10.1.- Panorama general..**

La población de Kenia es de unas 43 millones de personas y su densidad de población es de unos 73,8 habitantes por km<sup>2</sup>.

La esperanza de vida al nacer es de 63 años.

Existen 42 grupos tribales diferentes que se pueden agrupar en los de origen bantú (kikuyus, luhyas, kambas, kisilis) y los de origen nilótico (luos, kaenjín, masasis, samburus, turkanas), el grupo más numeroso es el de los kikuyus (9.1 millones), junto a ellos conviven minorías como la india (unos 104.000); la árabe (unos 30.000) y los europeos, descendientes en su mayoría de los antiguos colonos (unos 34.000).

Se estima que son cristianos el 82.6 % de la población, musulmanes el 11.2 % practican religiones tradicionales africanas el 5%, y hay un 1% restante que practican religiones tales como hinduismo, el judaísmo u otras.

Es también muy notable en Nairobi el número de expatriados, ya que al ser sede de dos Programas de Naciones Unidas (PNUMA y ONU-HABITAT), hay un elevado número de embajadas residentes (en torno a cien), y al mismo tiempo es considerado como el gran centro de África oriental por numerosas empresas multinacionales.

El idioma oficial es el inglés, y el swahili es el idioma nacional. Además, hay lenguas propias de cada tribu.

Se calcula que aproximadamente el 70% de la población vive en zonas rurales y el 30% en zonas urbanas.

Las ciudades más pobladas son Nairobi, la capital, con una población que oficialmente se estimó en 3.3 millones de habitantes, Mombasa con 966.000 habitantes, Kisumu con 617.000, Eldoret con 632.000 y Nakuru con 473.000.

Se estima que su población se distribuye por edades del siguiente modo: entre 0-14 años el 42.2%, entre 15-64 años el 55.1% y de más de 65 años el 2.7%.



Las estimaciones sitúan en el 50% la distribución de la población por sexos.

## **10.2. Marco Económico.**

### **Estructura de la economía.**

El sector agrícola junto con la ganadería y silvicultura supone el 22 % del PIB; las manufacturas el 10%, los transportes y las comunicaciones el 9.8% y la distribución el 10.3% del PIB.

En la composición del PIB de Kenia destaca por el lado de la oferta la aportación del sector servicios. Sus distintos componentes suman cerca del 50% del producto nacional. Transporte y comunicaciones incluye las actividades del sector keniano de tecnología y telecomunicaciones, uno de los más dinámicos de África.

Como corresponde a un país en desarrollo con una gran parte de la población que todavía vive en áreas rurales y depende de esta actividad, la agricultura en Kenia supone un alto porcentaje de la producción. No sólo se trata de una agricultura de subsistencia orientada a cubrir necesidades básicas, sino que este sector en Kenia tiene también una importante industria con una destacada actividad exportadora, como es el caso del té, café y flores frescas.

Por el lado del gasto, la principal aportación la realiza el consumo, privado y público, seguido por la Formación de Capital, con una aportación estable en torno al 20% del PIB. El sector exterior tiene una significativa contribución negativa al gasto, reflejando el importante desequilibrio exterior de esta economía.

### **Principales sectores de la economía.**

La economía keniana se caracteriza por la importancia de sus exportaciones de productos agrícolas, en particular el té y los productos hortícolas (flores) que representan en torno al 22.5% y 7% respectivamente del total de exportaciones. En los últimos años han destacado además las exportaciones de café, con un crecimiento del 36% en los dos últimos años. En el sector hortícola, pese a ser considerado por algunos analistas como de bajo valor añadido, se origina la mayor parte de sus exportaciones a la Unión Europea: té, café sin tostar, flor cortada, verduras, frutas y nueces/semillas.

La superficie agrícola supone el 9% del territorio.

A pesar del proceso de diversificación de la economía, alrededor del 75% de los trabajadores se dedican a la agricultura –principalmente de subsistencia- y el peso del sector agrario en términos de PIB se mantiene.

- Kenia es un productor significativo de carbonato sódico, sal usada en la fabricación de jabón, vidrio y tintes. Otros minerales o su procesamiento importantes en el país son el cemento, la fluorita, y el refinado de petróleo.

Tras muchos años de prospección, en marzo de 2012 se anunció el hallazgo de petróleo en la región del Lago Turkana, al norte del país. A falta de determinar el tamaño del yacimiento, Kenia será capaz de extraer petróleo con fines comerciales.

La participación del sector de las manufacturas en el PIB keniano está situado alrededor del 10%.

Entre los principales subsectores se encuentran el textil, las bebidas alcohólicas y el tabaco, plásticos, muebles, pilas, jabón, cigarrillos, harina así como de refinado de petróleo, acero, aluminio, plomo y reparación de buques comerciales, equipamiento para el transporte y productos de arcilla y cristal. Los productos manufacturados textiles, sobre todo confección/prendas de vestir, constituyen el 94% de las exportaciones a los Estados Unidos bajo los beneficios del AGOA (African Growth and Opportunity Act.). Esta industria surge y depende por tanto en gran medida de materiales importados.

El sector servicios representa en total un 51.3 % del PIB keniano. Los subsectores más representativos dentro de este sector son el comercio al por menor, los servicios turísticos, las telecomunicaciones y las finanzas.

Hay 29 millones de usuarios de telefonía móvil. Existen cuatro operadores, si bien el líder, Safaricom, disfruta de una cuota de mercado del 67.7%. sus competidores se han embarcado en una guerra de precios que han erosionado su liderazgo.

Las Empresas de telefonía móvil tratan de aprovechar la demanda potencial de servicios financieros. En Marzo de 2007, Safaricom, lanzó el servicio M-Pesa, que permite transferir dinero entre cuentas de móviles por sumas de hasta 35,000 ksh, unos 500 USD, y que a largo plazo busca también realizar préstamos similares a los bancarios.

El consejo Mundial de Turismo y Viajes (World Travel and Tourism Council) estima que el sector aporta directamente un 5.7 % al PIB y en total un 13.7%.

Los principales retos que debe afrontar el sector pasan por subsanar una infraestructura insuficiente y por atraer turistas procedentes de nuevos mercados, y evitar de ese modo la tradicional dependencia del mercado europeo, ahora en recesión.

### **El sector exterior.**

Los principales productos exportados son té y flores, el destino de sus exportaciones es mayoritariamente Uganda, seguido por el Reino Unido.

El grado de apertura de la economía de Kenia, medida como la suma de exportaciones e importaciones en relación a su PIB, es del 50.5%. Las importaciones representan el 36.5 % de su PIB.

En el caso de Kenia, China, India, Sudáfrica y los EAU han ocupado el lugar que hace tiempo tenían los países de la UE como proveedores.

### **Comercio de bienes.**

Las exportaciones de Kenia tienen como principal destino la región de África del Este y la Unión Europea. En la UE, destaca Reino Unido y Holanda (éste último se explica en gran medida por la exportación de floricultura al mercado holandés).

Los principales productos que Kenia exporta son té (hacia Asia en gran medida), flores (hacia Europa) y productos vegetales. Sus principales importaciones están relacionadas con energía (básicamente petróleo y combustibles) y los suministros para su industria (máquinas y aparatos mecánicos y eléctricos).

### **Comercio de servicios.**

Junto con el té y las flores, el turismo es la gran actividad exportadora de Kenia. Aproximadamente un millón de turistas visitan Kenia anualmente, y Reino Unido y EEUU, son sus principales mercados emisores.

## **10.3.- IMPORTACIÓN (REGIMEN DE COMERCIO EXTERIOR).**

La agencia encargada de controlar las importaciones y recaudar los aranceles

(IVA) de las importaciones es el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales. El régimen de licencias y prohibiciones a la importación de Kenia se rige por la Octava Lista (Eighth Schedule). Las mercancías se clasifican en tres grupos: mercancías prohibidas; mercancías restringidas, que requieren autorización; y mercancías que deben cumplir las normas técnicas, fitosanitarias, sanitarias y ambientales. El Ministro de Comercio puede modificar la lista de mercancías sujetas a prohibiciones o licencias de importación. Las mercancías no comprendidas en esa lista pueden comercializarse libremente.

Para la Tramitación de las importaciones se precisa un impreso de declaración de importaciones (Import Declaration Form) en el que debe constar: valor fiscal de las mercancías; cantidad, calidad y código de cada tipo de bien para facilitar su comprobación.

Para determinados bienes -un total de 2.249: ([www.kebs.org](http://www.kebs.org))- que pueden implicar un riesgo para la salud, la seguridad o el medio ambiente, la "Kenia Bureau of Standards" solicita un Certificado de Conformidad previo a la exportación, emitido por agentes habilitados -INTERTEK, SGS, Bureau Veritas y, para los productos procedentes de China, "China Certification and Inspection Group".

En caso de no cumplimentarlo, las mercancías podrán ser inspeccionadas en destino por la autoridad keniana, lo que tendrá un coste del 15% del valor CIF.

La naviera debe presentar telemáticamente, con antelación a la llegada a puerto, el manifiesto de carga, a través del sistema "Simba" para Aduanas y del sistema "KWATOS" para la autoridad portuaria. También debe presentar una orden de entrega. Tras el despacho aduanero, se genera una orden de recogida en KWATOS que se presenta, junto a los documentos adjuntos a la Oficina de Documentación Aduanera (Customs Documentation Office), se pagan las tasas portuarias y se puede sacar la mercancía del recinto del puerto -o las tasas de la estación de contenedores para retirarla de dichas estaciones-, a un medio de transporte, normalmente un camión, contratado a través del mismo sistema KWATOS.

#### **10.4.- Aranceles y regímenes económicos aduaneros.**

Kenya se encuentra dentro del Mercado Común de la East African Community, cuyo Convenio de Armonización fue firmado en Junio de 1983. A la EAC también pertenecen Uganda, Tanzania, Burundi y Ruanda. Como miembro de la unión aduanera de EAC, Kenia aplica los aranceles comunes establecidos por la organización para los productos que circulan entre estados miembro. El arancel keniano sigue la nomenclatura del Sistema Armonizado de Codificación y Designación de Mercancías (HS). Los diferentes tipos aplicables en función de los productos pueden encontrarse en el documento Common external tariff en ([www.eac.int](http://www.eac.int)).

Existen principalmente tres aranceles básicos:

. - Del 0% para materias primas, bienes de capital, insumos agrícolas, ciertos medicamentos y algunos equipos médicos.

. - Del 10% para bienes intermedios y otros insumos industriales esenciales.

.- Del 25% para los productos terminados. Así existen otros tipos o tasas especiales para el arroz, maíz, leche, harina de trigo y ciertas harinas, azúcar, cigarrillos, cemento, algodón, varias telas y confecciones a estética y uso africano, sacos y bolsas, tapones corona, pilas/baterías y ropa de segunda mano.

Algunos productos están sujetos a un impuesto especial.

Este arancel es pagado por el productor pero posteriormente repercutido a los consumidores mediante un incremento del precio. Actualmente, son productos sujetos a este gravamen: refrescos, bebidas alcohólicas, tabaco, combustibles y vehículos a motor. También sobre bolsas de plástico y ordenadores de segunda mano. En productos como vehículos, tabaco, cerveza o petróleo, este arancel se aplica por volumen o cantidad importada.

Según las autoridades, desde enero de 2000, la valoración en aduana en Kenia se basa en el Acuerdo relativo a la Aplicación del Artículo VII del GATT de 1994. El valor de transacción se utiliza para alrededor del 60 por ciento de las transacciones. Las diferencias suelen resolverse a nivel regional. Cuando no puede alcanzarse un acuerdo, el Comité Nacional de Valoración se ocupa de los asuntos de valoración, mientras que los conflictos relacionados con la clasificación se remiten a la Oficina de Facilitación del Comercio.

Actualmente, Kenia otorga exenciones arancelarias a las mercancías para uso del Presidente o de organismos de beneficencia, iglesias e instituciones de enseñanza autorizadas, para uso del ejército y la policía, para proyectos financiados con ayuda oficial, para situaciones de emergencia y para uso de diplomáticos y organizaciones internacionales.

Pueden importarse con exención de derechos muestras y productos destinados a su exhibición en ferias comerciales. No obstante, tras su utilización, dichos productos deberán ser reexportados o destruidos. De no presentarse el correspondiente certificado de aduanas de que las mercancías han sido reexportadas o destruidas, se impondrán los derechos pertinentes sobre la base del valor supuesto de los productos.

Las autoridades señalan que la introducción del Arancel Exterior Común, con su mayor proporción de aranceles nulos, ha hecho redundantes ciertas concesiones arancelarias anteriores.

Los bienes en tránsito están exentos de derechos de aduana, pero deberán estar bajo fianza hasta que salgan del país. El máximo período de tiempo que se permite para el transporte a través de Kenia de mercancías destinadas, a la zona oriental del Congo y a Rwanda es de 15 días, prorrogable en otros 15 días.

El Acuerdo Marco de Cooperación Económica firmado entre EAC y la Unión Europea, comunidades de las que Kenia y España son parte respectivamente, contempla la aplicación de arancel tipo 0% a materias primas y bienes de capital exportados a Kenia.

El acuerdo recoge la eliminación paulatina de los aranceles al comercio entre ambas zonas económicas.

Sin embargo, hay productos catalogados como "sensibles" que no gozan de exención aduanera. Esta lista puede consultarse en la Web del Ministerio de Comercio de Kenia ([www.trade.go.ke](http://www.trade.go.ke)).

El IVA (VAT) se aplica a productos y servicios tanto suministrados como importados a Kenia. La tasa impositiva general es del 16%. Existen diferentes esquemas impositivos contemplados en el Value Added Tax Act disponible en el portal de Internet de Kenian Revenue Authority ([www.kra.go.ke](http://www.kra.go.ke)) Este impuesto se aplica sobre el valor del bien en aduana incluyendo las tasas impuestas por la misma o sobre el valor del servicio prestado.

### **10.5.- Inversiones extranjeras/incentivos a la inversión.**

El marco legal lo constituye la Ley de Promoción de Inversiones de 2004 (Investment Promotion Act). La Autoridad de Promoción de las Inversiones del país, Kenya Investment Authority, es el organismo competente para evaluar y autorizar las inversiones extranjeras.

El gobierno también ha puesto en práctica una serie de incentivos fiscales a la inversión extranjera.

Para invertir en Kenia, los ciudadanos extranjeros pueden solicitar un Certificado de Inversión a la Autoridad de Promoción de Inversiones del país.

La concesión de este Certificado implica que se pueden iniciar la actividad, lo que facilita la expedición de diversas licencias y permisos de entrada.

Este certificado de inversión no tiene coste alguno. Para poder optar a un Certificado, los inversores extranjeros deben invertir al menos 500.000 USD o una cantidad equivalente en otra moneda.

El Gobierno de Kenia inició en 2005 un proceso para reducir el número de licencias para desarrollar determinadas actividades económicas. Se permite la plena propiedad extranjera de una empresa en casi todos los sectores de la economía keniana; hay límites máximos a esta propiedad en seguros (66,7%), telecomunicaciones (70%) y las actividades pesqueras (49%).

Los inversores extranjeros pueden adquirir acciones de una empresa cotizada en Bolsa, aunque hay una reserva del 40% del capital social de las sociedades cotizadas para inversores nacionales. Desde 1994 no existe control de cambios, con el fin de atraer inversores privados kenianos y extranjeros.

La Ley de Protección de Inversiones (Foreign Investment Protection Act) establece la libre repatriación de los beneficios empresariales derivados de las inversiones extranjeras tras haber cumplido con las correspondientes obligaciones fiscales.

Hay una serie de incentivos fiscales a la inversión que se plasman principalmente en exenciones de impuestos de la renta y del IVA sobre los bienes de equipo y maquinaria que se utilizarán en el proyecto de inversión. Otros incentivos fiscales se refieren a la concesión de ciertas deducciones de gastos y a subsidios a la inversión.

Los incentivos se otorgan caso por caso y son aprobados por el Ministerio de Hacienda aunque la agencia Kenya Investment Authority puede ayudar al inversor extranjero en sus solicitudes de incentivos.

Otro aspecto a tener en cuenta para la inversión en Kenia son las Export Processing Zones (EPZ).

Las empresas ubicadas en estos parques industriales especializados en manufacturas para la exportación se benefician de diversas exenciones fiscales: 21 a 10 años del impuesto sobre las sociedades y una tasa del 25% en los 10 años siguientes. 10 años de exenciones en retenciones sobre dividendos y otras remesas extranjeras.

Exención en el pago del IVA y en aranceles para maquinaria y materiales para la producción. Deducción del 100% en nuevas inversiones en edificios y maquinaria dentro de la EPZ durante 20 años.

Además, dentro de las EPZ los trámites burocráticos son más ágiles y se facilitan servicios de asesoría a las empresas que allí operan.

A finales del 2010 existían en Kenia 41 EPZ en las que el que trabajaban 83 empresas, de las que 57 eran de capital extranjero, 19 empresas eran de capital keniano y el resto de capital mixto. Compete su regulación al organismo Kenya Export Processing Zone Authority (EPZA).

Dos zonas están administradas por el Estado mientras que el resto lo administra el sector privado.

La mayor parte de las zonas están situadas en Mombasa o Nairobi.

Las instituciones encargadas del cumplimiento y ejecución de las leyes de propiedad en Kenia son las instituciones ejecutivas del Registro de la Propiedad, las cuales son:

- Ministerio de Tierra, responsable del desarrollo de la política sobre la tierra de propiedad nacional.
- Registro Catastral, encargado del registro de la propiedad en Kenia.
- Ayuntamiento de Nairobi o autoridad local.
- Consejos de Control de la Tierra. La propiedad puede ser adquirida como bienes raíces o en alquiler.

El título de bienes raíces otorga al dueño absoluta propiedad sobre la tierra de manera perpetua. Sin embargo, el título de alquiler se realiza con el gobierno como contraparte, normalmente por 50 o 99 años. Al final de este periodo, el propietario puede solicitar una ampliación de arrendamiento que normalmente es concedida. Este procedimiento suele tardar 6 meses aproximadamente. Ambas figuras, bienes raíces o arrendamiento, están sujetas a las tasas impuestas por la autoridad local. Normalmente serán una fracción del valor del suelo rústico. Sin embargo, el arrendamiento está sujeto al alquiler de la tierra y por ello la tasa estará basada en el tamaño de la misma. Para la mayoría de las propiedades, los pagos a realizar son, un 10% en concepto de depósito y el resto entre los 60 y 90 días siguientes.

La financiación para la adquisición de propiedad puede realizarse a través de bancos, sociedades constructoras o compañías hipotecarias. La forma más sencilla de adquirir una propiedad para no residentes es nombrar un abogado en Kenia que pueda actuar en su nombre. El abogado se encargará de tener el acuerdo de compra firmado y de conseguir el título de transmisión de la propiedad en nombre del cliente.

En cuanto al coste de transacción, el comprador se encarga de pagar un 4% de derechos de timbre por los documentos de transferencia, 1.5% tasas legales, 600 KES de cargo por el control bancario y 250 KES en concepto de registro. El vendedor se encargará de pagar la comisión del agente. No obstante la ley keniana contempla limitaciones en el acceso a la propiedad para no residentes. Estos pueden acceder a la compra de tierra de tipo comercial, la destinada a la obtención de ingresos o beneficio, y construir sobre ella.

La tierra destinada a granja o agricultura no puede ser adquirida por no residentes, ya que, es propiedad de los indígenas. Sin embargo, puede adquirirse a través de una empresa cuya participación mayoritaria sea keniana.



## **10.6.- Sistema fiscal.**

La Constitución de 2010 recoge en su capítulo 12 los principios que rigen las finanzas públicas.

Otorga en exclusiva al Gobierno nacional la capacidad de establecer el IRPF, el IVA, los impuestos a la importación y exportación, y los impuestos especiales. En 1995 se creó la Kenya Revenue Authority (KRA), la Hacienda keniana, es una organización funcional y no meramente recaudatoria. Se organiza en departamentos: tributación doméstica, aduanas e impuestos especiales y transporte por carretera.

Además, cuenta con oficinas regionales y con una oficina de Grandes Contribuyentes (aquellas empresas que facturen más de 750 millones de chelines kenianos). La composición de estos ingresos según su fuente fue en 2010 la siguiente: IVA: 28%; IRPF: 21%; Impuestos especiales: 20%; Impuesto sobre Sociedades: 19%; Aranceles: 12%. Estas proporciones son prácticamente constantes en el periodo 2006-2010. El año fiscal va de julio a junio del año siguiente, pudiendo las empresas fijar otro año contable.

## **10.7.- Financiación.**

La supervisión del sistema financiero compete al Banco Central de Kenia, institución que viene recogida en la Constitución de Kenia de 2010 en el art. 231. El cual cita entre otras cosas que esta institución será independiente del control del gobierno.

Esta supervisión se lleva a cabo desde el departamento de supervisión del banco, cuyo principal objetivo es fomentar la liquidez, solvencia y funcionamiento correcto del sistema financiero. Objetivos regulados en la ley “Central Bank of Kenia Act” sección 4A.2.

Estos objetivos se llevan a cabo mediante la implementación de políticas y controles en línea con las buenas prácticas internacionales de supervisión y regulación bancaria. Las funciones de este departamento del banco central son:

1º Elaborar y revisar las leyes de “banking and building societies act” y “microfinance act” .

2º Otorgar licencias y elaborar las líneas de actuación de las oficina de transacciones de divisas .

3º Otorgar las licencias de los bancos comerciales, instituciones financieras, cajas de ahorros, macroinstituciones financieras y compañías de crédito.

4º Supervisar y regular el marco de actuación de todas las empresas antes mencionadas. Todo esto viene recogido en la ley “Central Bank of Kenya Act” Tras las crisis que ha pasado el sistema financiero keniano desde su independencia del gobierno británico, se constituye el Fondo de protección de los depósitos “Deposit Protection Fund Board”, una especie de híbrido entre el FROB y el FDG de España, que garantiza no solo los deposititos de los pequeños ahorradores, si no también la solvencia y garantía de los bancos comerciales. En 2009 el DPFB tenía activos por valor de 20,8 billones de Ksh (chelines kenianos).

Actualmente en Kenia hay 43 bancos comerciales y una institución financiera para hipotecas, estos son regulados por el “Banking Act”. De estos 43 bancos comerciales, 30 son locales y 13 extranjeros. Tres de estos bancos locales son instituciones 30 públicas financieras: el Banco Nacional de Kenia con una participación del gobierno del 70,6%, Banco de desarrollo de kenia (100% participación estatal) y el Banco Consolidado de Kenia (77,8% participación estatal).

Por el lado extranjero, destaca la presencia de algunos bancos internacionales como el Barclays Bank of Kenya, Standard Chartered Bank Kenya y el Citibank N.A Kenya. Mencionar que actualmente no existe ninguna caja de ahorros en Kenia.

Además de los bancos comerciales existen las llamadas oficinas de cambio de divisa “Forex Bureaus”. La primera licencia de estas oficinas se otorgó en 1995, con el objetivo de fomentar la competencia en el mercado de divisas. En la actualidad existen un total de 112 de estas oficinas en el país. El pago al contado sigue siendo la principal forma de pago en el país, debido principalmente al mercado “informal” que existe. De hecho en muchos locales comerciales, restaurantes, parques naturales,.. no admiten tarjeta electrónica de pago. Si atendemos a las estadísticas del Banco Central de Kenya sobre el número de tarjetas, las estima en unas 10 millones de un total de población de más de 40 millones de personas. Más impactantes son aún los datos de Cajeros automáticos y TPVs, 2.205 y 16.604 respectivamente a diciembre de 2011. No obstante, hay que indicar que el número de todos estos medios de pagos electrónicos no ha parado de crecer, con lo que poco a poco irán sustituyendo al pago al contado.

Destaca sobre todo el crecimiento que ha tenido las tarjetas de débito que entre junio de 2009 y diciembre 2011 ha aumentado un 160%, con un total de 11,2 millones de transacciones ese mismo mes. Por último, hay que mencionar el sistema de pagos a través del móvil, tanto para cobrar como para pagar, está muy desarrollado y ha permitido a las zonas rurales acercarse al sistema bancario. El principal proveedor de este servicio en Kenya es MPesa. Algunos otros son: Airtel Money y Orange Money. Así en el conjunto del año pasado

(2011) se alcanzaron los 19 millones de usuarios, con un volumen de transacciones de 433 millones, por un valor de unos 1.200 billones de chelines kenianos.

La banca islámica que comenzó modestamente ha empezado a despegar en zonas con minorías musulmanas. Los depósitos bajo los principios de la Sharia fue el primer producto que se introdujeron en el 2005 y están ampliándose hacia los seguros. Hay seis instituciones de microfinanzas formales aunque existen muchas pequeñas entidades. Hubo varios notables escándalos que motivaron su regulación legal por la “Microfinance Act of 2006” que entró en vigor en el 2008. Atribuye su control, supervisión y desarrollo al Central Bank of Kenya (CBK). No obstante son las instituciones de microfinanzas, en sentido amplio, las que proporcionan servicios financieros a esa mayoría de la población que no puede acceder a los servicios bancarios.

Compete la regulación del sector de seguros a la “Insurance Regulatory Authority” por la ley “Insurance Amendment Act 2006”, la cual se encuentra bajo revisión. Participaron en el mercado asegurador en 2010 un total de 46 compañías. La bolsa en Kenia tiene un mercado de capitales controlado por la Capital Market Authority (CMA). El mercado de capitales lo forman la Nairobi Stock Exchange (NSE, la Bolsa de Valores de Nairobi), 18 empresas de asesoramiento de inversiones, 12 banco de inversión, 10 corredores de bolsa, 19 gestores de fondos, 14 depositarios autorizados, 16 instituciones de inversión colectiva, 1 agencia de calificación de crédito, una empresa de capital-riesgo y una Cámara de Compensación.

La CMA regula y supervisa desarrollo del mercado de capital de Kenia. La Nairobi Stock Exchange (NSE) se constituyó en la década de 1920 por los británicos siendo solamente para los europeos. En 1954, el mercado se formalizó bajo la forma de unas 31 empresas. En 1963 se permitió el acceso a los africanos siendo en 2009 la cuarta bolsa de valores más grande de África, en términos de volúmenes de contratación y la quinta del continente más grande en términos de capitalización bursátil como porcentaje del PIB.

Está incluida en el ranking del índice “Frontier Markets” de Morgan Stanley Capital International que recoge los 26 mercados de mayor riesgo representativos de oportunidades de inversión para los inversores internacionales. En la actualidad cotizan 59 valores: 55 acciones y 7 obligaciones de los que tres se cotizan.

### **10.8.- Legislación laboral.**

La normativa laboral de Kenia está formada por el Employment Act; y el Labour Relations Act, que contienen las provisiones relativas a derechos de

asociación de trabajadores, sindicatos, negociación colectiva, etc.; la normativa sobre salarios y condiciones de empleo donde se recoge el salario mínimo interprofesional; Factories Act que recoge la normativa de salud y seguridad social de los obreros industriales; y el Work Injuries Benefit Act, que regula la compensación económica por enfermedad o accidente laboral. Esta normativa contempla cuatro tipos de contratación laboral:

- Contrato de duración indeterminada o indefinido.
- Contrato de duración determinada.
- Contrato por obra o servicio determinado.
- Contrato eventual. Este contrato debe ser por un tiempo inferior a 24 horas y el trabajador es pagado al final del día. El empleador está obligado a entregar en el plazo de dos meses desde el comienzo de la relación laboral de un contrato escrito. El contenido viene especificado en la parte III del Employment Act. No obstante la ley permite el establecer contratos de servicios oralmente. Estas provisiones no aplican sobre trabajadores cuya relación laboral sea inferior a 3 meses.

La relación laboral puede terminar de común acuerdo; automáticamente cuando se produzcan determinadas circunstancias excepcionales; por renuncia o dimisión del trabajador o por voluntad del empleador, aunque en estas circunstancias deberá cumplir con las exigencias de la ley.

### **11.- ESTUDIO DE VIABILIDAD E INVERSIÓN.**

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable o no.

Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. El primero es un indicador de rentabilidad absoluta y el segundo es un indicador de rentabilidad relativa.

El VAN dice que una inversión es rentable y viable cuando es mayor de cero. El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero, da las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

Para calcular los índices señalados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 25 años, sobre la cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

La rotación de cultivos se repite cada 10 años, por lo tanto será de 2 ciclos y medio.

### **11.1.- Situación Actual.**

Actualmente la finca objeto cuyo propietario es el gobierno Keniano se dedica al pastoreo de las reses que tienen los grupos tribales que allí viven, siendo este un rendimiento muy bajo o prácticamente nulo. Aunque pueda parecer que con la realización del proyecto ellos se quedarían sin tierra para sus reses, en la realidad quedaría suficiente terreno entre los pivots para dicho uso, y los restos de las cosechas suplirían con creces las dotaciones que tienen en la actualidad de comida para su ganado. Además que para ellos sería mucho más importante poder darles trabajo de vigilancia o de control de la finca pagándoles un salario semanal, consiguiendo con ello una satisfacción máxima y así con ello poder cubrir las necesidades básicas de su gente.

Por los motivos explicados a lo largo de estos anejos, de la posibilidad de desarrollar un proyecto de estas características, capaz de darle una nueva perspectiva a la agricultura kenyata y ayudar al desarrollo de nuevos proyectos en el país, se plantea la necesidad de transformar a regadío la finca objeto de este proyecto, y así de esta forma procurar un aumento de los rendimientos de la misma consiguiendo una rentabilidad interesante para el promotor.

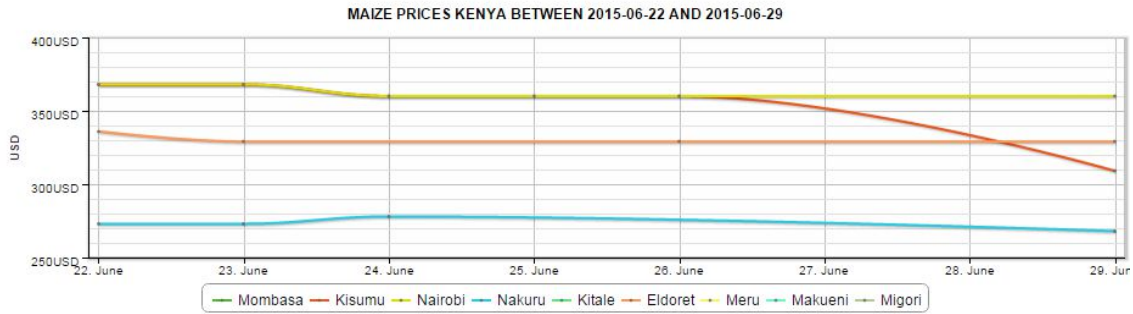
#### **Datos considerados para el estudio económico.**

En nuestro caso no vamos a valorar el posible beneficio de la actividad actual de la finca, ya que consideramos que el pastoreo del ganado podrá continuar ejerciéndose incluso con mayores proporciones de alimento ya que tendrá mucha más variedad de alimento, correspondiente de los restos de las diferentes cosechas que allí se cultiven. Por lo tanto, no tendremos en cuenta ningún tipo de valor de la actividad actual.

Tampoco consideramos ingresos por ningún tipo de subvención, ya que en Kenia no existen como en España la PAC u ayudas semejantes.

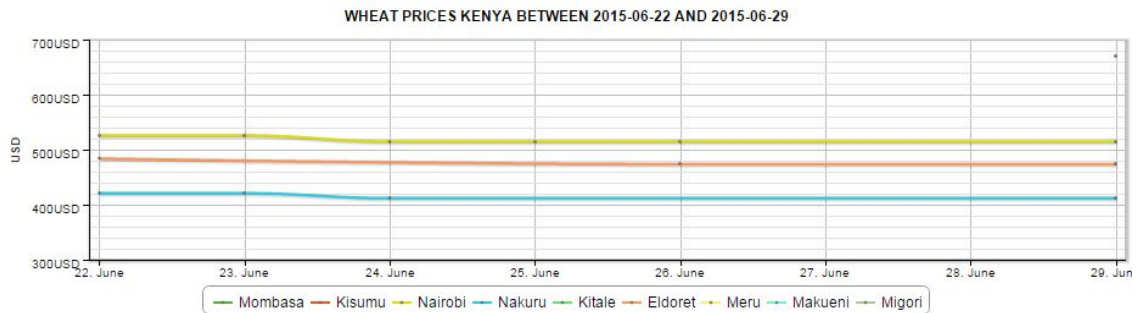
### **11.2.- Precios de las producciones del cultivo.**

A continuación se exponen los precios a fecha muy reciente de los valores de 1 tm de maíz.



En los últimos años ha crecido la demanda y el precio del maíz ha ido aumentando, llegando en estos momentos a un valor en el mercado de Mombasa de 370 USD/tm, o lo que es lo mismo 330, 81 €/tm, aunque como referencia vamos a tomar un valor más bajo ya que la media de los últimos cinco años está en 233,36 €/tn, con el fin de mantener un margen suficiente y que nos evite sorpresas de mercado

En el caso del trigo los precios son los siguientes:



El precio del trigo está situado en el mercado de Mombasa, en torno a los 520 USD/tm, o lo que es lo mismo 464,92 €/tm, al igual que con el maíz, aunque el precio de este último año es alto, consideraremos el de la media de los últimos cinco años que es 225,44 €/tm.

No existe valoración de mercado sobre la alfalfa, es un cultivo muy desconocido allí, aunque las grandes centrales de producción de leche están muy interesados en el cultivo, así como el mercado exterior. Con base en esto podemos hacer una valoración estimada de 145 €/tm, obteniendo con ello una posibilidad de conocer con ello las dificultades y las peculiaridades de este cultivo en Kenia.

### 11.3.- Costes de producción de los cultivos.

#### **COSTES DE UNA HECTÁREA DE TRIGO.**

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor grada discos	27
Labor cultivador- molón	24
Semilla (200 Kg/Ha a 0.27 Euros/Kg)	54
Siembra con sembradora	15
Herbicida y aplicación	27
Abono (300 Kg/Ha a 0.34 Euros/Kg)	102
Urea 46% (150 Kg/Ha a 0.26 Euros/Kg)	39
Aplicación abono y urea	9
Recolección	90
Transporte	4
Varios, etc.	18
<b>TOTAL .....</b>	<b>442</b>

#### **COSTES DE UNA HECTÁREA DE MAIZ.**

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o fresadora	48
Semilla (90000 plantas/Ha x 3.6 €/1000 plantas)	324
Siembra con sembradora a golpes	36
Herbicida y aplicación	27
Abono (950 Kg/Ha a 0.304 Euros/Kg)	288,80

Desinfección suelo	5
Inyección de N en la red de riego	150
Insecticida y aplicación	25
Recolección	100
Transporte	10
Varios, etc.	20
<b>TOTAL .....</b>	<b>1066.80</b>

### COSTES DE UNA HECTÁREA DE ALFALFA.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/ arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o 1 cult.- molon+fresadora	48
Semilla (40 Kg/Ha x 8 €/Kg)	320
Siembra con sembradora	20
Insecticidas y aplicación (5 años)	290
Abono presiembra (500 Kg/Ha a 0.304 €/Kg)	152
Abono de mantenimiento (400 Kg/Ha x 0.35 x 4 años)	560
Siega (8 cortes/año x 4 años x 20 €/corte)	640
Hilerado (8 cortes/año x 4 años x 20 €/corte)	640
Empacado/ Recogida + Transporte (2.5 Tm/Ha y corte x 12 €/Tm x 8 cortes/ año x 4 años)	960
Reparación y mantenimiento maquinaria	20
<b>TOTAL .....</b>	<b>3683 (4</b>



	<b>años)</b> <b>920,75 € (1</b> <b>año)</b>
--	---

#### **11.4.- Ingresos anuales.**

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo. El precio de los productos puede variar de un año a otro, por eso se ha tomado un precio que sea razonable teniéndose en cuenta los precios de años anteriores.

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación los ingresos que se obtienen son los siguientes:

<b>CULTIVO</b>	<b>Producción (Tm/Ha)</b>	<b>Precio (€/Tm)</b>	<b>Ingresos (€/Ha)</b>
<b>TRIGO</b>	Grano: 4,5 tm	225,44	1014,48
<b>ALFALFA</b>	Rama: 15 tm	145	2175
<b>MAIZ</b>	Grano: 11 tm	233,36	2566.96

#### **Flujo destruido.**

Es el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual, es decir, en nuestro caso este valor es cero.

#### **Coste del riego.**

Los costes derivados del consumo de agua en nuestro proyecto son solamente aquellos costes energéticos, producidos para realizar el movimiento de las ruedas de los pívot, es decir el diésel de consumo del grupo generador, el cual proporciona la energía suficiente para el movimiento de las ruedas de los pívot.

En nuestro caso, no tenemos coste de consumo de agua, ni tenemos coste de bombeo ya que tenemos presión natural en la finca, debido a la diferencia de cota entre el punto de captación en el río y la posición de los pívot en la finca.

Para el cálculo del coste de la energía eléctrica es necesario conocer el tiempo de funcionamiento de los grupos generadores y del coste de la energía consumida. En este caso la energía eléctrica para el accionamiento de los equipos se realiza por medio de grupos electrógenos diesel, así por lo tanto, solo se tendrá en cuenta el consumo de combustible de estos.

De esta forma realizando un estudio de los consumos de combustible, se establece que el precio del agua consumida es de 7,60 €/1000 m<sup>3</sup>.

Este coste de combustible multiplicado por el número de m<sup>3</sup> de consumo por cultivo que tenemos en la tabla siguiente, conoceremos el coste/ha.

Cultivo	Consumo anual (mm)	Consumo anual (m <sup>3</sup> /Ha)	Coste €/ha
Trigo	518.36	5183,6	39.39
Maíz	1115.25	11152,5	84.76
Alfalfa	1389.68	13896,8	105.56

### **11.5.- Estudio de rentabilidad de la inversión.**

El presupuesto de la inversión asciende a 2.944.735,65 €, además deberemos de añadir a este presupuesto un 13% de Gastos Generales 382.815,63 €, también añadiremos un 6% de beneficio industrial para la empresa ejecutora del proyecto, 176.884,14 € lo que hace un total de 3.504.235,42 €.

Por último tendremos en cuenta uno impuestos relacionados con las diferentes Tasas y Aranceles que conlleva la ejecución de este tipo de obra que se estima en el 21% y que asciende a un valor de 735.894,44 €.

Finalmente el presupuesto total asciende a **4.240.124,86 €**.

Los beneficios anuales serán los calculados anteriormente y serán fijos. No se tendrá en cuenta el factor que juega la inflación.

No se considerará el valor residual de los elementos de la explotación.

El flujo destruido es cero €. En el coste de la mano de obra se tiene en cuenta, que será dirigida por un encargado de la finca, el cual costará en torno a los 152.000 €/año, entre su salario y su manutención. Luego deberá contar con trabajadores locales para la seguridad y mantenimiento de la infraestructura y la maquinaria de la finca. Se estima que el coste de la mano de dicha mano de obra de unas 18 personas locales será de 20.500 €/año.

Por otro lado tenemos un coste de alquiler de la tierra de 60 €/ha, multiplicado por las 860 has que se alquilan suma un total de 51.600 €/año. Y un coste dedicado a la reparación y mantenimiento de los equipos de riego y posibles averías de 15.000 €.

En total suman unos costes fijos anuales de alquiler y personal de 187.500 €.

Por otro lado durante la fase de ejecución de la obra, se contará con personal local para los trabajos más sencillos, pero se contratará gente cualificada del lugar de origen del promotor, con el fin de asegurarse el buen montaje y ejecución de la obra, ya que dadas las circunstancias del lugar donde se implanta, es importante que el personal tenga la más amplia experiencia en el montaje y construcción de este tipo de obra. Por ello, hay que tener en cuenta que aunque en el presupuesto ya esté contemplado la mano de obra al precio de su mercado, hay que prever todo lo relacionado a la manutención, es decir, hospedaje, comida, desplazamientos, así como visados y los vuelos internacionales. Todo ello está contemplado dentro de la partida de gastos generales.

Se estima una vida útil de la instalación de 25 años.

En un principio no se establece ningún tipo de ayudas a la conversión a regadío de la finca, aunque en su momento será muy importante luchar bien las concesiones del alquiler de la tierra, la captación de agua en el Rio Galana sin limitaciones y la compra del cereal por parte del gobierno al precio que marque el mercado en su momento o un precio fijo que garantice la viabilidad del proyecto.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el estudio de rentabilidad económica

### **Estudio de rentabilidad.**

Por medio de una hoja de cálculo se calcula los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta los cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

AÑO	brotes cultivos	COBRO FINA	SUBVENC	AGO CULTI	Gastos fijos	IS FINANCI	LUJO DESTI	AGO INVER	LUJO CAJA
0		2.968.087						4.240.125	-1.272.038
1	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
2	1381545,0		0	583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
3	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
4	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
5	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
6	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
7	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
8	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
9	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
10	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
11	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
12	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
13	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
14	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
15	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
16	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
17	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
18	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
19	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
20	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
21	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
22	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
23	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
24	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
25	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953

Pay Back=8

RESULTADOS	
Tasa Actualización (r%)	6,00%
VAN	3.627.651,59 €
TIR	21,12%
PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE	
Importe	2.968.087,00 €
Interés	6,00%
Amortización	10 años
Cuota Mensual	32.951,85 €
Cuota Anual	395.422,21 €
Total Pagado	3.954.222,10 €
CÁLCULO INTERÉS PRÉSTAMO	
Importe	0,00 €
Amortización	0 años
Cuota mensual	0,00 €
Interés	0,0%



### **11.6.- Estudio de viabilidad.**

A partir de los flujos de caja calculados en el apartado anterior se han calculado los índices de rentabilidad que se exponen a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN): 3.627.651,59 €
- Tasa Interna de Rentabilidad: 21,12 %.

### **11.7.- Conclusiones.**

El valor total de la inversión es de 4.240.124,86 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Se deberá de tener en cuenta que aunque la inversión resulte rentable desde el punto de vista de estos índices, para ello se tiene que contar con un 30% de la inversión como recursos propios.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión **es rentable**.

## **12.- DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA ESTE PROYECTO.**

- **Memoria.**

- **Anejos a la memoria:**

- Anejo 1: Antecedentes y objeto.
- Anejo 2: Descripción de la zona.
- Anejo 3: Estudio climatológico.
- Anejo 4: Estudio edafológico del suelo.
- Anejo 5: Rotación de cultivos.
- Anejo 6: Características y justificación del sistema de riego elegido.
- Anejo 7: Cálculo de las necesidades del agua de riego.
- Anejo 8: Cálculo hidráulico de la red de riego.

- Anejo 9: Elementos singulares.
- Anejo 10: Marco legal.
- Anejo 11: Estudio de viabilidad económica.

**Planos:**

- Plano 1: Situación y emplazamiento.
  - Plano 2: Situación de la zona a poner en riego.
  - Plano 3: Planta general de las instalaciones.
  - Plano 4: Planta general de obras.
  - Plano 5: Cartografía, planta de ejes longitudinales.
  - Plano 6.1: Perfil longitudinal, tubería general 1.
  - Plano 6.2: Perfil longitudinal, tubería general 1.
  - Plano 6.3: Perfil longitudinal, tubería general 1.
  - Plano 7.1: Perfil longitudinal, tubería general 2.
  - Plano 7.2: Perfil longitudinal, tubería general 2.
  - Plano 7.3: Perfil longitudinal, tubería general 2.
  - Plano 8: Perfil longitudinal ramal 1.
  - Plano 9: Perfil longitudinal ramal 3.
  - Plano 10: Perfil longitudinal ramal 4.
  - Plano 11.1: Perfil longitudinal ramal 5.
  - Plano 11.2: Perfil longitudinal ramal 5.
  - Plano 12.1: perfil longitudinal ramal 6.
  - Plano 12.2: Perfil longitudinal ramal 6.
  - Plano 13: Detalles de zanja y detalles de elementos.
  - Plano 14: Detalle zona captación del río.
- Pliego de condiciones.**
- Presupuesto:**
- Mediciones.

- Cuadro de precios unitarios.
  - Cuadro de precios descompuestos.
  - Presupuesto general.
  - Resumen del presupuesto.
- Estudio de seguridad y salud:**
- Memoria.
  - Planos.
  - Pliego de condiciones.
  - Presupuesto.

### **13.- BIBLIOGRAFÍA.**

**A survey of non-tariff barriers that affect kenyan imports and exports within EAC and COMESA countries.** Ed. Trade and Investment Consortium, Agosto 2007.

**EAC-EC Economic Partnership Agreements (EPAs) Policy brief on EAC Economic Partnership Agreements.** Ed, Ministry of Trade, Julio 2012

**Economic Survey 2011,** Kenya National Bureau of Statistics (KNBS). Ed. Government Printer, Nairobi

**General Principles and commercial Law of kenya,** Ashiq Hussain, Ed. East Africa Education Publishers Ltd., Business education series;2003

**Income Tax,** East Africa Budget. Ed. Deloitte, junio 2012.

**Investing accross borders 2010.** Ed, World Bank Group, 2010.

**Regional Economic Outlook,** Su-Saharan Africa, sustaining growth amid global uncertainly. Ed, IMF, Abril 2012.

**Statistical Abstract 2011,** Kenya National Bureau of Statistics (KNBS). Ed, Government Printer, Nairobi.

**KARI:** Kenya Agricultural Research institute, website:  
<http://www.kari.org/kenya>

**ICEX,** entidad pública empresarial de ámbito nacional que tiene como misión promover la internacionalización de las empresas españolas. [www.icex.es](http://www.icex.es).



Apuntes de la carrera de Ingeniería Técnica Agrícola: Hidrología, Cultivos, Oficina, Ingeniería Rural, Economía, Fitotecnia, etc.

**Badía, D. Martí, C., 2008. Caracterización de suelos:** Métodos e interpretación de resultados. Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica Superior de Huesca.

**FAO:** Servicio de Recursos, Fomento y Aprovechamiento del Agua. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. Estudio FAO Riego y Drenaje-56.

**Fernández, J, 1984. Riegos manual práctico con todas las técnicas más modernas,** Editorial De Vecchi, S.A.- Barcelona.

**Folleto VYR AG 2011.** Catálogo pivot Valley.

**SITIOS WEB:**

[www.census.gov](http://www.census.gov)

[www.centralbank.go.ke](http://www.centralbank.go.ke)

[www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/](http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/).

[www.eac.int](http://www.eac.int)

[www.imf.org](http://www.imf.org)

[www.investmentkenya.com](http://www.investmentkenya.com)

[www.kebs.org](http://www.kebs.org)

[www.kenyalaw.org](http://www.kenyalaw.org)

[www.kpa.co.ke](http://www.kpa.co.ke)

[www.kra.go.ke](http://www.kra.go.ke)

[www.krb.go.ke](http://www.krb.go.ke)

[www.labour.go.ke](http://www.labour.go.ke)

[www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

En Huesca a 10 de Agosto de 2015

Fdo. Miguel Angel Ric Sorinas  
Ingeniero Técnico Agrícola Especialidad Explotaciones Agropecuarias



UNIVERSIDAD DE  
ZARAGOZA

## PROYECTO –TRABAJO FIN DE CARRERA

**Transformación a regadío con máquinas pivot de  
una superficie de 860 ha en la región costera de  
Malindi (Kenia)**

**ANEJOS A LA MEMORIA**

## **ÍNDICE DE LOS ANEJOS**

ANEJO 1. Antecedentes y objeto

ANEJO 2. Descripción de la zona.

ANEJO 3. Estudio climatológico.

ANEJO 4. Estudio edafológico del suelo.

ANEJO 5. Rotación de cultivos.

ANEJO 6. Características y justificación del sistema de riego elegido.

ANEJO 7. Cálculo de las necesidades del agua de riego.

ANEJO 8. Cálculo hidráulico de la red de riego.

ANEJO 9. Elementos singulares.

ANEJO 10. Marco legal.

ANEJO 11. Estudio de viabilidad económica.

# **ANEJO 1**

## **Antecedentes y objeto**

## **Anejo 1: Antecedentes y objeto.**

### **ÍNDICE**

1. Situación actual de la parcela .....	3
2. Condiciones impuestas por el promotor .....	4
3. Objeto del presente proyecto .....	5

2.

### **1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA.**

En este proyecto se plantea el estudio y cálculo de transformación a regadío mediante máquinas pívot en una parcela de una superficie de 860 has, situada en la región costera de Malindi, en el este de Kenia.

A lo largo de la historia esta parcela siempre se ha encontrado totalmente en desuso agrícola, en estos momentos cuenta con un semibosque de matorral bajo, compuesto por numerosas especies autóctonas del país, y dependiendo del periodo estacional y principalmente de las estaciones donde la lluvia está más presente, se encuentra dedicada a prado, sirviendo en la actualidad para el pastoreo del ganado vacuno, regentado por los grupos tribales que allí viven.

Las posibilidades de desarrollo en esta parcela situada en la región costera de Kenia y el interés en estudiarla, es debido a la combinación de muchos factores, es importante conocer el interés por parte del gobierno en desarrollar el sector agrícola, así como conocer un poco la importancia que tiene el sector agrícola en el país y también por supuesto la buena situación estratégica y logística que ésta tiene dentro de Kenia, ya que se encuentra a solo dos horas y media de la ciudad de Mombasa, la segunda ciudad más importante de Kenia, a tan solo media hora de Malindi, una población importante en el Este de África, y el gran potencial de producción que le puede ofrecer el Rio Galana, un río que pasa por el linde Norte de la finca, que se encuentra en su tramo final de desembocadura al mar, el cual es lo suficientemente caudaloso durante todas las estaciones del año, capaz de suministrar la cantidad de agua suficiente y necesaria para el desarrollo de cualquiera de los cultivos que se instalen.

Como he mencionado anteriormente es importante conocer que el sector agrícola en Kenia representa más de un 40% de su PIB, un 65% de las exportaciones (concentrado en café y té) y un 70% del empleo en las zonas rurales. Sin embargo, de los 576.000 km<sup>2</sup> de tierra disponible, sólo un 4,2% se dedica a la agricultura. La inestabilidad en las precipitaciones provoca que gran parte del terreno sea árido o semiárido, lo que dificulta enormemente su cultivo y la provisión de alimentos. Se necesitan suministros agrícolas para su viabilidad, incluso en la tierra con mayor potencial. No obstante, la proporción de agricultores con capacidad económica para acceder a estos suministros es muy escasa. Esta situación provoca que el acceso a los alimentos sea muy vulnerable a las precipitaciones. Una evidencia es el aumento de población en riesgo de hambruna desde agosto de 2013 a febrero de 2014, de 0,85 a 1,3 millones debido a la falta de lluvia, según la Kenya Food Security Steering Group's (KFSSG). Las proyecciones del Fondo Monetario Internacional

muestran que existe una creciente necesidad de aumentar la productividad de los cultivos y que se mantendrá durante toda la década. Se debe, en parte, por el aumento constante de la población con una tasa anual de 2.27 % .

Este incremento se acentúa en las zonas urbanas, donde se espera que en el periodo 2010-2015 aumente anualmente un 4,36 %. La mayor necesidad de abastecer a más población con menos mano de obra agrícola, debido al éxodo rural, acelera la necesidad de impulsar la producción agrícola.

Por todo ello, el Gobierno keniano estableció dentro del plan de desarrollo VISION 2030, la transformación de 32.000 ha anuales de transformación a tierras de regadío, acelerando dicho proceso desde 2014 a 2019 a 400.000 ha anuales, asignando para ello una alta cantidad de financiación público-privada, esperando con ello asegurar la alimentación a nivel nacional, crear riqueza y oportunidades de negocio, así como garantizar una mayor eficiencia en la producción agrícola por el uso de la mecanización y nuevas y modernas tecnologías, consiguiendo con ello considerables aumentos en la producción por hectárea de los principales cultivos del país.

## **2.- CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.**

En este proyecto se plantea el estudio y cálculo de transformación a regadío mediante pívot de una superficie de 860 ha. Con el fin de optimizar el proyecto lo máximo posible y dado que en esta región no hay problemas de conseguir más superficie para cultivar, solamente se valoraran las superficies regadas por los pívots, no teniendo en cuenta las posibilidades sobre la tierra que quede libre entre pívot y pívot y entre estos y los propios lindes.

El promotor desea conocer de primera mano las posibilidades reales de desarrollar un proyecto de estas características en este país, teniendo muy en cuenta que no es fácil tener disposición de la mayoría de los elementos que aquí se emplearán en las infraestructuras del riego, y que por lo tanto resulta necesario anticiparse a todos aquellos problemas que puedan surgir, anticipándonos a ellos con material de reserva y con una infraestructura óptima y lo más sencilla posible, que cumpla con los requisitos que se le exigen pero que no de lugar a posibles averías o problemas imposibles de solucionar, o cuando menos a una larga estancia de resolución, ya que esto provocaría el parón agronómico del cultivo, conllevándose con ello grandes mermas en la producción y con ello la rentabilidad del proyecto.

Como característica principal del proyecto, contamos con un punto receptor de agua del Río Galana a 3,2 km de la finca, que aunque la finca está situada mucho más cerca de éste río, este punto situado a más de 3 km nos da el



caudal suficiente para establecer el riego necesario y lo más importante que a su vez nos dota de 42 m de diferencia de cota entre el punto receptor del río y la entrada al inicio de la finca, lo que nos garantiza la presión suficiente a nuestro sistema de riego con máquinas pívot para conseguir un buen funcionamiento y uniformidad en el riego sin necesidad de tener que bombearla para conseguir un riego de calidad.

### **3.- OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del presente proyecto es la transformación a regadío de una parcela de 860 hectáreas mediante pívot, ya que al redactor se le plantea la posibilidad real de explotar dicha extensión de tierra. Otro objetivo de este proyecto es también conocer y analizar de primera mano las posibilidades tanto técnicas como económicas de llevar hacia adelante la explotación de dichas tierras, bajo un marco de trabajo el cual sea capaz de aprovechar el conocimiento y el desarrollo tecnológico que se conoce en la agricultura española combinado con las posibilidades y pormenores particulares que nos va a ocasionar el intentar desarrollar un proyecto de estas características en un lugar donde a pesar de que la agricultura juega un papel fundamental en la economía del país, el desarrollo tecnológico actual es mínimo.

Por lo tanto en este proyecto se analizarán y se deberá tener en cuenta todos los detalles que el propio país y su situación en particular nos puedan condicionar.

Para poder llevar a cabo la transformación a regadío, se hace necesario el diseño de un punto receptor el cual recoge el agua que proviene del río, posteriormente una tubería de más de 3 km para poder dotar de presión suficiente al sistema de riego a nivel de parcela, así como el diseño de un equipo de filtrado en el inicio de la tubería principal de la finca, conducciones e instalaciones de tuberías, principalmente.

Para el desarrollo del presente proyecto se necesitan los siguientes estudios:

- Estudio de la climatología para poder determinar los periodos de sequía y pluviometría de la zona y conocer así la evapotranspiración, los regímenes de temperatura, vientos, etc.
- Estudio general de suelos que determine sus características más relevantes.
- Cálculo de la dosis de agua de riego necesarias para los cultivos a implantar en la parcela.
- Estudio de los posibles cultivos y posibles rotaciones para el mejor rendimiento de la parcela.
- Diseño y distribución de la red de riego.

- Estudio de viabilidad económica.

Todos estos apartados serán analizados y calculados en los anejos correspondientes que se desarrollaran a continuación.

Con la realización de este proyecto se pretende calcular la puesta en riego de la finca, como ya se ha mencionado anteriormente, que ayude a transformar una superficie dedicada al pastoreo del ganado vacuno con unos rendimientos económicos muy bajos en una superficie dedicada a la agricultura con un sistema de irrigación el cual permita optimizar al máximo las posibilidades que esta nos puede ofrecer, incentivando y promocionando un nuevo modelo de desarrollo en la agricultura kenyata.

# **ANEJO 2**

## **Descripción de la zona**

## **Anejo 2: Descripción de la zona**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Situación .....	6
3. Medidas públicas .....	8

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Al encontrarnos con un proyecto fuera de nuestro País, se considera oportuno aportar más información de lo habitual en este apartado.

Kenia se encuentra en el este de África, está atravesada por el Ecuador y tiene frontera al Sur con Tanzania, al Oeste con Uganda, al Norte con South Sudán y Etiopía, y al Este con Somalia.



Tiene 536 kilómetros de costa, que dan al Océano Indico, y una superficie de 580.367 kilómetros cuadrados, esto es, mayor que la de España.

Kenia posee una variedad de climas que coinciden en gran medida con las regiones geográficas. La condición de ser un país atravesado por el Ecuador resulta en una escasa variación de temperaturas a lo largo del año. Sin embargo, de unas regiones a otras se encuentran grandes diferencias en temperaturas medias y en precipitaciones. Esta diversidad climatológica se debe principalmente a los vientos y las diferencias de altitud.

Es importante destacar el régimen de lluvias, debido a su influencia sobre la vida animal y sobre el estado de las carreteras, muchas de las cuales se inundan o embarran y quedan intransitables. Las *long rains*, o lluvias largas, tienen lugar entre marzo y junio, siendo estas muy abundantes y las *short rains*, o lluvias cortas, más moderadas, se producen entre octubre y noviembre. En general, las temperaturas son más elevadas durante los meses correspondientes al invierno boreal (enero, febrero y marzo).

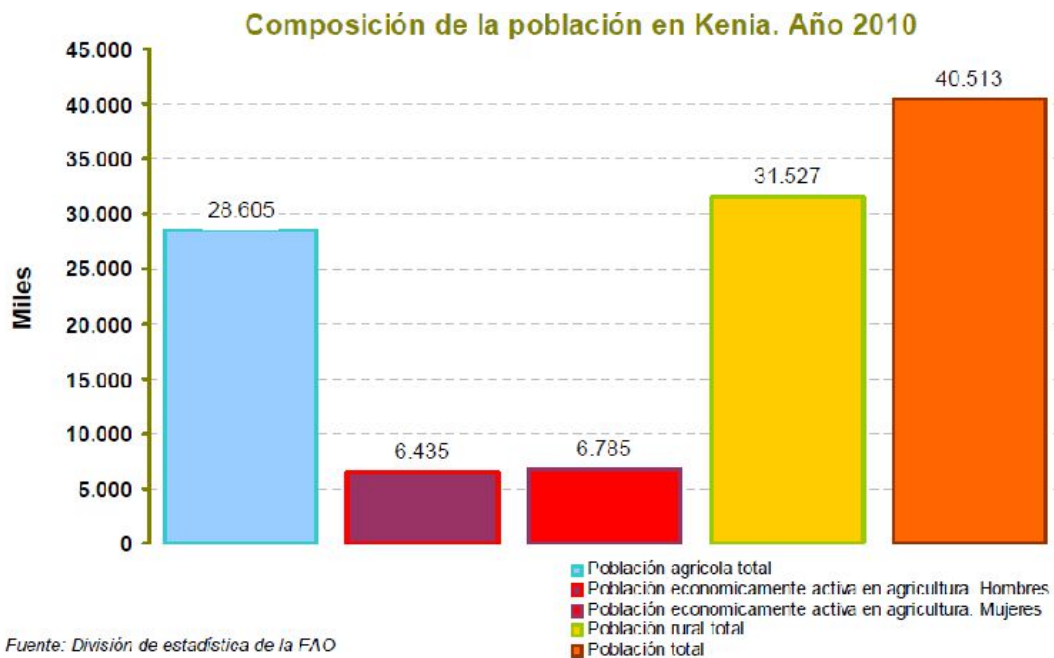
Existe una vasta extensión de 200.000 km<sup>2</sup> de desierto árido o semiárido al Norte, las tierras altas centrales, entre los 1.500 y 2.000 m de altura, que ocupan una meseta de terreno fértil y con densas áreas forestales, las montañas de los Aberdares y el Monte Kenia, que se eleva hasta los 5.200 m, el valle del Rift que atraviesa el país de norte a sur, una extensa zona de sabana y matorral que se extiende entre la costa y las tierras altas y donde se encuentran los parques naturales de Tsavo y Amboselli y, por último, la franja

oriental donde se encuentra el Monte Elgon y, un poco más al sur, el Lago Victoria.

Como corresponde a un país en desarrollo con una gran parte de la población que todavía vive en áreas rurales y depende de esta actividad, la agricultura en Kenia supone un alto porcentaje de la producción. No sólo se trata de una agricultura de subsistencia orientada a cubrir necesidades básicas, sino que este sector en Kenia tiene también una importante industria con una destacada actividad exportadora, como es el caso del té, café y flores frescas.

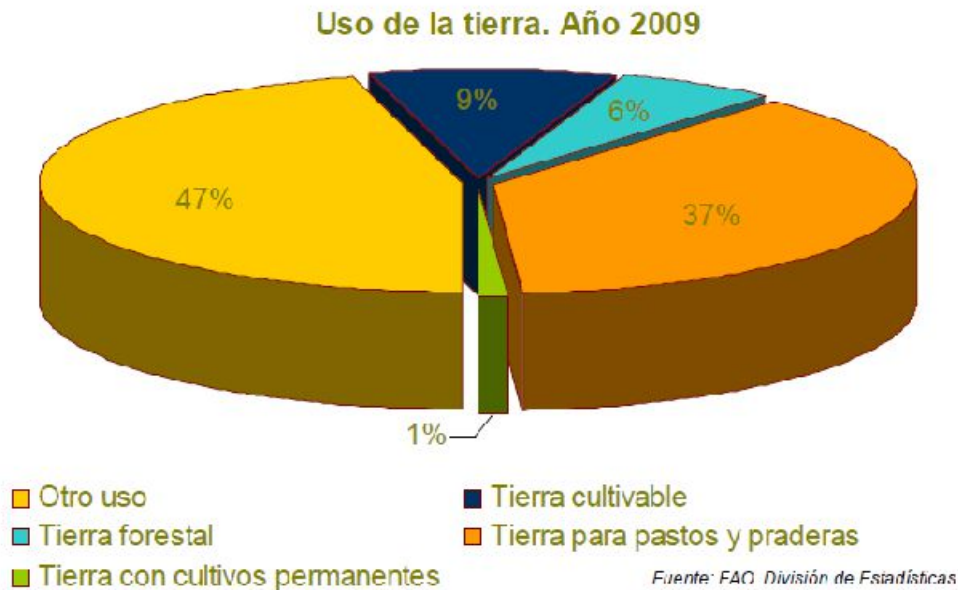
Es importante conocer que la superficie agrícola supone el 9% del territorio y que a pesar del proceso de diversificación de la agricultura – principalmente de subsistencia- el peso del sector agrario, en términos de PIB se mantiene.

El sector agrícola en Kenia supone más de un 20% del PIB directamente, y alrededor de otro 20% indirectamente. El sector proporciona el 65% de las exportaciones nacionales (sobre todo té y café) y da trabajo a más de un 70% del empleo informal en áreas rurales.



Kenia tiene un área de alrededor de 581.000 km<sup>2</sup> de los cuales unos 11.000 km<sup>2</sup> es agua, el resto, 570.000 km<sup>2</sup> de tierra, se puede dividir en dos grandes grupos: 16% de tierra con un potencial alto o medio cultivable y unas precipitaciones más o menos estables; y un 84% de tierra árida o semiárida, con muy pocas precipitaciones.

Dentro del primer grupo, un 30% se destina a agricultura, otro 30% a pastoreo y un 22% a bosques. En el segundo grupo, para que se desarrolle la agricultura se hace necesario el uso de suministros agrícolas que aumenten la productividad y hagan viable cultivar esa tierra tan improductiva y seca.



El tamaño de las explotaciones se divide en tres grupos:

- Pequeños agricultores: son las explotaciones que más predominan, con una extensión de entre 0,2 y 3 hectáreas. Proporcionan el 75% de la producción agrícola del país. La utilización de suministros agrícolas como semillas mejoradas, fertilizantes, pesticidas apropiados, maquinaria, etc es relativamente bajo. Hay un alto potencial para incrementar la productividad en estas explotaciones con la introducción de suministros agrícolas.

- Medianos agricultores: tamaño de la explotación de entre 3 y 49 has. Estos agricultores son receptivos a las nuevas tecnologías y prácticas agrícolas mediante la inversión en suministros, producción orientada al mercado y solicitando créditos privados para el desarrollo de la explotación.

- Grandes agricultores: desde 50 a 3.000 hectáreas. Proporcionan el 20% de la producción agrícola. Utilizan las mejoras tecnológicas para mejorar la gestión y productividad de la explotación.

En cuanto a la importancia económica del país en el contexto de África subsahariana, Kenia es la quinta economía en términos de PIB, sólo por detrás de Sudáfrica, Nigeria, Sudán y Angola. La fuerte exportación de petróleo de estas tres últimas pone aún más el valor de la economía keniana y de su sector privado en la región.

Ya en el marco del África del Este, y en concreto de la Comunidad de África Oriental, Kenia es la principal economía, tanto en valor del PIB como en renta per cápita. Kenia mantiene importantes lazos comerciales con el resto de países de la EAC ( East Africa Community) como son Tanzania, Uganda, Rwanda y Burundi, que formalmente constituyen un Mercado común de más de 100 millones de habitantes.

La situación geográfica de Kenia, con salida al mar y en concreto el puerto más importante de la región, Mombasa, la convierten en tránsito de bienes y mercancías no sólo hacia países miembros de la EAC, así como R.D. Congo, Sudán y Etiopía.

Es importante conocer que Kenia tiene el mercado bancario y financiero más sofisticado de África del Este y sólo superado en importancia por Sudáfrica, con productos y servicios de nivel internacional. Su sector de tecnología de la información es también líder en la región, y refleja la alta cualificación de una parte significativa de su fuerza laboral.

## **2.- SITUACIÓN.**

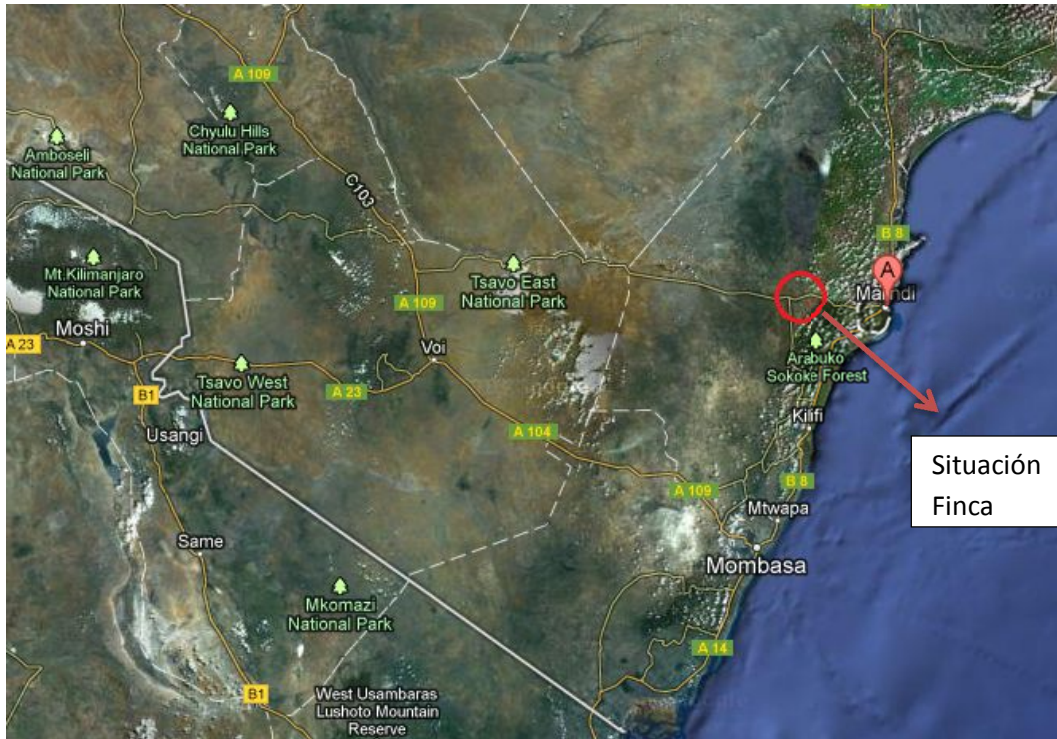
La finca como se ha comentado anteriormente se encuentra en la Costa Este de Kenia, concretamente en la región costera de Malindi (antiguamente conocido como Melinde) por el cual pasa el río Galana y que a su vez desemboca en el océano Índico.



Malindi está a 120 kilómetros al noreste de Mombasa. La población es aproximadamente de 117.735 habitantes. Siendo también la capital del distrito de Malindi.



Malindi cuenta con todo tipo de servicios para las personas que allí viven, está dotado de Supermercados, hospital, numerosos almacenes de comercio de todos los sectores, estaciones de servicio, servicios financieros y cuenta con un gran potencial que es el turismo. El turismo es la principal fuente de ingresos en Malindi, cuenta con un aeropuerto de alta importancia en Kenia, y sirve de paso por una de las conexiones más importantes de Kenia que une la ciudad de Mombasa y Lamu.



La situación de la finca está a media hora en coche desde la ciudad de Malindi, pudiendo acceder a ella por la carretera principal que une Malindi con la puerta Este del Parque Natural Tsavo East, dicha carretera no está pavimentada, pero en condiciones normales cuenta con un buen firme, incluso en la época de lluvias.



La ciudad de Malindi ha sido tradicionalmente una ciudad portuaria codiciada y dominada por potencias extranjeras.

Malindi forman un concejo municipal con las siguientes regiones: Barani, Ganda/Mkaumoto, Gede, Gede Norte, Gede Sur, Kijiwetanga, Madunguni, Malimo, Malindi central, Malindi Norte, Maweni, Shella, Watamu Town.

### **3.- MEDIDAS PÚBLICAS.**

Es importante para el desarrollo de nuestro proyecto conocer de primera mano, cual es el apoyo por parte del gobierno estatal hacia la agricultura en general y hacia este tipo de proyectos y su visión.

Para ello se ha consultado con el Ministerio de Agricultura keniana desde el cual muestran un interés real en querer transformar el sector agrícola, desde una agricultura casi de subsistencia hacia una orientada al mercado. Para ello incita a que se utilicen las nuevas técnicas agrícolas que permiten mejorar la productividad y rendimiento de las explotaciones agrarias.

Dicho Ministerio elabora un plan estratégico para conseguir este objetivo: “Agricultura Sector Development Program” que en su segunda edición (2010-2020) fija los problemas, retos y desafíos del sector y establece distintas soluciones para resolverlos.

Además existen varias agencias e instituciones públicas que ayudan al desarrollo del sector primario, entre ellas:

**1.- Kenya Agriculture Research Institute (KARI):** realiza estudios de investigación en agricultura, ganadería y gestión del agua, que permiten mejorar el nivel de vida de las personas e impulsar la productividad en el sector.

Tiene varios programas entre ellos:

.- “Horticultural and Industrial Crop Research”: las principales funciones que realiza el KARI son: ayudar a los agricultores a cumplir con los requisitos de calidad en los mercados internacionales y cultivar e introducir nuevas variedades de semillas que resistan mejor a las enfermedades.

.- “Natural Resource Management”: la principal función que realiza es la de analizar la calidad del suelo y del agua, permitiendo a los agricultores tener un mejor conocimiento sobre qué clase de suministros tienen que utilizar. Estas pruebas de laboratorio se realizan en los centros que tiene el KARI repartidos por el país, previo pago por parte del agricultor.

**2.- National Farmers Information Services (NAFIS):** Proporciona información a los agricultores, bien mediante la web o el teléfono, sobre multitud de factores de la agricultura.

**3.- Agriculture Finance Corporation (A.F.C.):** institución financiera pública que otorga préstamos para el desarrollo de la agricultura. Tiene varias modalidades de préstamos. Tiene un total de 34 sucursales repartidas por todo el país.

En 2011 otorgó préstamos a un total de 37.000 agricultores, con un montante de 2.700 millones de chelines (unos 26,2 millones de euros). Para 2015 quieren desarrollar un seguro para la agricultura. Como objetivo en los próximos diez años se propone alcanzar los 5 millones de clientes.

**4.- National Cereals and Produce Board (NCPB):** compañía pública que proporciona, entre otras funciones, fertilizantes a precios subvencionados para los agricultores. Los tipos de fertilizantes que ofertan son: Nitrato de Calcio y Amonio, Urea y Fosfato de Diamonio.

Dentro del plan “**Vision 2030**” el Gobierno realiza una compra de fertilizantes a granel. Con esta iniciativa se consigue una reducción de los costes, promocionar la mezcla local de tipos de fertilizantes y establecer plantas de manufacturas nacionales o regionales. Esta compra de fertilizantes se realiza a través de NCPB.

Dentro de este plan hay otras acciones públicas para el desarrollo agrícola:

.- Desarrollo de la irrigación en las zonas áridas y semiáridas, el objetivo es aumentar el número de hectáreas bajo irrigación, entre 600 mil y 1,2 millones de hectáreas.

.- Reformar leyes que afectan al sector agrícola. De momento ya se han aprobado cuatro:

- 1.- The Crop Development Bill 2012.
- 2.- The fisheries and Livestock Bill 2012.
- 3.- The Agriculture Research Bill, 2012.
- 4.- The Agriculture, Livestock and Food Bill Authority, 2012

Por otra parte, el gobierno de Kenia se está planteando la construcción de una fábrica de fertilizantes para abastecer a todo el este de África, para la cual está buscando financiación.

Es probable que se modifique la ley del IVA, por lo que los productos que actualmente gozan de un IVA del 0%, pasarían a tributar al 16% general.

# **ANEJO 3**

## **Estudio Climatológico**

## **Anejo 3: Estudio climatológico**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Elementos del Clima .....	3
2.1 Temperaturas .....	3
2.2 Precipitaciones .....	4
2.3 Humedad relativa .....	7
2.4 El viento .....	8
3. Caracterización de las condiciones climáticas .....	9
3.1 Índice de Lang .....	9
3.2 Índice de Martonne .....	9
3.3 Índice de Dantin Cereceda y Revenga .....	10
4. Clasificaciones climáticas .....	10
4.1 Clasificación agroecológica de Papadakis (1960) .....	10
4.2 Clasificación climática de Köppen .....	11
4.3 Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963) ..	11
4.4 Clasificación climática de Thornthwaite (1948) .....	14

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

La puesta en riego de una finca en una determinada zona, depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de los cultivos y las dosis de riego dependen del clima y del propio cultivo en sí, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Kenia posee una variedad de climas que coinciden en gran medida con las regiones geográficas. La condición de ser un país atravesado por el Ecuador resulta en una escasa variación de temperaturas a lo largo del año. Sin embargo, de unas regiones a otras se encuentran grandes diferencias en temperaturas medias y en precipitaciones. Esta diversidad climatológica se debe principalmente a los vientos y a las diferencias de altitud.

## **2.- ELEMENTOS DEL CLIMA.**

Son los elementos que van a influir en el riego y en el tipo de cultivo a implantar en la zona, estos elementos son: temperatura, precipitaciones, humedad relativa y el viento.

### **2.1.- TEMPERATURAS.**

En general, las temperaturas son más elevadas durante los meses correspondientes al invierno boreal (enero, febrero y marzo).

Cabe distinguir cuatro grandes regiones en lo que a nivel de lluvias y temperaturas se refiere:

.- Valle del Rift, tierras altas centrales y Nairobi: Temperatura moderada todo el año, refrescando en julio y agosto; min 10° C, max 26° C. Precipitaciones : Min. 20 mm en julio. Max. 200 mm en abril. Media anual: 750 a 1.000 mm.

.- Norte y Este, zona árida o semiárida y generalmente calurosa: temperatura calurosa: min 22° C, max 34° C. Precipitaciones escasas: min 0 mm en julio. Max 8 mm en noviembre. Media anual: 225 a 510 mm.

.- La costa, calurosa, húmeda y soleada: Temperatura calurosa: Min. 22° C, max 30° C. Precipitaciones: Min. 20 mm en febrero. Max. 240 mm en mayo. Media anual: 1.000 a 1.250 mm.

- Oeste, caluroso, húmedo y lluvioso durante buena parte del año: temperatura: min. 14°C, max. 34° C. Precipitaciones: Min. 60 mm en enero. Max. 200 mm en abril. Media anual: de 1.000 a 1.400 mm.

Nuestra parcela está situada en la región costera de Malindi, a unos 35 km en dirección al interior del país, este le confiere unas características medias entre la región costera y la región Este, según los datos ofrecidos anteriormente, rondando unas temperaturas medias entre los 24° C de temperatura mínima en los meses de Julio y Agosto y 31° C de temperatura máxima, en los meses de Enero y Febrero.

A continuación se muestra en la tabla los resultados de la serie climática de temperaturas, las cuales se toman para la realización de este anejo:

**Tabla de temperaturas en la Región Costera de Malindi en °C**

Mes	Media Temp max	Media Temp min	Temp Media	Temp max	Temp min
Enero	30,55	24,44	27,77	37,22	16,11
Febrero	31	24,44	27,77	37,22	17,22
Marzo	31,11	25	28,33	37,22	16,11
Abril	30,55	25	27,73	37,77	17,22
Mayo	28,33	23,33	26,11	37,77	11,11
Junio	27,22	22,22	25	38,33	12,77
Julio	26,66	21,66	24,44	35	11,11
Agosto	27,22	21,11	24,44	36,11	12,77
Septiembre	27,77	21,66	25	38,88	12,22
Octubre	28,88	22,27	26,11	35	12,22
Noviembre	29,44	23,88	27,22	37,77	10
Diciembre	30,55	24,44	27,77	37,77	15

En este proyecto no se tienen en cuenta ni se analiza el régimen de heladas, dado que la parcela se encuentra en un país atravesado por el ecuador y donde las heladas son inexistentes, la temperatura mínima en el día más frío raramente bajará de los 10° C., solamente en las cumbres de las montañas más altas que tiene el país están expuestas a situarse por debajo de los 0°C.

## **2.2.- PRECIPITACIONES.**

Es importante destacar el régimen de lluvias, debido a su influencia sobre la vida animal y sobre el estado de las carreteras, muchas de las cuales se inundan o embarran y quedan intransitables. Las long rains, o lluvias largas, tienen lugar entre marzo y junio, siendo estas muy abundantes y las short rains, o lluvias cortas, más moderadas, se producen entre octubre y noviembre



La lluvia por lo tanto juega un papel importantísimo en el desarrollo de las diferentes áreas del país:

- En las zonas de altitud elevada, tanto la productividad como la previsión de una buena cosecha es alta. Esto ha provocado un aumento de la población en estas zonas, con la consecuente subdivisión de la tierra en pequeñas partes económicamente ineficientes.

- En las zonas de altitud media y lluvias moderadas, existen ciertos riesgos de mala cosecha, debido principalmente a periodos de sequías. Para incrementar la productividad en estas zonas se requiere una mejor selección de las semillas e introducir las nuevas tecnologías y suministros agrícolas.

- En las zonas áridas o semiáridas suele fallar una de cada tres cosechas. Los agricultores suelen intentar cultivar productos aptos para estas zonas, debido a la escasez de lluvia y al tipo de suelo. Este tipo de áreas requieren una mejor planificación, una selección cuidadosa de los negocios agrícolas y una mayor inversión en infraestructura.

## **ZONAS SEGÚN PRECIPITACIONES**

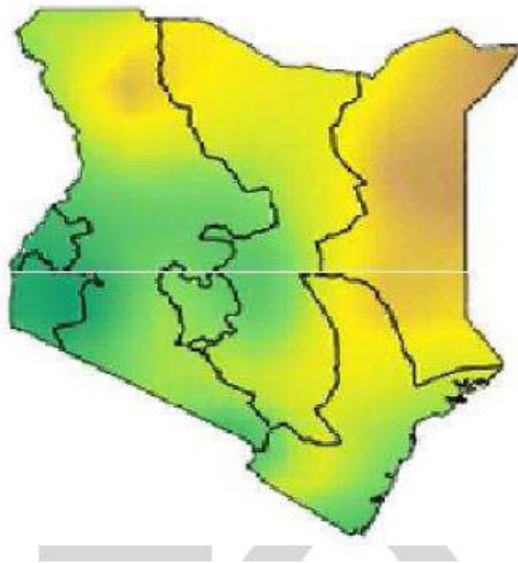
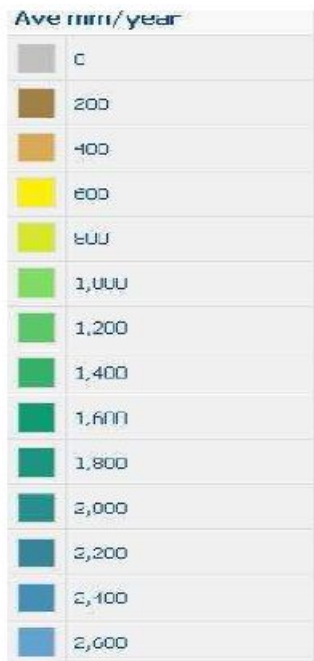


Gráfico elaborado por la FAO

En general, la precipitación anual en la región costera, varía con la distancia a la costa. A lo largo de la misma, las precipitaciones cambian de 900-1100 mm por año en el noreste a más de 1300 mm en el sureste, y si nos adentramos

hacia la zona interior entre los 30 y 50 km, lugar donde se encuentra nuestra finca, las precipitaciones rondarán entre 700-900 mm.

Hay cuatro zonas a lo largo de la costa keniana, que nos dan información sobre las características pluviométricas que puede tener nuestra finca, teniendo en cuenta que sólo hemos podido obtener datos pluviométricos fehacientes sobre ellas, con base en 16 estaciones de dicha área costera. Estas zonas son:

a).- La llanura costera, una estrecha franja a lo largo de la costa, con altura máxima de unos 60 metros. Esta zona se extiende desde la frontera con Tanzania hasta la ciudad de Kilifi. Al norte de Kilifi, la llanura se ensancha hasta unos 40 km tierra adentro cerca de la ciudad de Malindi, lugar donde se encuentra nuestra parcela.

b).- La extensión occidental de la llanura costera. Esta meseta tiene una altitud de 60 a 120 m, aunque se caracteriza por una superficie relativamente plana.

c).- La cordillera de la Costa, un lugar escarpado subiendo hacia el interior de la meseta. Esta zona incluye montes complejos, tales como las colinas de Shimba en Kwale.

d).- La meseta de Nyika, que se extiende al oeste de la Cordillera de la Costa. Con un relieve suavemente ondulado y una altitud de 200 a 300 metros.

La siguiente tabla muestra la distribución de las lluvias durante todo el año, con base en datos de 16 estaciones seleccionadas en la región costera, se han escogido las tres estaciones que por proximidad rodean nuestra finca.

Mes	Malindi		kilifi		Chakama	
	%	mm	%	mm	%	mm
Enero	1,5	15,75	4	38,16	8,5	45,815
Febrero	1,5	15,75	3,5	33,39	4	21,56
Marzo	3,5	36,75	6	57,24	9,5	51,205
Abril	15,5	162,75	13	124,02	20	107,8
Mayo	31	325,5	31	295,74	6,2	33,418
Junio	16,5	173,25	10,5	100,17	7	37,73
Julio	8	84	6	57,24	6,8	36,652
Agosto	5,5	57,75	5,5	52,47	4	21,56
Septiembre	4	42	4,5	42,93	10	53,9
Octubre	5	52,5	6	57,24	8,7	46,893
Noviembre	4,5	47,25	7,2	68,688	4,1	22,099
Diciembre	3,5	36,75	2,8	26,712	11,2	60,368
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>1050</b>	<b>100</b>	<b>954</b>	<b>100</b>	<b>539</b>

A lo largo de la franja costera, el clima unimodal prevalece, es decir con las precipitaciones máximas en torno a mayo, siendo el más claro ejemplo en

Malindi, más hacia el interior se acerca más a un régimen bimodal, con dos estaciones húmedas, una en Abril-Mayo y otra en Octubre-Noviembre.

Con los datos de estas tres regiones próximas, podemos sacar una media para nuestra finca que nos sirva de referencia:

Mes	%	mm	días de lluvia
Enero	4,67	33,24	4
Febrero	3,00	23,57	3
Marzo	6,33	48,40	5
Abril	16,17	131,52	11
Mayo	22,73	218,22	17
Junio	11,33	103,72	12
Julio	6,93	59,30	12
Agosto	5,00	43,93	11
Septiembre	6,17	46,28	10
Octubre	6,57	52,21	10
Noviembre	5,27	46,01	8
Diciembre	5,83	41,28	9
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>847,67</b>	<b>112</b>

### 2.3.- HUMEDAD RELATIVA:

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ETo. Se observa que la humedad relativa media anual está por encima del 79% (79,08%); siendo los meses de mayor y menor humedad relativa media, Mayo (81.5%) y Febrero (75%) respectivamente.

En la siguiente tabla se recogen las humedades relativas máximas, mínimas y medias para cada mes.

<b>Humedades Relativas (%)</b>			
<b>Mes</b>	<b>Mínima</b>	<b>Media</b>	<b>Máxima</b>
<b>Enero</b>	61	77	93
<b>Febrero</b>	59	75	91
<b>Marzo</b>	60	76	92
<b>Abril</b>	66	79,5	93
<b>Mayo</b>	70	81,5	93
<b>Junio</b>	67	80	93
<b>Julio</b>	67	80,5	94
<b>Agosto</b>	66	80	94
<b>Septiembre</b>	65	79	93
<b>Octubre</b>	66	80	94
<b>Noviembre</b>	67	80,5	94
<b>Diciembre</b>	66	80	94

Los días de niebla y rocío se hacen necesarios saber para la caracterización agroecológica de la zona, pero en nuestro caso en particular, no existe ni un solo día a lo largo del año en el que se manifiesten ambos caracteres.

#### **2.4.- EL VIENTO:**

Nuestra finca objeto de estudio, por estar situada dentro de la franja costera de Kenia, está afectada por el viento monzónico del Sudeste a partir de abril hasta octubre y monzónico del Noreste a partir de noviembre hasta marzo.

El viento predominante es el monzón, a partir de los datos que se han obtenido sobre las veces que se ha observado el viento en cada dirección, se representa en la siguiente tabla las frecuencias de medias mensuales.

Si se suma para cada dirección, el total de veces que ha soplado el viento en esa dirección durante el año y se divide por los doce meses que tiene el año, se obtiene el porcentaje de veces que se ha observado con respecto al resto de las direcciones.

Características del viento m/s			
Mes	Velocidad media	Dirección	Velocidad max
Enero	4,917	NE	31,737
Febrero	5,811	NE	30,843
Marzo	4,47	NE	25,926
Abril	4,47	SE	23,244
Mayo	4,917	SE	33,525
Junio	4,917	SE	28,16
Julio	4,917	SE	26,82
Agosto	4,47	SE	31,737
Septiembre	4,023	SE	33,078
Octubre	3,576	SE	31,737
Noviembre	4,023	SE	25,926
Diciembre	4,47	NE	31,29

### **3.- CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS:**

#### **3.1.- INDICE DE LANG.**

Se calcula mediante la expresión:

$$IL = P / T$$

Siendo: P = Precipitación media anual en mm.

Entonces:  $IL = 847,67 / 26,47 = \mathbf{32,02}$

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una zona árida, ya que el valor calculado se encuentra en el intervalo  $20 < IL < 40$ .

#### **3.2.- INDICE DE MARTONNE:**

Se obtiene mediante la fórmula:

$$IM = P / T + 10$$

Donde: P = precipitación media anual en mm.

T= Temperatura media anual en °C.

Entonces:  $IM = 847,67 / (26,47 + 10) = 23,24$

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es **Subhúmedo** ya que el valor está comprendido en el intervalo  $20 < IM < 30$ .

### **3.3 ÍNDICE DE DANTIN CERECEDA Y REVENGA.**

Con objeto de destacar la importancia de la aridez de una zona climática, proponen utilizar otro índice termopluviométrico que se define por la siguiente expresión:

$$IDR = (100 \times T) / P$$

Siendo: T = Temperatura media anual, en °C

P = Precipitación media anual, en mm.

Entonces:

$$IDR = (100 \times 26,47) / 847,67 = 3,12$$

Como el valor calculado es 3,12 y el índice nos dice que si IDR es mayor de 2 y menor de 4, estamos en una **zona semiárida**.

## **4.- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.**

### **4.1.- CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS (1960).**

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del Invierno.
- Calor del verano.

**Rigor del invierno:** Toma una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. En nuestro caso está muy claro que nuestra clasificación es:

.- **Ecuatorial (Ec)**, ya que no existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío, en nuestro caso es Junio con 25°C, es superior a 18°C

**Calor del verano:** De nuevo, se toman una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a su madurez fisiológica. Según el calor del verano boreal que es el que se tiene allí, nuestra clasificación es:

.- **Algodón (G):** Periodo libre de heladas superior a 4,5 meses. Temperatura media de las máximas en el semestre más cálido, en nuestro caso es el semestre comprendido entre Noviembre y Abril con una temperatura media de 30,55 °C, es superior a 25°C.

#### **4.2.- CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN.**

Es una clasificación climática basada en el crecimiento de la vegetación y, en consecuencia, su criterio se basa en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores representativos de la temperatura y precipitación de una región, independientemente de su situación geográfica.

Para determinar los límites de los distintos tipos climáticos escoge ciertos umbrales de temperatura y precipitación. En este caso, se debe adoptar el índice de Köppen (una modificación del índice de Lang en función de la distribución de la precipitación) propio de zonas en las que las precipitaciones se distribuyen regularmente (no es totalmente exacto, pero tampoco se concentran en verano o en invierno, que serían otras opciones).

Así pues, el índice de Köppen se calcula mediante la siguiente expresión:

$$K = P / (T+7) 10$$

Donde: K = Índice de Köppen

P = Precipitación media anual, expresada en mm.

T = Temperatura media anual, en °C

$$K = 847,67 / (26,47 + 7) 10 = 2,53$$

Con este resultado nos encontramos según la clasificación de Köppen, con una **zona húmeda**.

#### **4.3.- CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO (1963).**

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

**A).- Temperaturas:** El mes más frío es Agosto, cuya temperatura media es de 24,44 °C, por lo tanto se encuentra dentro del **GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos**.

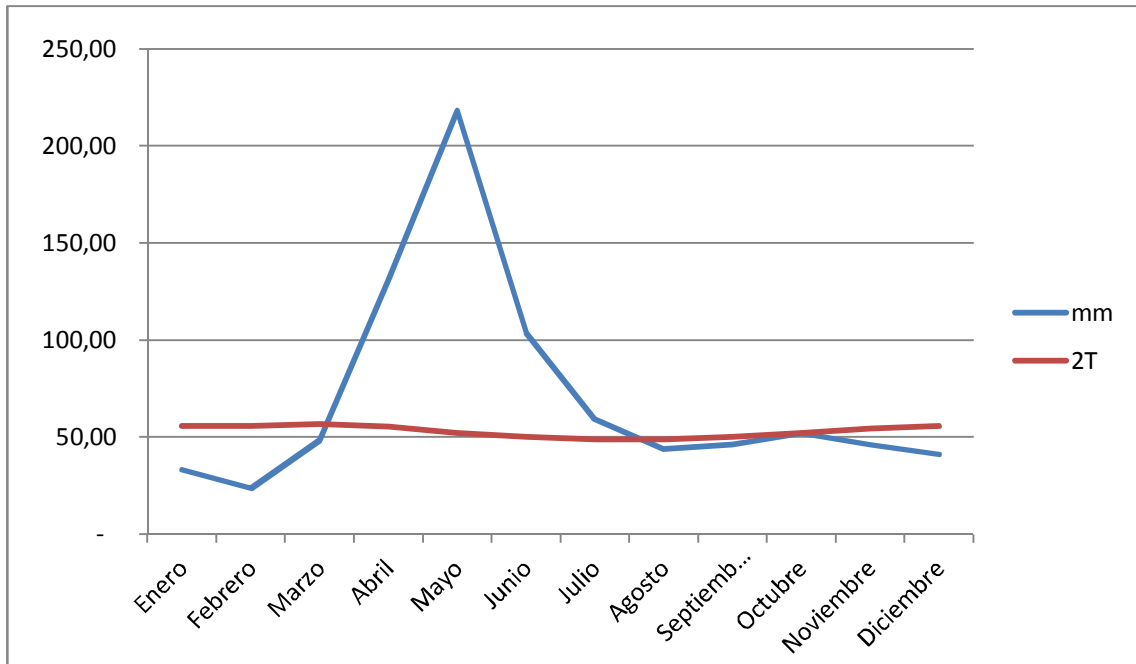
Como la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 21,11 °C, entonces la clasificación es **Sin Invierno**.

**B).- Aridez:** Según esta clasificación, dice que estamos en un mes seco cuando la precipitación total de todo el mes ( en mm) es inferior al doble de la temperatura media (°C). Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco. En consecuencia:

- Mes seco:  $P$  menor de  $2T$
- Mes subseco: Cuando  $P$  está entre  $2T$  y  $3T$

Para comparar estos parámetros se realiza el diagrama Ombrotérmico de Gaussen, el cual se muestra a continuación, donde la temperatura se representa doble frente a las precipitaciones. Se observa un período seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, y comprende los meses de Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y mitad de Marzo, y otro periodo seco más leve en los meses de Agosto y Septiembre, por lo tanto el clima de la zona se define como **bixérico**.





Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P mm	33,2	23,5	48,4	132	218,2	104	59,3	43,9	46,2	52,2	46	41,2
2T °C	55,5	55,5	56,6	55,4	52,2	50	48,8	48,8	50	52,2	54,4	55,5

C).- Índices Xerotérmicos: Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico ( $X_m$ ) mensual señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. Para ello se cuenta con las siguientes consideraciones:

- .- Días de lluvia (P).
- .- Número de días del mes (N).
- .- Número de días de niebla y rocío durante el mes (b).
- .- Factor que depende de la humedad relativa media diaria

(f).

$$X_m = [ N - ( P + b/2 ) ] f$$

De donde el índice xerotérmico de un periodo seco ( $IP_x$ ) es la suma de los índices mensuales correspondientes a la duración del periodo seco. Se obtendrá a partir del diagrama ombrotérmico sumando los índices xerotérmicos de los meses completos que alcance el periodo de aridez.

$$IP_x = \text{Sumatorio } X_m$$

Periodo 1 seco:

	N	P	b	f	Xm	n	Xm total
Noviembre	30	8	0	0,7	15,4	30	15,4
Diciembre	31	9	0	0,7	15,4	31	15,4
Enero	31	4	0	0,8	21,6	31	21,6
Febrero	28	3	0	0,8	20	28	20
Marzo	31	5	0	0,8	20,8	20	13,42

Periodo 2 seco:

	N	P	b	f	Xm	n	Xm total
Agosto	31	11	0	0,7	14	20	9
Septiembre	30	10	0	0,8	16	30	16

Se obtiene que el Sumatorio de Xm total de los dos periodos es de 110,82, por lo tanto le corresponde la clasificación climática de **Bixérico templado medio**.

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los cálidos, templado-calido y templado, es bixérico y se clasifica como Bixérico templado medio.

#### 4.4.- CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1948).

##### 4.4.1.- Calculo de la Evapotranspiración potencial (ETP):

La evapotranspiración potencial (ETP) se calcula mediante la siguiente fórmula propuesta por Thornthwaite:

$$ETP \text{ ajustada} = 16 ( 10 t / I)^a$$

Donde: t = temperatura media mensual.

I = Índice de calor anual. Se obtiene como: I = Sumatorio 12-1 de i y donde i = (t / 5) elevado 1,514

$$a = (0,675 I^3 - 77,1 I^2 + 17,92 I + 492,39) 10 \text{ elev } -6$$

$$ETP \text{ (mm/mes)} = ETP \text{ ajustada } K$$

$$K = \text{coeficiente corrector } k = (d/30)(N/12)$$

$d = n^\circ$  de días del mes

$N = n^\circ$  máximo horas de sol (depende de la latitud)

Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

Mes	$t^a$ media	d (días)	i	l	a	EP ajustada	K	ETP
Enero	27,77	31	13,4071	149,82	3,715	158,40	1,016	160,9
Febrero	27,77	28	13,4071	149,82	3,715	158,40	1,013	160,5
Marzo	28,33	31	13,8185	149,82	3,715	170,60	1,007	171,8
Abril	27,73	30	13,3778	149,82	3,715	157,56	0,998	157,2
Mayo	26,11	31	12,2125	149,82	3,715	125,98	0,992	125
junio	25	30	11,4351	149,82	3,715	107,21	0,989	106
Julio	24,44	31	11,0496	149,82	3,715	98,55	0,991	97,7
Agosto	24,44	31	11,0496	149,82	3,715	98,55	0,994	98
Septiembre	25	30	11,4351	149,82	3,715	107,21	1,001	107,3
Octubre	26,11	31	12,2125	149,82	3,715	125,98	1,010	127,2
Noviembre	27,22	30	13,0071	149,82	3,715	147,06	1,016	149,4
Diciembre	27,77	31	13,4071	149,82	3,715	158,40	1,019	161,4

**La ETP total anual es de 1.622,4 mm/año.**

#### **4.4.2.- Determinación del Índice de Humedad. Balance Hídrico.**

Es necesario hacer un balance de agua del suelo para calcular el índice de humedad.

En este balance intervienen los siguientes parámetros:

- .- Precipitaciones medias mensuales (P).
- .- Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales (ETP).
- .- Reservas de agua del suelo (R).
- .- Variación de la reserva de agua (VR).
- .- Evapotranspiraciones reales mensuales (ETR).
- .- Déficits (D).
- .- Excesos (E).

Para poder aplicar la fórmula a toda clase de suelos, sin particularizar unas condiciones concretas, se establecen las siguientes hipótesis:

- .- La reserva de agua en el suelo varía entre 0 y 100 mm ( $0 \leq R \leq 100$ ).

- La evapotranspiración real (ETR) corresponde, en los meses que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior ( $ETR_i = P_i + R_{i-1}$ ).

- En los meses suficientemente húmedos, la ETR coincide con la potencial.

- Existe déficit de humedad en los meses en los que la ETR es inferior a la ETP.

- Existe exceso de humedad en los meses en que al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor de 100.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	33,24	23,57	48,4	132	218,2	103,7	59,3	43,93	46,28	52,21	46,01	41,3	848,13
ETP	160,9	160,5	171,8	157	125	106	97,7	98	107,3	127,2	149,4	161	1622,4
R	0	0	0	0	93,22	90,92	52,52	0	0	0	0	0	236,64
VR	0	0	0	0	93,22	2,3	-38,4	-52,5	0	0	0	0	4,62
ETR	33,24	23,57	48,4	132	125	106	97,7	96,43	46,28	52,2	46,01	41,3	848,13
D	127,7	136,9	123,4	25,2	0	0	0	1,57	61,02	75	103,4	120	774,27
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### A).- ÍNDICE DE HUMEDAD.

Se determinan los índices de falta y de exceso de humedad, relacionando el déficit y el exceso total anual con la ETP anual y expresando los resultados en %.

Aplicando los datos del cuadro anterior se obtienen los siguientes índices:

$$\text{Índice de falta} = (D/ETP) 100 = (774,27/1.622,4) 100 = 47,72\%$$

$$\text{Índice de Exceso} = (E/ETP) 100 = (0/1.622,4) 100 = 0\%$$

El índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$\text{Índice de humedad} = \text{Índice exceso} - 0.6 (\text{Índice de falta})$$

Aplicando los datos que se vienen considerando:

$$\text{Índice de humedad} = 0 - [(0.6)(47,72)] = -28,63$$

Con lo que el valor del índice de humedad se encuentra comprendido en el intervalo entre -20 y -40, entonces el tipo de clima es **semiárido**, y le corresponde la sigla **D**.

## **B).- EFICACIA TÉRMICA.**

Según Thornthwaite, la ETP es un índice de eficacia térmica. La suma de las ETP medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado.

La ETP anual es de 1.622,4 mm, es decir 162,24 cm; luego se encuentra comprendida en la situación en la que la ETP es mayor a 114. Por lo tanto es un clima **Megatérmico**, y la sigla es **A'**.

## **C).- VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD.**

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco, y, viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo. Así mismo, deberá caracterizarse la estación en la que se presentan estos periodos. Para la determinación se usan los valores de Índice de exceso en los climas secos (C,D,E), y los valores de Índice de falta en los climas húmedos (A,B,C<sub>2</sub>).

Como en este caso el clima es del tipo D, se usará el valor del Índice de falta que es nulo. Por lo tanto, el intervalo entre 10 y 0, que dice que hay un **nulo o pequeño exceso de humedad**, su sigla es **d**.

## **D).- CONCENTRACIÓN TÉRMICA EN VERANO.**

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

.- ETP de Diciembre	= 161 mm
.- ETP de Enero	= 160,9 mm
.- ETP de Febrero	= 160,5 mm
.- ETP de Marzo	= 171,8 mm
.- ETP Verano Boreal	= 654,2 mm
.- ETP anual	= 1.622,4 mm

$$Cv = (ETP \text{ verano} / ETP \text{ anual}) \times 100 = 40,32 \%$$

Como la Cv corresponde al valor en el que es menor que 48, le corresponde una **Baja concentración** de la eficacia térmica en verano y la sigla **a'**.

En consecuencia, el clima de la zona, de acuerdo con los datos obtenidos puede representarse por la siguiente fórmula climática, según Thornthwaite:

**DA'd a'**

**“Clima semiárido, megatérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y baja concentración de la eficacia térmica en verano”.**

## 5.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.

### **5.1.- CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA (ET<sub>o</sub>) POR EL MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE-FAO.**

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, esta ecuación es:

$$ET_o = [ a + b \cdot p \cdot (0,46 t^a + 8,13)]$$

Donde: ET<sub>o</sub> = media mensual de la evapotranspiración de referencia (mm/día)

$$a = 0,0043 \times HR_{min} \text{ (en \%)} - (n/N) - 1,41$$

$$b = 0,81917 - 0,0040922 \times HR_{min} + 1,075 \times (n/N) + 0,065649 \times Ud - 0,0059684 \times HR_{min} \times (n/N) - 0,0005967 \times HR_{min} \times Ud$$

HR<sub>min</sub> = humedad relativa mínima en %

n/N = media mensual del coeficiente de insolación

Ud = Media mensual de la velocidad diurna del viento en m/s (a 2 metros sobre el suelo).

Con estos parámetros se calcula la ET<sub>o</sub> para cada mes del año. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

Mes	T <sup>a</sup>	HR <sub>min</sub>	n/N	p	a	b	Ud	ET <sub>o</sub> día	ET <sub>o</sub> mes
ENE	27,77	61	1	0,28	2,15	1,4198	4,917	6,1603	190,97
FEB	27,77	59	1	0,28	2,16	1,4731	5,811	6,4623	180,94
MAR	28,33	60	1	0,27	2,15	1,4196	4,47	5,9511	184,48
ABR	27,73	66	1	0,28	2,13	1,3432	4,47	5,7050	171,15
MAY	26,11	70	1	0,28	2,11	1,3028	4,917	5,2169	161,72
JUN	25	67	1	0,28	2,12	1,3418	4,917	5,2350	157,05
JUL	24,44	67	1	0,28	2,12	1,3418	4,917	5,1582	159,90
AGO	24,44	66	1	0,27	2,13	1,3430	4,47	4,8946	151,73
SEP	25	65	1	0,27	2,13	1,3438	4,023	4,9922	149,76
OCT	26,11	66	1	0,28	2,13	1,3196	3,576	5,3117	164,66
NOV	27,22	67	1	0,28	2,12	1,3188	4,023	5,5057	165,17
DIC	27,77	66	1	0,28	2,13	1,3430	4,47	5,7308	177,65

Se obtiene una **ET<sub>o</sub> anual de 2015,18 mm.**

## 5.2.- EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO (ETc).

Para el cálculo de la ETc de cada cultivo se utiliza la ETo que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ETc = ETo \times Kc$$

Donde:

ETo = Evapotranspiración de referencia.

Kc = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 6 (Rotación de cultivos). En los meses comprendidos desde después de la recolección hasta la siembra no hay ETc. Los resultados de la ETc mensual en mm para cada uno de los cultivos considerados son los siguientes:

### TRIGO

Siembra: 01 de Mayo y Recolección el 30 de Noviembre			
meses	Eto	Kc	Etc
Mayo	161,72	0,74	119,67
Junio	157,05	0,79	124,07
Julio	159,9	0,97	155,10
Agosto	151,73	1,09	165,39
Septiembre	149,76	1,1	164,74
Octubre	164,66	1,03	169,60
Noviembre	165,17	0,47	77,63
<b>TOTAL</b>			<b>976,20</b>

### MAÍZ

Siembra: 01 de Febrero y Recolección el 30 de Septiembre			
meses	Eto	Kc	Etc
Febrero	180,94	0,4	72,38
Marzo	184,48	0,48	88,55
Abril	171,15	0,53	90,71
Mayo	161,72	0,75	121,29
Junio	157,05	1,08	169,61
Julio	159,9	1,11	177,49
Agosto	151,73	0,96	145,66
Septiembre	149,76	0,62	92,85
<b>TOTAL</b>			<b>958,54</b>



## ALFALFA

Siembra: 01 de Enero y Recolección el 30 de Diciem

meses	Eto	Kc	Etc
Enero	190,97	0,89	169,96
Febrero	180,94	0,89	161,04
Marzo	184,48	0,89	164,19
Abril	171,15	0,89	152,32
Mayo	161,72	0,89	143,93
Junio	157,05	0,89	139,77
Julio	159,9	0,89	142,31
Agosto	151,73	0,89	135,04
Septiembre	149,76	0,89	133,29
Octubre	164,66	0,89	146,55
Noviembre	165,17	0,89	147,00
Diciembre	177,65	0,89	158,11
<b>TOTAL</b>			<b>1793,51</b>

# **ANEJO 4**

## **Estudio edafológico del suelo**

## **Anejo 4: Estudio edafológico del suelo**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Características del suelo .....	5
3. Descripción del suelo .....	6
4. Mantenimiento de la enmienda orgánica y nutrientes .....	7

## **1.- INTRODUCCIÓN:**

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta. Por ello es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

Los tipos de suelo en Kenia varían de una zona a otra debido a la topografía, la cantidad de precipitaciones y los materiales. Aquí tenemos una clasificación a nivel general de los tipos de suelos que define la FAO:

.- En el Oeste, los suelos suelen ser “acrisols”, “cambisol” y sus mezclas. Están altamente erosionados y filtran el agua con gran facilidad. Tienen acumulación de óxido de hierro y óxido de aluminio.

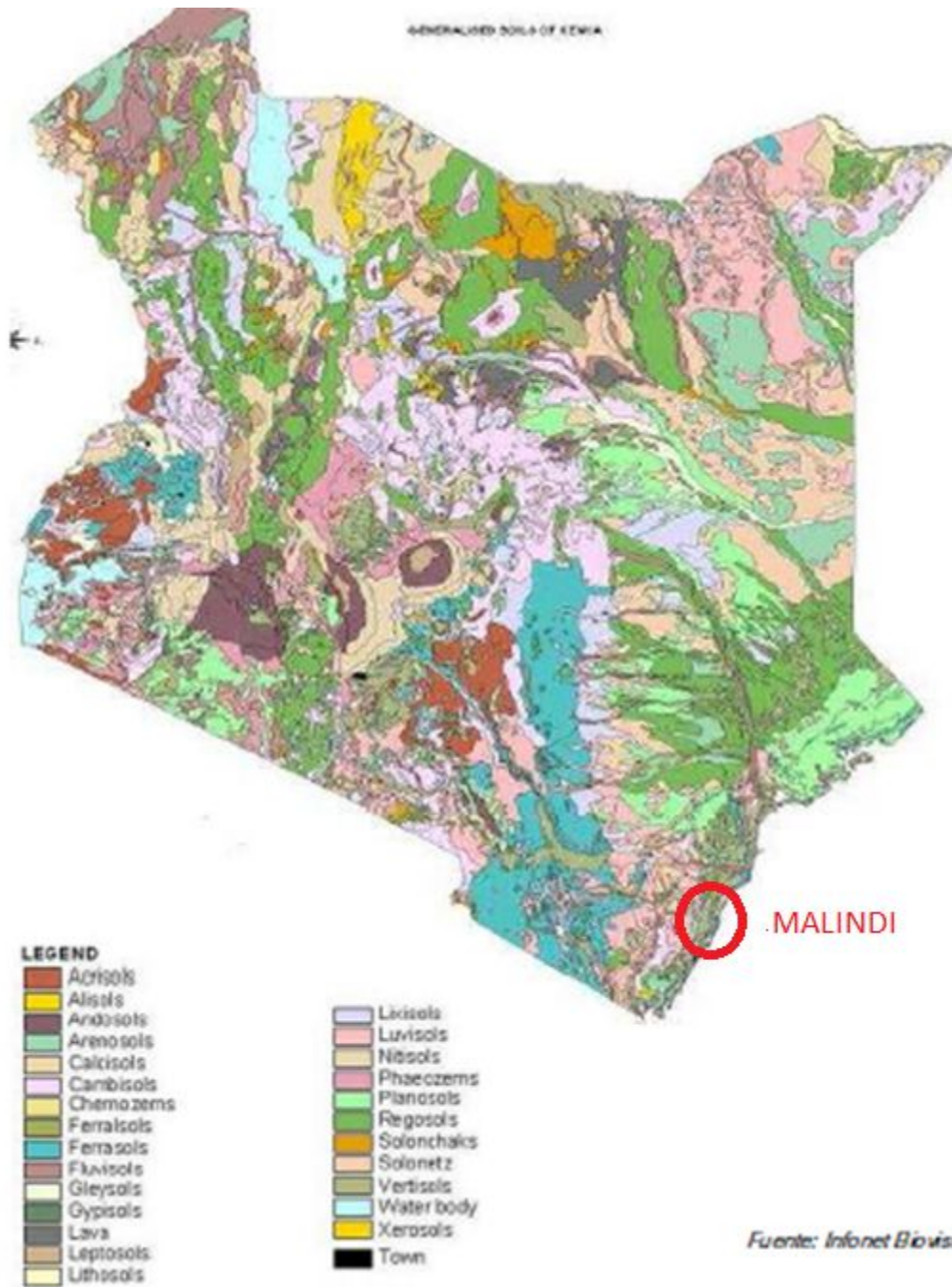
.- En el centro y partes altas, los suelos son principalmente “nitosols” y “andosols”. Suelos jóvenes y de origen volcánico.

.- En las zonas semiáridas y áridas, los suelos son “vertisols”, “gleysols” y “phaeozems”. Están caracterizados por la salinidad, alto contenido en sodio, baja fertilidad y vulnerabilidad a la erosión.

.- En la costa, los suelos son “arenosols”, “luvisols” y “acrisols”. Se caracterizan por una baja cantidad de materia orgánica y una basta textura.

.- Las zonas de salinidad alta, las cuales tienen un efecto negativo para el desarrollo agrícola, se encuentran aisladas en varias áreas: lago “Baringo” en la cuenca del “Rift Valley” y en la región de “Taveta”.

A continuación mostramos un mapa de los diferentes suelos en Kenia, el cual nos puede dar una idea de como se reparten las diferentes tipologías de suelo a lo largo del país;



Realmente no se dispone de una analítica de suelos que pertenezca a la finca que nos referimos, pero tenemos información suficiente para prever una calidad en la finca, suficientemente capaz de sacar adelante los cultivos que se pretenden cultivar en ella. No obstante, es importante tener claro que si el proyecto llegara a ejecutarse sería indiscutible tener previamente una analítica específica de la finca en cuestión, para evitar sorpresas.

Gracias a una investigación ordenada por el Ministerio de agricultura keniana al KARI (Kenya Agricultural Research Institute) en la que se investigaron 11

zonas de diferente tipología de suelo de la zona costera de kenya, coincidiendo uno de los estudios en la zona donde queremos desarrollar el proyecto, podemos exponer los siguientes datos edafológicos de aproximación de nuestro suelo.

Las áreas analizadas en dicho estudio fueron las de Magarini, Marafa, Shauri Moyo, Mazijini, Hadu, Fundi isa, Korobani, Majengo, Sosoni, Ramada y Kabiboni, siendo esta última la zona en la que se encuentra la parcela.

## **2.- CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.**

La zona se compone de rocas no consolidadas a poco consolidadas de origen Terciario y Cuaternario. La formación más antigua de la zona son las calizas Isa Fundi que son de la edad del Mioceno que consisten en piedra caliza de color amarillo, grano fino calcáreos, areniscas, margas y arenas.

En cuanto a la fisiografía la zona puede ser dividida en tres unidades fisiográficas, nombradas tierras altas, valles costeros y valles menores.

Las tierras altas cubren la mayoría del área. Estas se presentan comúnmente onduladas a onduladas con pendientes moderadas variando desde el 0% al 8%. Sin embargo las partes erosionadas cerca de Marafa tiene pendientes de hasta el 16%. Los rangos de altitud rondan desde los 40 m a los 150 m sobre el nivel del mar.

Los valles costeros ocupan solamente una pequeña porción de la parte este del área estudiada. La tierra es generalmente ondulada con pendientes principales variando desde el 0 al 2%. La altitud es hasta 40 m sobre el nivel del mar.

Los valles menores son encontrados a lo largo del curso y diferentes caminos distribuidos por todo el área. Las pendientes varían desde el 0 al 5%.

### **2.1.1. USO DE LA TIERRA.**

Para hacernos una idea, el esquema de colonización de este área está diseñado de tal manera que sobreviven en ella más de 4000 familias, todas ellas dependiendo al 100% de sus recursos propios de ganadería y agricultura.

En concreto en el área de nuestra zona son 700 las familias que allí subsisten, con explotaciones muy pequeñas de agricultura y con una pequeña ganadería comprendida de cabras y reses de ganado, de donde sacan leche, carne y cuero para ropa.

La tierra les proporciona variedad de alimentos suficiente para subsistir, aunque las producciones no son muy altas y se ven expuestos totalmente a las inclemencias del tiempo. La propia experiencia de ellos mismos y sus antepasados les hacen tener un modelo sostenible.

Los cultivos que se se cultivan en dichas explotaciones son los siguientes:

1.- Maíz: basado en variedades locales y en explotaciones un poco más grandes a veces disponen de variedades híbridas Pioneer.

2.- Sorgo: cuentan con 525 variedades diferentes, todas ellas locales con un ciclo muy corto de maduración y una producción aceptable.

3.- Guisantes: En este cultivo tiene desde la variedad tradicional la cual tiene un ciclo muy largo de maduración (2-3 años), hasta nuevas y mejoradas variedades con un ciclo de maduración de 3-4 meses.

4.- Mandioca: Hay muchas variedades diferentes, es un cultivo que aporta un alimento de larga conservación y que siempre tiene un valor estable en el país, el cual suele ser uno de los cultivos que siempre debe de estar presente en las pequeñas explotaciones.

5.- Mango: muchos tipos de árboles crecen a lo largo de los caminos y de las pequeñas explotaciones. El mango es uno de ellos el cual da un alimento fresco y sano.

6.- Anacardos: existen variedades de alta producción, de las cuales muchas de ellas son buscadas y pueden venderse con facilidad desde la estación de Mtwapa.

7.- Coco: Este cultivo esta bajo rehabilitación en el área de Magarini por el Ministerio de Agricultura keniana.

8.- Piña: Esta se encuentra en la zona sur de Magarini.

9.- Trigo: Al igual que el maíz es un alimento básico, y necesario en las pequeñas explotaciones, contando con una gran cantidad de variedades locales.

### **3.- DESCRIPCION DEL SUELO .**

Como ya se ha mencionado anteriormente dentro de las 11 zonas estudiadas, la de Kabiboni es la zona en la que se encuentra nuestra parcela, en esta zona se estudiaron 500 ha, teniendo como base material parental piedra caliza.

Este tipo de suelo tiene buen drenaje, es moderadamente profundo a muy profundo, de color rojizo marrón a amarillo marrón oscuro, desmenuzable a suelos firmes de arcilla. Los colores son en tono 5 YR, 7.5 YR y 10 YR. La estructura de la capa superficial del suelo es laminar y con granulares agregados, mientras que la del subsuelo está rompiendo prismática en bloques agregados angulares y subangulares. Los suelos tienen una secuencia ABC de

horizontes claros y ligeramente graduales en el límite. La capa superior es ligeramente dura cuando este está seco, desmenuzable cuando está húmedo, pegajoso y plástico cuando está mojado. El subsuelo es duro cuando está seco, firme cuando está húmedo y pegajoso y plástico cuando está húmedo.

La reacción del suelo varía de ligeramente alcalino pH-H<sub>2</sub>O 7,6 a moderadamente alcalina pH-H<sub>2</sub>O 8.4 tanto en la capa superior del suelo como la del subsuelo. Los suelos son fuertemente calcáreos, y estos no son salinos, la CE varía 0,3-0,9 ms / cm y tampoco sódicos (ESP menos de 1). Concreciones de carbonato de calcio se encuentran en el horizonte C entremezclado con la caliza coralina. el contenido en materia orgánica es alto, este varía desde 2.84 % a 3.13 % en las capas altas y decrece conforme profundizamos a valores de 1.13 % en el Horizonte B.

Los rangos de la CEC en el suelo están entre 39.5 me/100 grs en las capas superficiales a 27,1 me/100 grs en el subsuelo.

Los suelos están adecuadamente abastecidos con la mayoría de los principales nutrientes Ca, N, P y K.

El suelo ha sido clasificado como **Cálcico Cambisols**.

A continuación se expone la tabla de datos correspondiente al estudio realizado en la zona:

Horizonte	AU1	AU2	BU1	BU2
Profundidad (cm)	0-2	2 cm- 20 cm	20-32 cm	32-46 cm
pH-H <sub>2</sub> O (1:2,5 v/v)	8,2	8,2	8,3	8,4
pH-KCl "	7,3	7,3	7,4	7,5
EC (mmhos/cm) "	0,45	0,4	0,35	0,3
C%	2,86	2,87	1,7	1,13
CEC (me/100g), pH 8,2	39,5	29,9	26,7	27,1
Exch.Ca (me/100g)	54	49	47,2	56
Exch.Mg (me/100g)	5	4,4	3,2	3,6
Exch.k (me/100g)	4,65	3,75	2,36	1,1
Exch.Na (me/100g)	0,1	0,24	0,16	0,08
Suma de cationes	63,75	52,39	52,91	60,79
Base saturación %, a pH 8,2	100+	100+	100+	100+
ESP a pH 8,2	0,2	0,8	0,6	0,3
<b>Textura (previamente limitada)</b>				
Arena % (2,0 - 0,05mm)	30	30	30	32
Limo % (0,05 - 0,002mm)	24	16	14	12
Arcilla % (0,002- 0 mm)	46	54	56	56
Clase textural	C	C	C	C



#### **4.- MANTENIMIENTO DE LA ENMIENDA ORGÁNICA Y NUTRIENTES.**

Como ya se ha mencionado la cantidad de materia orgánica en el suelo es aceptable.

Se recomienda, realizar una rotación de cultivos interesante, añadiendo alguna leguminosa (alfalfa) que aporten al suelo elementos nutritivos y también cultivos que puedan aportar cantidades importantes de materia seca (maíz), como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Sería interesante realizar aportaciones de materia orgánica, pero dado el lugar donde se encuentra la parcela, resulta imposible conseguirla, con lo que se deberá tener en cuenta lo mencionado anteriormente siendo importante realizar buenas rotaciones de cultivo que nos aporten lo máximo posible.

Podría ser interesante realizar siembras de veza o guisantes, e incluso no cosecharlas y envolverlas, con el fin de que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo, como enmienda húmica en verde.

En cuanto al abonado N, P y K, en función del cultivo se realizaran las aportaciones necesarias, ya que sí que contamos con diferentes complejos fabricados en el país, suficientes para cubrir las deficiencias.

# **ANEJO 5**

## **Rotación de cultivos**

## **Anejo 5: Rotación de cultivos**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Cultivos propuestos para la rotación .....	4
3. Parámetros de rotación y alternativa .....	5

## 1.- INTRODUCCION.

El contenido del presente anejo pretende proponer unas pautas para organizar la distribución de los cultivos, y elegir los más aptos para la zona y el sistema de riego que se va a implantar en la parcela.

A modo de orientación los principales cultivos que se cultivan en Kenia son los siguientes:

### Área cultivada en hectáreas

	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Aguacates	6.751	4.221	6.125
Caña de azúcar	54.465	65.774	68.738
Col	13.138	14.783	18.614
Judías	641.936	960.705	689.37
			7
<b>Maíz</b>	<b>1.700.000</b>	<b>1.884.370</b>	<b>2.008.350</b>
Mangos y guavas	28.794	32.706	34.629
Patatas	122.717	153.114	152.994
Piña	7.792	7.908	8.302
Plátano grande	56.000	56.606	59.800
Plátanos para comer	41.383	34.945	41.731
Té	157.700	158.400	171.900
Tomates	16.400	17.182	18.477
Trigo	130.273	131.594	160.043
Vegetales	62.143	76.072	62.600

La rotación de cultivos tiene la finalidad de alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad agrícola que se ha de llevar a cabo. Así pues se necesita programar una alternativa y una rotación eficaz de cultivos.

La singularidad de la zona donde está situada la parcela obliga a presentar una serie de alternativas de carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

## **2.- CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.**

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo, esto ocurre en el caso del maíz y del trigo. Además es importante conocer la opinión del gobierno kenyata, siendo ellos los más interesados en que produzcamos estos dos cultivos, vitales para el país, dándole estabilidad con el sistema de riego y evitar en períodos de años de sequía el aumento de porcentaje de hambruna, debido a la falta de alimentos básicos.

Por otra parte se quiere introducir el cultivo de la Alfalfa, hasta la fecha prácticamente inexistente en Kenia, pero con la creencia de que puede ser un gran cultivo a desarrollar en esta parte de África, ya que cuenta con un clima estable prácticamente todo el año y al dotar de agua a la parcela las posibilidades de éxito se multiplican. Así como la cercanía física a los EAU, siendo estos un gran cliente potencial en el futuro, como lo es ahora mismo a nivel mundial.

Estos cultivos son aquellos para los cuales se ha calculado sus necesidades de riego en el anejo 3, indicando en éste sus fechas de siembra y recolección, pero que se vuelven a indicar en este anejo, así pues, estos cultivos son

<b>CULTIVO</b>	<b>Fecha siembra</b>	<b>Fecha recolección</b>
<b>Trigo</b>	01 de Mayo	30 de Noviembre
<b>Maíz</b>	01 de Febrero	30 de Septiembre
<b>Alfalfa</b>	01 de Enero	30 de Diciembre

El hecho de que se reflejen estos cultivos en la rotación, no quiere decir que el propietario de la finca deba cumplir dicha rotación, sólo se propone una rotación que se aproxime lo más posible a lo que pueda realizar el propietario una vez comience a cultivar la finca.

Para la elección de los cultivos de la rotación se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario de comercializar los productos.
- La necesidad de dichos cultivos en el país, principalmente maíz y el trigo, son alimentos básicos y vitales, sobre todo en años donde la sequía se manifiesta.
- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos en clima y suelo (cultivos de la zona).
- La condición mejoradora o esquilante de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos.
- La optimización de necesidad de maquinaria.
- En el caso del alfalfa, el potencial que este tiene para el consumo interno del país, pero teniendo en cuenta el gran potencial y la gran demanda hoy en día de los países de Oriente Medio, la cual puede ser realmente interesante debido a la cercanía física de Kenia a dichos países, así como de la propia finca al puerto de Mombasa.

### **3.- PARÁMETROS DE ROTACIÓN Y ALTERNATIVA.**

Con los datos de permanencia de cada cultivo en campo, y teniendo en cuenta los requerimientos de cada cultivo y las condiciones nutricionales del suelo, se puede realizar una distribución de los cultivos a través de los años (alternativa).

Hay que combinar aquellos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal

tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes esenciales, como es el caso de las leguminosas (alfalfa).

La superficie a cultivar se ha dividido en doce parcelas, las cuales se agrupan dando las siguientes hojas, que se ha intentado que sean de una cabida similar:

- HOJA A: formada por los pivots 1,4,7 y 10; según plano nº 2 con una superficie de 240 hectáreas.
  
- HOJA B: formada por los pivots 2,5,8 y 11; según plano nº 2 con una superficie de 240 hectáreas.
  
- HOJA C: formada por los pivots 3,6,9 y 12; según plano nº 2 con una superficie de 240 hectáreas.

La rotación seguirá el siguiente diagrama que a continuación se detalla, se ha valorado el tener cada hoja con un mismo cultivo con el fin de simplificar y obtener un ciclo similar cada 4 años, alternando anualmente las hojas dedicadas al maíz y al trigo e intentando mantener el cultivo del alfalfa en una misma hoja un máximo de 4 años, ya que se sobreentiende que al tener una sobreexplotación de este cultivo en el cual se podrán llegar a sacar en torno a los 8 cortes anuales, entendemos que el alfalfa se agotará antes que en España, donde como máximo podemos llegar a los 6 cortes anuales.

### **CICLO Nº 1**

	AÑO 1 y 3												AÑO 2 y 4											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A																								
B																								
C																								

Los colores corresponden a los siguientes cultivos Trigo, Maíz y Alfalfa.

### CICLO N° 2

	AÑO 1 y 3												AÑO 2 y 4											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A																								
B																								
C																								

Los colores corresponden a los siguientes cultivos Trigo, Maíz y Alfalfa.

### CICLO N° 3

	AÑO 1 y 3												AÑO 2 y 4											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
A																								
B																								
C																								

Los colores corresponden a los siguientes cultivos Trigo, Maíz y Alfalfa.





# **ANEJO 6**

**Características y justificación  
del sistema de riego elegido**

## **Anejo 6: Características y justificación del sistema de riego elegido**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Características generales del riego por aspersión .....	3
2.1 Cobertura total enterrada .....	4
2.2 Máquinas pivot .....	8
3. Características generales del riego localizado .....	9
3.1 Componentes del sistema de riego localizado .....	10
4. Justificación del sistema de riego elegido .....	14

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

En este anejo se van a explicar las ventajas y los inconvenientes que presentan cada uno de los sistemas de riego posibles a implantar en la parcela a transformar.

Asimismo se indican las características de los elementos que constituyen los diferentes tipos de sistemas elegidos (aspersores, válvulas, filtros, etc.).

## **2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.**

Las principales características que definen el riego por aspersión son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades de viento elevadas.
- El coste elevado de implantación, que puede verse compensado con un aumento de producción.

## **2.1.- COBERTURA TOTAL ENTERRADA.**

### **2.1.1.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.**

Además de las características antes citadas la cobertura total enterrada, evita infraestructuras superficiales que separan y enmarcan la parcela, y evita pérdidas en la superficie cultivada.

Principalmente se caracteriza por constar de:

- Un elemento filtrante que suele instalarse en el edificio de control de mandos y está compuesto por filtros de mallas automáticos.
- Una válvula hidráulica en la entrada de cada módulo (conjunto de emisores de riego que funcionan al mismo tiempo) comandada por una llave de tres vías, la cual puede ser accionada manualmente con tres posiciones, la tercera se corresponde al modo automático.
- Una red de tuberías de distintos diámetros que variarán en función del caudal que transporten. Esta se encuentra totalmente enterrada a mayor profundidad que la de labor de los aperos, saliendo solo a superficie el porta-emisor, que puede ser de diferentes medidas, y el emisor o aspersor que también puede ser de diversos tipos.
- Un controlador de riego que controlará el conjunto del equipo de riego e instalado en el edificio de mandos.

### **2.1.2.- ELECCIÓN DEL MARCO DE COLOCACIÓN DE LOS ASPERSORES.**

El marco de colocación de los aspersores en red viene dado por las distancias existentes, por un lado entre dos ramales contiguos de aspersores, y por otro lado por la distancia entre dos aspersores consecutivos dentro de un mismo ramal. Es muy importante la distribución de los aspersores, que se suelen colocar siguiendo generalmente tres disposiciones: en rectángulo, en cuadrado y en triángulo o tresbolillo.

Normalmente se opta por la distribución del marco en forma triangular, en donde los aspersores ocupan los vértices de una red de triángulos. Este tipo de disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes.

Para la distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

La causa por la que se toma este marco de colocación de los aspersores es principalmente por la uniformidad, y en segundo plano, por la adaptabilidad a la gran mayoría de herramienta, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

Otra condición que se debe tener en cuenta, es que en los extremos de las parcelas, coinciden normalmente distancias irregulares de los aspersores a las márgenes de las mismas, por lo que se debe tener la medida de retirar el aspersor hacia la parte interna de la parcela hasta una distancia de 12 metros, y se colocará un aspersor más en la margen de la parcela (para no perder uniformidad en el riego) siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores, si la distancia se encuentra entre 9 y 12 metros de la margen, y si la distancia a la margen es inferior a 9 metros, este aspersor será retirado hacia la margen siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores del cual se alimenta, de esta

manera se consigue que las cabeceras de las parcelas tengan mayor maniobrabilidad, quedando una anchura asegurada de 12 metros.

### **2.1.3.- ELECCIÓN DEL ASPERSOR.**

Los factores que deben tenerse en cuenta para la elección del aspersor deben de ser los siguientes:

- Un tipo de aspersor con cuyo caudal se reduzcan costes, adaptándose al marco exigido por el promotor, en el ancho de las calles.
- La densidad de aspersion debe estar por debajo de la infiltración del suelo de la parcela.
- La presión de funcionamiento del aspersor ha de ser la necesaria para que haya una buena uniformidad del riego.
- El recubrimiento del aspersor deberá estar comprendido entre el 55 y 65%.
- El coeficiente de uniformidad debe estar por encima del 80% con vientos de hasta 2.5 m/ seg., según la regla de Christiansen.
- El grado de pulverización debe tener un valor comprendido entre 0.1 y 0.3. Para medir el grado de pulverización se usa el índice de Tenda ( $K = D/h$ , D es el diámetro de la boquilla y h la presión de trabajo en metros de columna de agua).
- La eficiencia del aspersor, es la relación entre el alcance en metros, y la presión en la boquilla también en metros. Debe estar por debajo del valor de 0.7 para las gotas finas (según fórmula de Poggi).

En función de todas las características técnicas del aspersor anteriormente descritas, y teniendo en cuenta el aspecto económico, se definen los aspersores que se podrían colocar en el caso de usar este tipo de riego.

### **2.1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERSORES.**

- **Aspersor circular.**
  - o Caudal emitido por el aspersor: **1976 L/h.**
  - o Presión nominal: **3 Kg/cm<sup>2</sup>.**
  - o Boquilla aspersor: **3/16'' (4.76 mm)**

- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32"**  
**(2.38 mm).**
  - Alcance: **14.5 m.**
  - Velocidad rotación: **1.070 rpm.**
  - Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **81.76%**
  - Grado de pulverización (índice de Tenda):  $K = 4.76\text{mm} / 30\text{ mca} = \mathbf{0.1587}.$
  - Índice de Poggi:  $14.5\text{ m} / 30\text{ mca} = \mathbf{0.4833}.$
  - Densidad de aspersion: **7.04 mm/ h**
- **Aspersor sectorial:**
- Caudal emitido por el aspersor: **1757 L/h.**
  - Presión nominal: **3 Kg/cm<sup>2</sup>.**
  - Boquilla aspersor: **13/64"** (**5.15 mm**)
  - Alcance: **15.2 m.**
  - Velocidad rotación: **0.54 rpm.**
  - Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **80.99%**
  - Grado de pulverización (índice de Tenda):  $K = 5.15\text{ mm} / 30\text{ mca} = \mathbf{0.1716}.$
  - Índice de Poggi:  $15.2\text{ m} / 30\text{ mca} = \mathbf{0.5066}.$
  - Densidad de aspersion: **5.42 mm/ h**
- **Porta-aspersores.**
- Los porta-aspersores circulares tendrán una altura máxima de 3 metros.
  - Los porta-aspersores sectoriales tendrán una altura máxima de 3 metros y estarán dotados de un deflector, que consiste en una chapa atornillada en cabeza del porta-aspersor para evitar que vaya el agua a carreteras o caminos.
  - Se dotarán de válvulas de bola o grifos a aquellos porta-aspersores que los necesiten para cortar el caudal y realizar las reparaciones u operaciones que sean oportunas.
  - Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".



## **2.2.- MAQUINAS PÍVOT.**

El pívot consiste en una tubería conectada a un eje de pivote, anclado este en el suelo de la parcela y sobre una base de hormigón. Los tramos de tubería están elevados unos 3.5 metros, y suspendidos por torres que distan entre si unos 50 metros. Dichas torres se apoyan en dos ruedas que son movidas por un motor, de aproximadamente 0.75 C.V. que está situado en el centro.

Mientras la maquinaria gira alrededor de su punto de pivote, el agua se inyecta a la tubería y se dispersa por medio de aspersores a lo largo de la máquina.

### **2.2.1.-VENTAJAS E INCONVENIENTES.**

A la hora de elegir el Pívot como sistema más apropiado para una finca, se han considerado las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Tiene un bajo precio de instalación en superficies medias y grandes.
- Alto grado de automatización.
- Poca necesidad de mano de obra para su manejo.
- Permite realizar labores sin obstáculos.
- Presenta un bajo costo de mantenimiento.
- Deja esquinas sin regar, las cuales si se quieren regar se debe hacer por otro sistema.
- Precisa de grupos electrógenos para el movimiento de la maquinaria si no se dispone de electrificación en la finca.
- Tiene una alta pluviometría en los últimos tramos.
- Se atascan en terrenos fuertes, con lo que se hace necesario tomar las medidas correspondientes.

La elección del riego con pívot impone cambiar o adaptar, en parte y en algunos casos, los sistemas de cultivo.

### **2.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINA PÍVOT.**

La tubería de las máquinas son de acero galvanizado, de un diámetro de 8 5/8" (203,4 mm), e irá colocada a una altura máxima de 3.5 metros, sobre torres autopropulsadas con estructura de acero igualmente galvanizado, por medio de motores eléctricos.

Los aspersores circulares:

- Presión nominal: 3 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Velocidad de rotación: 0.538 rpm.
- Alcance del aspersor: 14 m.

Cañón fin de tramo sectorial:

- Presión nominal: 3 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Velocidad de rotación: 0.538 rpm.
- Alcance del aspersor efectivo: 12 m.

La disposición de los mismos a lo largo de la máquina viene dada por el fabricante de la misma.

El grupo generador estará junto a la base del pívot para evitar el soterramiento del cable y por lo tanto, el encarecimiento de la instalación, por tener que trasladarlo en caso distinto desde la caseta de controles hasta el pivote de la máquina.

### **3.- CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO LOCALIZADO.**

El riego localizado se caracteriza por aplicar el agua en una zona determinada del suelo, y se caracteriza por:

- No moja, en general, la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.

- Aplica el agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión, que en algunos casos puede ser alto.
- Al reducir el volumen de suelo mojado y, por tanto, su capacidad de almacenamiento de agua, se opera con la frecuencia necesaria para mantener un alto contenido de humedad en el suelo (riego de alta frecuencia).
- Al igual que la aspersión permite realizar los abonados a la vez que se realiza el riego (fertirrigación).
- Es posible la utilización de aguas salinas ya que las sales se acumulan fuera del bulbo húmedo, es decir, fuera de la zona de absorción de las raíces.
- Se favorece la lucha contra malas hierbas, que se concentran en el área húmeda, lo que facilita su tratamiento.
- Se consigue ahorrar agua, ya que sólo se humedece una parte del suelo, si bien en la realidad se gasta casi la misma cantidad de agua que en el riego por aspersión, ya que se obtiene un rendimiento más elevado, y esto provoca que el agricultor riegue con más frecuencia de la necesaria, pues el bulbo se mantiene muy húmedo, y como consecuencia el consumo de agua es elevado.
- Se da un incremento en la precocidad, en la productividad y en la calidad del producto.

Como inconvenientes conviene destacar:

- Facilidad de obturaciones de los emisores. Este es el principal problema del riego localizado. Estas obturaciones pueden tener diversa naturaleza y pueden ser: de tipo físico, como partículas inorgánicas (arenas, limos, etc.); de tipo biológico como materia orgánica, algas y elementos bacterianos; de tipo químico, producidos por precipitación de fertilizantes y carbonatos.
- Ocasiona el lavado localizado de las sales, creando zonas de acumulación salina en la periferia del bulbo húmedo. Por eso, ante una ligera lluvia las sales pueden ser arrastradas a la zona radicular y se

hace aconsejable el funcionamiento del riego en caso de lluvia, para así lixiviar las sales acumuladas y evitar que alcancen a la raíz.

### **3.1.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO.**

Un sistema de riego localizado se compone de:

#### **3.1.1.- CABEZAL DE RIEGO.**

El cabezal de riego es el elemento central de la instalación. Está formado por un conjunto de elementos que permiten realizar un tratamiento adecuado del agua de riego (filtrado, medición de caudal, control de presión, aplicación de fertilizantes, etc.).

El cabezal debe de ir instalado en el edificio de control de mandos, los elementos que lo componen son (por orden):

➤ **Equipo de tratamiento de agua.** Con frecuencia las agua de riego presentan unos problemas para su aplicación en riegos localizados de alta frecuencia que no tienen importancia con otros sistemas de riego. Estos problemas están relacionados generalmente con las obturaciones de los emisores y la solución típica consiste en el filtrado del agua, pero hay situaciones en que el filtrado se debe complementar con un tratamiento periódico del agua.

El filtrado del agua procedente de canales abiertos, pantanos y ríos, se recomienda hacerlo a través de filtros de arena. Los filtros de arena son unos elementos típicos en los cabezales, que se usan sobre todo para eliminar las impurezas de tipo orgánico, tales como algas, restos de insectos, etc., y pequeñas partículas minerales. Conviene siempre instalar un mínimo de dos filtros, con objeto de que la limpieza por circulación inversa de un filtro utilice el agua previamente filtrada por el otro.

Los filtros de arena consisten en unos tanques metálicos de acero galvanizado, inoxidable o pintados y bobinados en poliéster o fibra de

vidrio, que son capaces de resistir las presiones estáticas y dinámicas de la red de riego. Están llenos, como su propio nombre indica, por arena o grava tamizada de un determinado tamaño. Debe tenerse en cuenta que la calidad del filtrado depende del calibre de la arena, se recomienda un calibre de arena de 0.8 a 1.2 mm de diámetro.

Cuando los filtros de arena están limpios provocan una pérdida de carga del orden de uno a dos metros de columna de agua, y depende del tipo de arena y de la velocidad media del agua. A medida que se van colmatando, las pérdidas de carga aumentan y cuando se alcanzan valores en torno a cuatro y seis metros de columna de agua se debe proceder a su limpieza.

Para conocer el momento en que la limpieza es necesaria, se debe medir la presión antes y después del filtro. Para ello se hace conveniente la instalación de tomas para colocar manómetros de conexión rápida y utilizar el mismo manómetro para las lecturas antes y después, con objeto de que el des calibrado de los manómetros no afecte a la diferencia de lecturas, la limpieza se realiza en las tuberías de entrada y salida. Si la limpieza se realiza con agua que no ha sido filtrada, se corre el riesgo de que se acumulen las impurezas en la interfase agua-arena de aguas abajo, de manera que al funcionar de nuevo el filtro, esas impurezas se envían a la red de riego. Para evitar este inconveniente se colocan los filtros en paralelo con las conexiones necesarias para que cada filtro se pueda lavar con el agua limpia procedente del otro.

La limpieza de los filtros de arena se automatizará mediante preostátos diferenciales que comandan unas válvulas hidráulicas de contra-lavado, de forma que cuando se supera una pérdida de carga prefijada, se cierra la entrada normal de agua y se abre la salida de limpieza, situación que se mantiene durante un tiempo también prefijado, y a una velocidad de filtrado de ente 30 y 40 m<sup>3</sup>/ h. Para un buen funcionamiento de la filtración es recomendable seguir las siguientes instrucciones:

- En función de la suciedad que lleve el agua, la arena se debe reponer como mínimo una vez cada dos años.

- Se añadirá, en los elementos de cierre de las tapas, una pequeña cantidad de grasa, la cual facilitará la apertura y cierre del filtro.

- Se observará, antes de colocar la arena, el estado de los elementos internos para así evitar una mala colocación que pudiera provocar problemas posteriores.

- Se dejará el filtro completamente vacío de agua y limpio de impurezas, cuando vaya a estar un largo periodo de tiempo sin ser utilizado.

- El filtro de arena debe colocarse antes que el contador, aparato cuyo correcto funcionamiento exige que el agua no lleve impurezas. También debe ir antes del punto de inyección de los fertilizantes para evitar que estos favorezcan el desarrollo de microorganismos en el interior del filtro.

- **Medición de caudal.** El caudal circulante se medirá por medio de un contador, el cual, como se ha indicado anteriormente, se colocará después de los filtros de arena y antes del punto de inyección de fertilizantes, incluidos en las válvulas hidráulicas.

- **Equipo de fertilización.** Consiste en un conjunto de depósitos para el abono líquido, (tantos como abonos se deseen aplicar) de polietileno, dado su bajo coste y resistencia a la corrosión de algunos ácidos. Este sistema constará también de una bomba inyectora de accionamiento hidráulico, capaz de inyectar la concentración de fertilizante necesaria. Con esta bomba no es necesario un gasto de energía pues usan la propia energía del agua de la red de riego para mover sus mecanismos. Son bombas de tipo peristáltico, producen una dosificación a impulsos. Posteriormente al punto de inyección es necesario realizar un filtrado de seguridad.

➤ **Filtros de mallas automáticos.** Estos filtros de mallas irán instalados inmediatamente después del incorporador de fertilizantes, para así evitar posibles obturaciones derivadas de dicha incorporación, al igual que posibles granos de arena que pudieran escapar del filtro de arena.

El agua en los filtros automáticos, pasa a través de una malla de tamiz grueso cuya función es separar sólidos de mayor tamaño, y a continuación pasa a través de una malla fina que es la que define, propiamente, el grado de filtración. El tamaño de orificio de la malla deberá ser 1/8 del tamaño del mínimo paso de agua en el emisor, por lo que se opta por un filtro de 155 mesh. (Entiéndase como mesh el número de orificios por pulgada lineal) que equivale a un orificio de 0.1 mm de diámetro.

#### **4.- JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.**

Como conclusión final se ha llegado a lo siguiente:

Dadas las características especiales de la situación del proyecto, en la que se busca la máxima rentabilidad con el menor coste posible y también a su vez el menor coste de mantenimiento posible, se desestima la posibilidad inicial de utilizar el sistema de riego por goteo, ya que los cultivos para los que se indica la explotación inicial de la finca, que son el maíz, trigo y alfalfa, no requieren este tipo de tecnología, ya que resulta mucho más cara que la cobertura enterrada o las máquinas pivot, pudiéndose utilizar en el futuro en los huecos de la finca que van a quedar libres y donde tal vez con el paso del tiempo y una vez más introducidos y experimentados podría valorarse la opción de cultivar hortalizas, o plantaciones de plátano o mango, dado que también son cultivos importantes en el país.

En cuanto al sistema de aspersión con cobertura enterrada, aunque es un buen sistema de riego para la finca, la diferencia de precio de coste por Ha de

aproximadamente 2.700 €/ha en cobertura enterrada y el coste de las máquinas pivot de aproximadamente 1.350 €/ha, sumado al bajo coste de la tierra en ese lugar, cobra mayor importancia la elección de usar máquinas pivot solamente y desestimar en un principio tanto la posibilidad de utilizar sistema de cobertura enterrada y sistema de riego localizados.

Por lo tanto la opción elegida es la de las máquinas pivot de riego por aspersión.

Dentro de esta opción, estas máquinas las hay muy variadas en cuanto a su tamaño se refiere, las hay que riegan desde 15-20 has hasta 80-100 has de superficie de cultivo, por lo que se considera oportuno hacer una pequeña **VALORACIÓN HIDRÁULICA**, con el fin de conocer cual de ellas es la más aconsejable para nuestro proyecto:

En este apartado se realiza un breve estudio de pluviometría de algunas máquinas pivot en función de la infiltración, para obtener la opción más adecuada para las características de la finca.

Se parte de una capacidad de infiltración media para el tipo de suelo que tenemos en la finca, ya que no disponemos de ese dato en concreto y esta es de 43.6mm/h. Toda pluviometría superior a esta infiltración producirá encharcamientos y escorrentía, por lo tanto se deberá de evitar en la medida de lo posible este tipo de incidencia.

Se debe de estudiar la velocidad mínima a la que puede funcionar la última torre sin causar los problemas antes mencionados, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{\min} = (2 * r)/t_m$$

Siendo:

r = es el alcance de los últimos aspersores en metros

t<sub>m</sub> = es el tiempo máximo que puede tardar el equipo en pasar sobre un punto del terreno (desde que empieza a mojarlo hasta que deja de hacerlo), para que no exista escorrentía, expresado en min. y se obtiene por medio de la teoría de Dillon con ayuda de un ábaco con las siguientes entradas:

Pluviometría máxima en el extremo del pívot (Pm)



$$P_m \text{ (mm/h)} = (14400 * Q_0) / (\Pi * R * r)$$

Donde :

$Q_0$  = Es el caudal a la entrada del pivot en l/s (se considera un caudal aproximado de 1.2 litros por segundo y hectárea según los datos proporcionados por profesionales en este tipo de instalaciones).

R = Es el radio de la superficie regada en metros.

r = Es el alcance de los últimos aspersores en metros.

Tipo de suelo

Pendiente del suelo en %

El tiempo sale expresado en fracción de las horas y se debe de pasar a minutos.

- **Opción A: (pivot de aproximadamente 60 Has):**

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$$Q_0 = 72 \text{ l/s.}$$

$$R = 425 \text{ m}$$

$$r = 12 \text{ m.}$$

$$P_m = \text{(mm/h)} = (14400 * 72) / (\Pi * 425 * 12) = 64,71 \text{ mm/h}$$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 5 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.40$  horas

Que pasado a minutos es: 24 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$$V_{\min} = (2 * 12) / 24 = 1 \text{ m /min.}$$

- **Opción B:( pivot de aproximadamente 40 has)**

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$$Q_0 = 60 \text{ l/s.}$$

$R = 355\text{m de pivot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 367\text{m}$

$r = 12\text{m.}$

$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 60) / (\pi * 367 * 12) = 62.44 \text{ mm/h}$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 1 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.55$  horas

Que pasado a minutos es: 33 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$V_{\min} = (2 * 12) / 33 = 0.72 \text{ m /min.}$

- **Opción C (Pivot de aproximadamente 80 has):**

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$Q_0 = 96 \text{ l/s.}$

$R = 492\text{m de pivot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 504\text{m}$

$r = 12\text{m.}$

$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 96) / (\pi * 504 * 12) = 72.75 \text{ mm/h}$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 1 y 3 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.30$  horas

Que pasado a minutos es: 18 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$V_{\min} = (2 * 12) / 26 = 1.33 \text{ m /min.}$

- **Opción C (pivot de 27.62 ha):**

Se calcula la pluviometría máxima en el extremo del pivot.

$Q_0 = 36 \text{ l/s.}$

$R = 286\text{m de pivot} + 12\text{m alcance del último aspersor} = 298\text{m}$

$r = 12\text{m.}$

$P_m = (\text{mm/h}) = (14400 * 36) / (\pi * 298 * 12) = 46.14 \text{ mm/h}$

Tipo de suelo: Franco arcillo arenoso.

Pendiente máxima del suelo: entre 0 y 1 %

Entrando en el ábaco se obtiene un valor de  $t_m = 0.85$  horas

Que pasado a minutos es: 51 minutos.

La mínima velocidad de la última torre a la que puede funcionar sin causar escorrentía es de:

$V_{\min} = (2 * 12) / 51 = 0.47\text{m /min.}$

Con estos datos es importante encontrar la máquina que riega el máximo número de hectáreas con el menor coste posible, pero a su vez teniendo muy presente la calidad del riego de dicha máquina, por lo que las máquinas más pequeñas por debajo de 50 has quedan desestimadas por el coste/Ha de la máquina, y las opciones que superan las 60 has también se desestiman ya que aun siendo esta la opción más barata, se ha decidido no adoptarla ya que la velocidad mínima a la que puede funcionar el sistema, por ejemplo en un pivot de 80 ha, es de 1.33 m/min y la velocidad máxima de un equipo de estas características en la última torre es de 1.8-2 m/min, por lo que se ha considerado que el margen que nos queda para el funcionamiento de la máquina es muy pequeño, teniendo que dar un número excesivo de revoluciones para completar un riego y por tanto estando demasiados días sin parar, dificultándose de este modo las reparaciones en caso de averías. Además, según datos facilitados por empresas profesionales en el sector, existe el riesgo de que en equipos de grandes dimensiones, (mayores de 70 hectáreas) el cultivo necesite más cantidades de agua y por tanto empiece a secarse, antes incluso de haber completado la vuelta por lo que el sistema debe de estar en funcionamiento de manera ininterrumpida en las fechas de máximas necesidades, no teniendo margen para posibles reparaciones en caso de avería, por lo tanto quedan desestimadas este tipo de máquinas.

Finalmente la opción elegida son las máquinas pivot de riego por aspersión de una superficie de riego de 60 has aproximadamente, estas máquinas tienen un radio de 437 m componiéndose de 8 torres cada 52,75 m de distancia y un alero de 15 m, así como un cañon en la punta con un alcance de 12 m de riego homogéneo.

Dada la superficie y dimensiones de la finca, ésta queda constituida por 12 pivot de 60 hectáreas cada uno y el resto de la tierra se quedará en un principio sin sistema de riego y por lo tanto sin cultivar, esta opción tiene la ventaja frente a las anteriores de ser más económica, y mejorará técnicamente ya que en ésta la velocidad mínima de funcionamiento para que no se produzca escorrentía es aproximadamente de 0.9 m/min, lo que nos permite un mayor margen de velocidades para poder hacer funcionar a la máquina. A esto, se puede añadir que en una situación de máximas necesidades hídricas, funcionando la máquina a la velocidad mínima que le es posible sin ocasionar escorrentía (0.9m/min), se aportarían al suelo 53.01 l/m<sup>2</sup> en dos revoluciones, que es aproximadamente la cantidad que es necesaria en una situación de máximas necesidades (52.69 l/m<sup>2</sup>).

El hecho de utilizar 12 máquinas Pivot exactamente iguales en este proyecto se toma como una referencia muy positiva a la hora de contemplar el material de reposición y averías, ya que al contar con un mismo modelo de máquina, resulta de muy fácil control y es una manera de bajar las posibilidades de riesgo y desconocimiento de mantenimiento en el caso de que tuviésemos diferentes máquinas con diferentes motores y elementos singulares del propio sistema de riego.

Por lo tanto, la opción elegida para desarrollar en el presente proyecto es la opción de **“12 MAQUINAS PIVOT de 437 mts de radio “**.

# **ANEJO 7**

## **Cálculo de las necesidades del agua de riego**

## **Anejo 7: Cálculo de las necesidades del agua de riego**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Necesidades de agua de riego .....	3
2.1 Necesidades netas .....	4
2.2 Necesidades reales .....	5
3. Dimensionado del riego por aspersión .....	8
3.1 Dosis máxima de riego .....	8
3.2 Dosis útil de riego .....	9
3.3 Dosis real de riego .....	10
3.4 Cálculo del riego .....	11
3.5 Cálculo del riego por aspersión con máquinas pivot ...	12
3.5.1 Determinación del caudal a la entrada del pivot .....	12
3.5.2 Estimación de las velocidades máxima y mínima de avance a las que empieza escorrentía ..	13
3.5.3 Tiempos máximos y mínimos por revolución..	14
3.5.4 Cálculo de la dosis real máxima y mínima de riego .....	15
3.5.5 Cálculo de la dosis útil máxima y mínima de riego .....	15
3.5.6 Espaciamiento o intervalo entre riegos .....	16

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo, se van a calcular las necesidades hídricas para el sistema de riego a diseñar, en este caso, riego por aspersión con máquinas pívot y para todo el periodo vegetativo de los cultivos de la rotación elegida.

Las precipitaciones son parte del agua necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos, que en nuestro caso con un clima semiárido, no son suficientes. Por lo tanto se hace necesario un aporte de agua mediante el riego, el cual se diseñará y dimensionará a partir de los datos obtenidos de este anejo.

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, se hace necesario conocer las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento. Los datos han sido presentados en el anejo del estudio climático. En este anejo se calcula pues el caudal necesario para la parcela a transformar.

## **2.- NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.**

Se parte de la disposición de agua del río Galana, un río suficientemente caudaloso durante todas las estaciones del año garantizando con ello la cantidad de agua necesaria sea cual sea nuestros cultivos a implantar y la cual presenta una calidad determinada y que es óptima para el riego.

### **2.1.- NECESIDADES NETAS.**

Las expresiones complejas que recogen los balances hídricos de agua del suelo no se utilizan en la práctica para establecer necesidades de agua de riego. Así las necesidades serían:

$$N = (ET_c + P_p) - (P_e + C_a + \square\square\square)$$

Donde :

- $P_p$  : Percolación profunda.
- $P_e$ : Precipitación efectiva.
- $C_a$  : Aporte ascenso capilar.
- $\square\square\square\square$ Variación humedad del suelo.

Frente a este cálculo de necesidades establecido mediante un balance de cinco variables, las necesidades netas de agua de riego pueden calcularse con la expresión más sencilla que es la siguiente:

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde, la  $ET_c$  es el agua útil almacenada en la zona radicular y consumida por la evapotranspiración; y la  $P_e$  es el agua útil procedente de la precipitación natural, por lo tanto  $N_n$  constituye el agua utilizada en el proceso de  $ET_c$ .

Así pues, las necesidades netas para un mes determinado son:

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde:

- $N_n$  = Necesidades netas mensuales.
- $P_e$  = Precipitación efectiva.
- $ET_c$  = Evapotranspiración mensual del cultivo.

La precipitación efectiva se determina mediante la siguiente ecuación (Cuenca, 1989):

$$P_e = f(D)[1.25 \times P^{0.824} - 2.93] \times 10^{0.000955 \times Etc}$$

Siendo:

- $P_e$  = Precipitación efectiva mensual, en mm/mes.
- $P$  = Precipitación total mensual, mm/ mes.
- $ET_c$  = Evapotranspiración del cultivo, en mm/ mes.
- $f(D)$  = Función correctora para el déficit de humedad del suelo, diferente de 75 mm.

Esa función correctora se calcula mediante la siguiente fórmula (Cuenca, 1989);

$$f(D) = 0.53 + (0.0116 \times D) - (8.94 \times 10^{-5} \times D^2) + (2.32 \times 10^{-7} \times D^3)$$

Donde:

- $D$  : Déficit de humedad en el suelo, en mm.



## 2.2.- NECESIDADES REALES.

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas ( $N_n$ ), la eficiencia de aplicación del sistema ( $E_a$ ), y las necesidades de lavado de sales ( $F_L$ ). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escurrimiento, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para sistemas fijos y sistemas con alas desplazables de riego por aspersión en climas semiáridos a áridos, como es nuestro caso, suele rondar el 80% para el riego por aspersión.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como  $(1 - F_L)$ , y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

De esta forma, las necesidades reales pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{N_n}{E_a \cdot (1 - F_L)}$$

Donde:

- $N_r$  = Necesidades reales.
- $N_n$  = Necesidades netas.
- $E_a$  = Eficiencia de aplicación.
- $F_L$  = Fracción de lavado de sales.

La fracción de lavado se calcula de la siguiente forma:

El análisis de suelos nos indica que no existe problema de salinidad. Aun así es necesario calcular la fracción de lavado debido a la concentración de sales del agua, para evitar el depósito de las mismas. La fracción de lavado se calcula mediante las siguientes expresiones:

a) *Para riegos por gravedad y aspersión de baja frecuencia:*

$$F_L = \frac{CE_w}{5 \cdot CE_e - CE_w}$$

b) Para riegos localizados de alta frecuencia:

$$F_L = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_e}$$

Siendo:

- $F_L$  = necesidad de lavado en tanto por uno.
- $CE_w$  = Conductividad eléctrica del agua de riego (mmhos/cm).
- $CE_e$  = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (máximo que tolera un cultivo determinado sin que se produzca reducción del rendimiento de cosecha, en mmhos/cm).

Al no disponer de análisis del agua, específico de la finca, se toma como referencia que la CE del agua de riego es de 0.35 mmhos/cm.

Así pues, aplicando para cada cultivo considerado las fórmulas anteriores, se obtienen los siguientes valores de necesidades de lavado:

CULTIVO	$CE_w$	$CE_e$	$F_L$
Trigo	0.35	6	<b>0.012</b>
Maíz	0.35	1.7	<b>0.043</b>
Alfalfa	0.35	2	<b>0.036</b>

Una vez que se han calculado las necesidades de lavado se pasa a calcular las necesidades reales para cada cultivo durante su periodo vegetativo. Como el sistema de riego a implantar es riego por aspersion con pivot, este se tendrá en cuenta ya que las necesidades reales de cada cultivo se calculan de una forma distinta en función del sistema de riego elegido.

### 2.2.1.- NECESIDADES REALES DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

TRIGO					
MES	P <sub>TOTAL</sub> (mm)	P <sub>e</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>r</sub> (mm/mes)
Mayo	218.22	133.73	119.67	-14.06	-17.78
Junio	103.72	71.39	124.07	52.68	66.90
Julio	59.30	46.70	155,10	108.4	137.67
Agosto	43.93	36.38	165.39	129.01	163.84
Septiembre	46.28	38.10	164.74	126.64	160.83
Octubre	52.21	42.95	169.60	126.65	160.84
Noviembre	46.01	31.30	77.63	46.33	58.84
<b>TOTAL</b>					<b>731.14</b>

MAÍZ					
MES	P <sub>TOTAL</sub> (mm)	P <sub>e</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>r</sub> (mm/mes)
Febrero	23.57	16.37	72.38	56.01	58.53
Marzo	48.40	33.57	88.55	54.98	57.45
Abril	131.52	81.46	90.71	9.25	9.66
Mayo	218.22	134.21	121.29	-12.92	-13.50
Junio	103.72	78.91	169.61	90.70	94.77
Julio	59.30	49.05	177.49	128.44	134.21
Agosto	43.93	34.84	145.66	110.82	115.80
Septiembre	46.28	32.53	92.85	60.32	63.03
<b>TOTAL</b>					<b>519.95</b>

ALFALFA					
MES	P <sub>TOTAL</sub> (mm)	P <sub>e</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>r</sub> (mm/mes)
Enero	33.24	28.33	169.96	141.63	<b>146.92</b>
Febrero	23.57	19.90	161.04	141.14	<b>146.41</b>
Marzo	48.40	39.65	164.19	124.54	<b>129.19</b>
Abril	131.52	93.27	152.32	59.05	<b>61.25</b>
Mayo	218.22	141.06	143.93	-2.87	<b>-2.98</b>
Junio	103.72	73.90	139.77	65.87	<b>68.33</b>
Julio	59.30	45.40	142.31	96.91	<b>100.53</b>
Agosto	43.93	34.03	135.04	101.01	<b>104.78</b>
Septiembre	46.28	35.56	133.29	97.73	<b>101.38</b>
Octubre	52.21	40.86	146.55	105.69	<b>109.64</b>
Noviembre	46.01	36.45	147.00	110.55	<b>114.68</b>
Diciembre	32.44	33.80	158.11	124.31	<b>128.95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1209.08</b>

### **3.- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSION.**

Como se explica en el apartado 2.2 de este anejo, las tablas anteriores no se tendrán en cuenta para los meses críticos, por lo que de ahora en adelante se realizarán los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

En este caso el cultivo más exigente es el maíz, que presenta una ET<sub>c</sub> de 177.49 mm en el mes de Julio, con una profundidad radicular media de 60 centímetros aproximadamente.

#### **3.1.- DOSIS MÁXIMA DE RIEGO.**

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el

punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC). La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$D_m = 10000 \left( \frac{m^2}{Ha} \right) \cdot h(m) \cdot \left( \frac{CC - PM}{100} \right) \cdot D_a$$

Donde:

- **D<sub>m</sub>** = Dosis máxima en m<sup>3</sup>/Ha y riego.
- **h** = Profundidad efectiva de la zona radicular del cultivo.
- **CC** = Capacidad de campo, en % en volumen.
- **PM** = Punto de marchitez, en % en volumen.
- **D<sub>a</sub>** = Densidad aparente del suelo, en Tm/m<sup>3</sup>.

Aplicando la expresión anterior, y sustituyendo por los valores correspondientes se obtiene la siguiente tabla para los diferentes tipos de cultivos considerados:

	h (m)	CC (%)	PM (%)	Da (Tm/m <sup>3</sup> )	Dm (m <sup>3</sup> /ha y riego)	Dm (mm/riego)
Trigo	0,8	20	11	1,27	914,4	91,44
Maiz	0,6	20	11	1,27	685,8	68,58
Alfalfa	1,2	20	11	1,27	1371,6	137,16

### 3.2.- DOSIS UTIL DE RIEGO.

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

A efectos de cálculo, la dosis útil se calcula como:

$$D_u = a \times D_m$$

Donde :

- **D<sub>u</sub>**: Dosis útil de riego, en m<sup>3</sup>/Ha y riego.

- **a**: Factor reductor en riegos por aspersión, que toma valores más próximos a 0.3 cuanto más fijo es el sistema y valores de 0.1 cuanto más móvil es éste (según J.L. de Paco).
- **Dm**: Dosis máxima de riego, en m<sup>3</sup>/Ha y riego.

Por lo tanto, se toma un valor de 0.2 para el sistema de riego por máquinas pivot. De esta forma se obtienen los siguientes valores:

$$Du = 0.2 \times Dm$$

	a	Dm	Du (m <sup>3</sup> /ha y riego)
Trigo	0,2	914,4	182,88
Maiz	0,2	685,8	137,16
Alfalfa	0,2	1371,6	274,32

### 3.3 DOSIS REAL DE RIEGO.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

La dosis de riego, es el volumen de agua por unidad de superficie y riego que se aplica desde los emisores sobre la superficie del cultivo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Dr = Du/Ea$$

Siendo:

- **Dr**: Dosis real de riego, en mm/riego
- **Du**: Dosis útil de riego, en mm/riego.
- **Ea**: Eficiencia de aplicación, en tanto por uno.

En este caso se toma un valor de  $Ea = 0.80$  para riego por aspersión con máquinas pívot. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

	Ea	Du	Dr (m3/Ha y riego)
Trigo	0,8	182,88	228,6
Maiz	0,8	137,16	171,45
Alfalfa	0,8	274,32	342,9

### 3.4.- CÁLCULO DEL RIEGO.

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, de esta forma la instalación queda del lado de la seguridad. Las necesidades son de 177.49 mm para el mes de julio y el cultivo del maíz. Estas necesidades divididas por el número de días de dicho mes, obtenemos las necesidades diarias. Así pues:

	Mes crítico	Necesidades (mm/mes)	Días del mes crítico	Necesidades (mm/día)
Trigo	Octubre	169,6	31	5,47
Maiz	Julio	177,49	31	5,73
Alfalfa	Enero	169,96	31	5,48

#### 3.4.1.- ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS. PERIODO DE RIEGO.

Esta variable sirve para relacionar las necesidades de agua calculadas para el cultivo, con las dosis de riego previstas en el cálculo agronómico.

El periodo de riego se define como el tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas. Así pues:

$$T = Du/Nn$$

Donde:

- **T**: espaciamento entre riegos, en días.
- **Du**: Dosis útil, en mm/riego.
- **Nn**: Necesidades netas, en mm/día, para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

Aplicando la expresión anterior se obtiene:

	Dosis útil (mm/riego)	Necesidades (mm/día)	Espaciamiento entre riegos (días)
Trigo	18,28	5,47	3
Maíz	13,71	5,73	2
Alfalfa	27,43	5,48	5

### 3.4.2.- NÚMERO DE RIEGOS POR MES.

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y el espaciamiento entre riegos. Se calcula con la siguiente expresión:

$$n = N / T$$

Donde:

n: Número de riegos por mes.

N: Número de días del mes de máximas necesidades.

T: Espaciamiento entre riegos.

Los valores obtenidos son:

	Número de días del mes crítico	Espaciamiento entre riegos (días)	Número de riegos al mes
Trigo	31	3	10
Maíz	31	2	15
Alfalfa	31	5	6

### 3.5.- CALCULO DEL RIEGO POR ASPERSION MEDIANTE PIVOTS .

A pesar de los cálculos realizados para los pivots, probablemente no puedan cumplirse los requisitos marcados anteriormente; esto es debido a las características de la máquina, dado que tiene ciertas limitaciones de funcionamiento.

#### 3.5.1.- DETERMINACIÓN DEL CAUDAL A LA ENTRADA DEL PÍVOT.

Debe calcularse para el mes de máximas necesidades del cultivo con mayores exigencias hídricas. Se recuerda que el cultivo con más exigencias es el maíz, que presenta unas necesidades de 177,49 mm/mes, en el mes de julio. Si se



estima en un 80% la eficiencia de aplicación del agua, las necesidades reales son de 309 mm/mes 221.86 mm/mes.

La dotación que debe proporcionar la unidad pivote es:

$$Q_0 = \frac{N_r (\text{mm/mes}) \cdot 10000 (\text{m}^2/\text{Ha}) \cdot A (\text{Ha})}{t (\text{h/mes}) \cdot 3600 (\text{seg/h})}$$

Como en la parcela se instalan 12 pivots iguales, se calcula el caudal necesario a la entrada de cada máquina aplicando la expresión anterior. Se parte de que la jornada de riego es de 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, por lo que se obtiene un total de 558 horas de riego para satisfacer las necesidades netas del cultivo en el mes de máximas necesidades.

- Superficie: 60.00 Ha.  $\rightarrow Q_0 = \frac{221.86 \cdot 10000 \cdot 60}{558 \cdot 3600} = 66.27 \text{ L/s y Ha.}$

Con el fin de facilitar el manejo y evitar posibles problemas que pudieran surgir al utilizar diferentes tipos de tomas, se opta por considerar un caudal necesario a la entrada de todos los pivotes de **70 L/s.**

### **3.5.2.- ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDADES MÍNIMA Y MÁXIMA DE AVANCE A LA QUE EMPIEZA A HABER ESCORRENTÍA EN EL EXTREMO DEL PIVOTE.**

Se hace siguiendo la teoría de Dillon et al. (1972) que estima la pluviometría máxima en el extremo del pivote (Pm) en función de su dotación, longitud y anchura mojada, y a partir de ella deducen, con ayuda de un ábaco el tiempo máximo que puede tardar el equipo en pasar sobre un punto del terreno para que no exista escorrentía.

Las características de los pivots que se van a emplear en las siguientes expresiones pueden verse en el anexo nº6.

La pluviometría máxima en extremo (Pm) se estima mediante la expresión:

$$Pm = \frac{14400}{\pi} \cdot \frac{Q}{R \cdot ra}$$

Donde:

- **Pm:** Pluviometría máxima, en mm/h.
- **Q:** Caudal de entrada en el pivote, en L/s.

- **R:** Radio de la superficie regada, en m.
- **ra:** radio de alcance de los últimos aspersores, en m.

Así pues, los resultados son:

$$\text{- Para un pivot que riega 60 hectáreas: } P_m = \frac{14400}{\pi} \cdot \frac{70}{437 \cdot 12} = \underline{\underline{61,18 \text{ mm/h.}}}$$

Entrando con estos valores en el ábaco, para un suelo franco-arcilloso y una pendiente de entre 1-3 % se obtiene un tiempo de **0,43 horas**, es decir 26 minutos.

Luego la mínima velocidad de desplazamiento del equipo para que no haya escorrentía será:

$$V_{\min} = \frac{2 \cdot r}{tm}$$

Así pues, se obtiene que:

$$\text{- } V_{\min} (A= 60,00 \text{ Has}) = \frac{2 \cdot 12}{26} = \underline{\underline{0,923 \text{ m/min.}}}$$

La velocidad máxima para las máquinas pivot, es de 2 m/min, viene fijada por el fabricante.

Estas velocidades son inferiores a la máxima, que se consigue cuando el motor de la última torre funciona perfectamente. Así pues el equipo deberá manejarse en el intervalo de velocidades medias comprendido entre 2 m/min y 0,923 m/min o lo que es lo mismo manejarlo entre el 100% y el 50% con el mando de control de velocidad de desplazamiento.

### **3.5.3.- TIEMPOS MÁXIMO Y MÍNIMO POR REVOLUCIÓN.**

El tiempo necesario para que el lateral realice una revolución depende de la velocidad de desplazamiento calculada en el apartado anterior y de la longitud que debe recorrer.

Con el radio de la última torre, y conociendo las velocidades de avance se obtienen los tiempos máximo y mínimo que tardan en dar una revolución:

- .- Radio de la última torre: 424 mts.

- Velocidad máxima de avance: 2 m/min.

- Velocidad mínima de avance: 0,923 m/min.

$$t_{\max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 424}{0.923} = 2886,32 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{48.10 \text{ h/rev} \rightarrow 2,00 \text{ días (48h y 6}}}$$

min).

$$t_{\min} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 424}{2} = 1332,03 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{22.20 \text{ h/rev} \rightarrow 0.92 \text{ días (22 h y 12}}}$$

min).

### 3.5.4.- CALCULO DE LA DOSIS REAL MÁXIMA Y MÍNIMA DE RIEGO.

Se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$D_r \text{ max} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\max} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = (\text{mm/riego})$$

$$D_r \text{ mín} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\min} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = (\text{mm/riego})$$

- Para un pívot que riega una superficie de 60,00 Has.:

$$D_r \text{ max} = \frac{70 \cdot 48.10 \cdot 3600}{600000} = \underline{\underline{20,20 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_r \text{ mín} = \frac{70 \cdot 22.20 \cdot 3600}{600000} = \underline{\underline{9,324 \text{ mm/riego}}}$$

### 3.5.5.- CALCULO DE LA DOSIS ÚTIL MÁXIMA Y MÍNIMA DE RIEGO.

La dosis útil de riego se calcula aplicando el 80% de la eficiencia de aplicación a la dosis real de riego calculada en el apartado anterior, para posteriormente poder calcular el espaciamiento entre riegos. Así pues:

Para un pívot que riega una superficie de 60,00 has:

- Du máx = 0.8 x 20.20 = **16,16 mm/riego**

- Du mín = 0.8 x 9.324 = **7,46 mm/riego**

### 3.5.6.- ESPACIAMIENTO O INTERVALO ENTRE RIEGOS.

El espaciamiento entre riegos se calcula en el apartado 3.4.1 de este anejo. Pero ahora obtenemos un espaciamiento máximo y mínimo de riego para los diferentes cultivos, que se recogen en las siguientes tablas:

	Du máx (mm/riego)	Du mín (mm/vuelta)	Nn (mm/día)	Espaciamiento entre riegos máximo (días)	Espaciamiento entre riegos mínimo (días)
<b>Trigo</b>	16,16	7,46	5,47	3	1
<b>Maiz</b>	16,16	7,46	5,73	3	1
<b>Alfalfa</b>	16,16	7,46	5,48	3	1

El intervalo máximo entre riegos para cultivos es el que se indica en las anteriores tablas. El tiempo máximo en dar una vuelta completa es de 48.10 horas, o lo que es lo mismo 48 horas y 6 minutos, así que un riego se dará por terminado al cabo de 3 vueltas completas, es decir 6 días.

# **ANEJO 8**

## **Cálculo hidráulico de la red de riego**

## **Anejo 8: Cálculo hidráulico de la red de riego**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Parámetros de red .....	3
2.1 Parámetros generales .....	3
2.2 Parámetros de los nodos de consumo .....	4
3. Cálculos hidráulicos .....	5
4. Elementos de las tuberías .....	7
4.1 Válvulas .....	7
4.2 Elementos de calderería .....	7
4.3 Ventosas .....	8
4.4 Desagües .....	8
4.5 Obra civil .....	9
5. Movimiento de tierras .....	10

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo se pretende realizar los cálculos técnicos para la obtención de los parámetros de riego.

El cálculo de la red se ha realizado por medio de un programa informático, que nos permite conocer el funcionamiento de la red en los distintos supuestos que se nos presentan en la finca.

## **2.- PARAMETROS DE RED.**

### **2.1.- Parámetros generales.**

En este proyecto los parámetros corresponden a una red que va a suministrar agua al sistema de riego, que en este caso está formado por máquinas pivot de 437 m de longitud, con una demanda de 70 lit/seg cada uno de ellos, disponiendo de un total de 12 unidades.

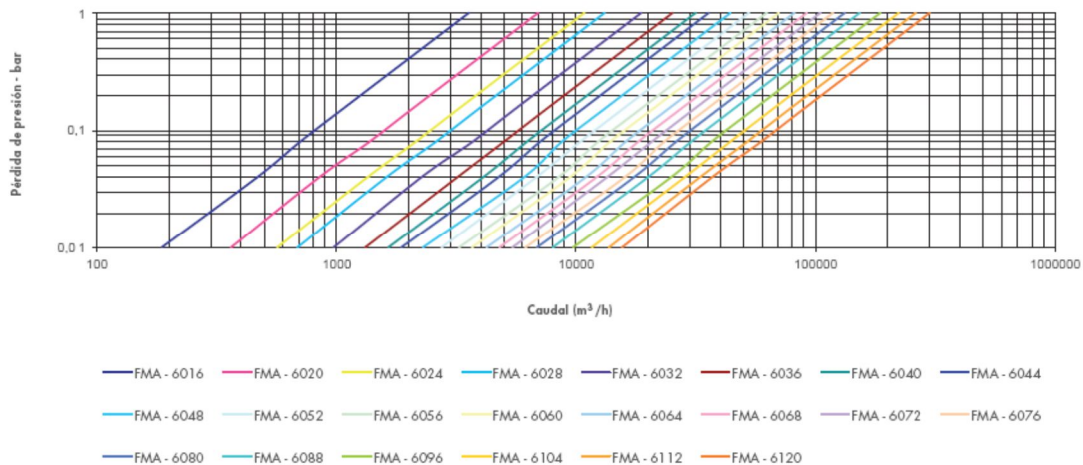
Estos pivot dispondrán de una rotación de cultivos, que serán coincidentes en las diferentes épocas del año del ciclo productivo, lo cual obliga a calcular teniendo en cuenta la posibilidad de que todos ellos estén funcionando a la vez.

Por lo tanto, el dimensionamiento de la red, deberá ser para la demanda total del sistema. Cada uno de los pivot dispondrá de una demanda de 70 lit/seg, por lo que la red generará una demanda total de 840 l/s.

En el proyecto va instalada una tubería que va desde la captación en el río Galana hasta la zona de riego, siendo imprescindible un primer filtraje a la llegada a la finca para eliminar la mayor parte de los elementos en suspensión.

Con el objeto de que el riego no se detenga constantemente y precise de constantes limpiezas, se instalará un filtro de malla autolimpiante, para una capacidad de filtrado de 3.024 m<sup>3</sup>/h. En este caso, instalaremos un filtro modelo FMA-6032, cuyas pérdidas de carga se indican en el gráfico que se adjunta.

Este precisa de una demanda de 1,8 kw para su funcionamiento, que se generará con placas solares.



La pérdida de carga que se genera para los 3.024 m<sup>3</sup>/h es de 0.08 bar, es una pérdida de carga muy baja, lo cual podría dar lugar a pensar que sería posible poner un filtro más pequeño, pero la diferencia de precio con filtros de menor diámetro no supera los 1.000 €, y dado que ello nos obligaría a instalar piezas de calderería para aumentar y reducir, al final no merece la pena y de esta forma colocamos un filtro que funciona sobradamente.

Luego con el objeto de simplificar la instalación, se dispondrá a la entrada de cada pivót de un filtro que pueda instalarse en serie sin que precise de piezas especiales.

## **2.2.- PARAMETROS DE LOS NODOS DE CONSUMO.**

Los puntos de consumo corresponden a los pivót de riego. Una de las particularidades de la zona donde se pone la puesta en riego impuesta por el promotor es la simplicidad y optimización de la tierra y los cultivos, así como la infraestructura necesaria, por todo ello, es importante mantener el mismo tipo de maquinaria de riego para todas las parcelas, consiguiendo con ello una demanda igual para todos ellos.

La variación que se da en la demanda de los equipos, corresponde a la propia cartografía, unida a las necesidades de los equipos.

Los pivót corresponden a máquinas de 437 m, compuesta por 8 torres de 52.75 m y un alero de 15 m.

La pérdida de carga que se genera en el equipo no es necesario calcularla ya que al trabajar con una máquina completa, este dato nos lo da el fabricante y es de 10 m.c.a.



En él se dispondrán los emisores de tipo rotator equipados con reguladores de presión, que precisan de una presión mínima de 12 m.c.a. para su correcto funcionamiento.

A la entrada de cada pivot, se instalarán los siguientes elementos:

- 1.- válvula hidráulica
- 2.- Filtro de mallas de 8”.
- 3.- Ventosa de 2 “.

Con todo ello, con la cartografía que se dispone, cada uno de los puntos de consumo (pivot) en la base, se precisará de la siguiente presión mínima, nombrada en el cuadro como presión de consigna:

Pivot	Cotas en		Presion de Emisor	Perdida de carga en:				Presión de Consigna
	base	Máxima de terreno		Pivot	válvula	filtro	codos	
1	227	230	12	10	1	2	1	29
2	223	240	12	10	1	2	1	43
3	239	242	12	10	1	2	1	29
4	215	225	12	10	1	2	1	36
5	216	225	12	10	1	2	1	35
6	222	236	12	10	1	2	1	40
7	208	212	12	10	1	2	1	30
8	221	221	12	10	1	2	1	26
9	209	223	12	10	1	2	1	40
10	197	210	12	10	1	2	1	39
11	200	206	12	10	1	2	1	32
12	238	247	12	10	1	2	1	35

### **3.- CALCULOS HIDRAÚLICOS.**

El material elegido para las tuberías de conducción será PVC y PRFV de presión nominal 10 AT.

Para los cálculos de la tubería, se utilizará la fórmula de Hazen-Willians para tuberías a presión, aplicándose la siguiente expresión:

$$j = \left[ \frac{V}{0,355\phi D^{0,63}} \right]^{0,54} \quad V = 0,85\phi \left[ \frac{D}{4} \right]^{0,63} j^{0,54}$$

V = velocidad en m/s

D = diámetro interior de la tubería

$\Phi$  = constante de la tubería (para material plástico = 150)

J = pérdidas de carga en m.c.a.

Por otro lado hay que procurar mantener unos varemos de velocidad y de presión de servicio en la red, con el fin de dar un correcto servicio al sistema de riego.

Velocidad en tubería: entre 1 y 2.2 m/s

Presión normal en toma: entre 3.5 y 7.5 bares.

Las longitudes de los ramales se han obtenido a partir de la digitalización de la red sobre plano (ver plano de planta).

En este caso, se ha calculado un riego con un 100% de demanda, dado que como se ha dicho anteriormente, todos los pívot pueden funcionar a la vez.

Los resultados del cálculo de la red, son los que se indican a continuación.

NO DO	ALT. PIEZ (m)	PRESIÓ N (m)	CONSUMO (m3/s)	COT A (m)	P. CONSIGNA (m)	P. MARGEN (m)
P1	278,82	51,82	0,07	227	29,0000	22,82
P2	270,84	47,84	0,07	223	43,0000	4,84
P3	276,13	37,13	0,07	239	29,0000	8,13
P4	270,18	55,18	0,07	215	36,0000	19,18
P5	275,68	59,68	0,07	216	35,0000	24,68
P6	266,19	44,19	0,07	222	40,0000	4,19
P7	266,21	58,21	0,07	208	30,0000	28,21
P8	265,75	44,75	0,07	221	26,0000	18,75
P9	257,8	48,80	0,07	209	40,0000	8,80
P12	277,84	39,84	0,07	238	35,0000	4,84
P10	258,12	61,12	0,07	197	39,0000	22,12
P11	257,57	57,57	0,07	200	32,0000	25,57
NU1	285,1	285,10	0,00	0	0,0000	0,00
NU2	282,96	282,96	0,00	0	0,0000	0,00
NU3	280,82	48,82	0,00	232	0,0000	0,00
TOMA	287	0,00	-0,84	287	0,0000	0,00

Identific elemento	INICIO	FINAL	LONGITUD metros	DIAMETRO metros	RUGOSIDAD metros	PERD CARGA metros	CAUDAL m3/seg	VELOCIDAD m/seg
TU1	PRG1	NU1	888,2	0,8	150	1,8996	0,84	1,671
TU2	NU1	NU2	1000	0,8	150	2,139	0,84	1,671
TU3	NU2	NU3	1000	0,8	150	2,1388	0,84	1,671
TU4	NU3	P1	575	0,7	150	2,006	0,77	2,001
TU5	P1	P2	873	0,231	150	7,9804	0,07	1,673
TU6	P1	P3	906,5	0,291	150	2,689	0,07	1,054
TU7	P1	P4	945	0,231	150	8,6386	0,07	1,673
TU8	P5	P7	885	0,291	150	9,4762	0,14	2,108
TU9	P5	P8	928	0,291	150	9,9366	0,14	2,108
TU10	P6	P9	917	0,231	150	8,3827	0,07	1,673
TU11	P5	P6	887	0,291	150	9,4976	0,14	2,108
TU12	P1	P5	979	0,6	150	3,133	0,49	1,733
TU13	NU3	P12	1005	0,291	150	2,9812	0,07	1,054
TU14	P7	P10	885	0,231	150	8,0901	0,07	1,673
TU15	P8	P11	895	0,231	150	8,1816	0,07	1,673

#### **4.- ELEMENTOS DE LAS TUBERÍAS.**

##### **4.1.- VALVULAS.**

Se realizarán seccionamientos en las redes de riego con el propósito de facilitar el posterior manejo de la red, y evitar que averías puntuales condicionen el funcionamiento de toda la red de riego.

DIÁMETRO TUBERÍA	DIÁMETRO VÁLVULA	CARRETE DESMONTAJE	TIPO DE VÁLVULA	PN
PVC-250	250	NO	Compuerta Con bridas	16
PVC-315	300	NO		16
PVC-400	400	SI	Mariposa con bridas	16
PVC-500	500	SI		16
PRFV-600	600	SI		16
PRFV-700	700	SI		16
PRFV-800	800	SI		16

## 4.2.- ELEMENTOS DE CALDERERÍA.

La calderería tendrá las características que se detallan en el plano correspondiente: construidas en acero al carbono ST.275-JR, según DIN 2576-PN10.

Soldaduras realizadas bajo procedimiento homologado, según código ASME-Sección IX.

El acabado será a base de granallado de superficies hasta rugosidad SA 2.5 según Norma S 15-05-5900. Recubrimiento de pintura de polvo Epoxy-Poliéster color Azul RAL-5015 interior de 300 micras de espesor y exterior de 200 micras de película polimerizada Horno a 210 ° C de temperatura.

Las conexiones serán mediante anillo torneado para conexión con junta tipo "RK" para caso del PRFV, y mediante campana con junta elástica para PVC.

## 4.3.- VENTOSAS

Se dispondrán ventosas metálicas trifuncionales después de cada válvula de corte de ramales, así como en los puntos elevados tal y como se indica en los planos de planta y perfil longitudinal. Estas se instalarán para cumplir los siguientes objetivos.

- Eliminar el aire durante el llenado.
- Introducir aire en el vaciado, evitando plegamientos.
- Eliminar aire y gases disueltos, durante el funcionamiento.

Los diámetros nominales de las ventosas, apropiados siempre al caudal de llenado de la tubería en la que se vayan a colocar, se reflejan a continuación:

Diámetro de ventosa	Diámetro Tubería	Caudal Tb.
Ø 50 mm	Ø □ PVC 315 mm	Q < 50 l/s
Ø 80 mm	Ø 400-500 mm	50 l/s < Q < 300 l/s
Ø 100 mm	Ø 630-800 mm	300 l/s < Q < 900 l/s

#### **4.4.- DESAGÜES.**

Se proyecta la instalación de una válvula de vaciado de las tuberías en los puntos que se indican en el plano de planta general de las tuberías.

Está pensado para el vaciado de la nueva tubería en caso de reparaciones.

Diámetro de desagüe	Diámetro Tubería
Ø 80 mm	Ø PVC 315 mm
Ø 100 mm	Ø 315-400 mm
Ø 150 mm	Ø 400-800 mm

#### **4.5.- OBRA CIVIL.**

Se proyectarán arquetas para las válvulas, ventosas y desagües. Las arquetas para ventosas y desagües serán de tipo prefabricado de 1x1m , con tapa metálica superior. En el caso de las arquetas de las ventosas, irán provistas de dos orificios de aireación para facilitar la salida del aire.

En el caso de las ventosas se colocará en la tubería una pieza especial en T de la que partirá un tubo de acero galvanizado DIN 2448, dentro de la arqueta irá colocada una válvula de corte y la ventosa trifuncional.

En el caso de los desagües se colocará una válvula de compuerta con eje de extensión telescópico para poder manipularla desde la superficie. En el interior de la arqueta irá colocado el mecanismo de accionamiento de dicha válvula.

Ambas arquetas descansarán sobre una cama de gravilla 20/40 que permitirá el correcto drenaje del agua en caso de fugas.

Para conocer más detalles acerca de las características de estas arquetas consultar el plano nº

Se proyectarán anclajes en los codos y tes de las tuberías de toda la red de riego, en hormigón HM-20.

Se ejecutará una arqueta para la conexión de la nueva tubería a la tubería ya instalada, que parte de la balsa actual, de dimensiones interiores 3,00 x 3,00 x 2,60 metros, espesor de paredes y solera 0,20 metros de hormigón HA-25/P/20lib, armado con doble mallazo 15x15 cm de diámetro 10 mm en paredes y solera. Superiormente, irá cerrada por medio de una tapa metálica

galvanizada, la cual dispondrá de bisagra que permita la apertura de la misma por el centro.

Para acceder a la misma se dispone de unos patés de polipropileno de dimensiones 0,30x0,25 y se accede mediante una tapa de acero galvanizado en frío.

## **5.- MOVIMIENTOS DE TIERRAS.**

Las secciones tipo previstas varían en función del diámetro de la conducción. se ejecutarán con un talud 5/1, con una base 1,8 veces el diámetro y de las tuberías.

Se rellenará con garbancillo 6-10 los primeros 10 cm para la formación de la cama de asiento. Posteriormente, una vez instalada la tubería, esta se rellenará hasta completar la altura de 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería en caso de tubería de PRFV, y hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo en caso de PVC. El resto será relleno seleccionado los primeros 30 cm y el resto será relleno ordinario compactado al 95% del PN.

En el caso de la red general, se ha realizado un enterrado superior de la tubería, dado que esta quedaría fuera de la zona de riego, y donde los condicionantes exteriores serán ajenos a la explotación. En el caso de la red que discurre dentro de la zona de riego, se ha buscado una profundidad tal que la generatriz superior de la tubería respecto a la cota del terreno sea como mínimo 1 m.

En base a los perfiles efectuados, los movimientos de tierras que se generan en la red, son los que se indica a continuación.

RAMAL DE CAPTACION A FILTRAJE

BASE ZANJA 1,40 m

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
25	3,041	5,85	146,36	36,58	13,75	83,61
50	3,966	7,40	185,06	36,58	13,75	122,31
75	3,606	8,17	204,34	36,58	13,75	141,59
100	2,881	7,20	179,90	36,58	13,75	117,15
125	2,024	4,67	116,83	36,58	13,75	54,08
150	1,916	3,53	88,37	36,58	13,75	25,62
175	2,922	4,61	115,19	36,58	13,75	52,44
200	3,381	6,41	160,23	36,58	13,75	97,48
225	3,766	7,56	189,11	36,58	13,75	126,36
250	4,902	9,89	247,22	36,58	13,75	184,47
275	5,637	12,96	323,95	36,58	13,75	261,20
300	2,215	9,16	229,11	36,58	13,75	166,36
325	2,555	4,48	112,06	36,58	13,75	49,31
350	2,335	4,62	115,53	36,58	13,75	52,78
375	3,419	5,74	143,55	36,58	13,75	80,80
400	2,773	6,27	156,81	36,58	13,75	94,06
425	2,055	4,57	114,27	36,58	13,75	51,52
450	2,936	4,78	119,45	36,58	13,75	56,70
475	3,653	6,81	170,22	36,58	13,75	107,47
500	4,467	9,01	225,35	36,58	13,75	162,60
525	4,723	10,66	266,48	36,58	13,75	203,73
550	4,354	10,48	262,01	36,58	13,75	199,26
575	3,341	8,40	209,96	36,58	13,75	147,21

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
600	2,153	5,43	135,64	36,58	13,75	72,89
625	2,116	3,90	97,49	36,58	13,75	34,74
650	2,154	3,90	97,52	36,58	13,75	34,77
675	2,222	4,02	100,52	36,58	13,75	37,77
700	2,389	4,29	107,30	36,58	13,75	44,55
725	2,712	4,88	121,92	36,58	13,75	59,17
750	2,686	5,24	130,89	36,58	13,75	68,14
775	2,492	4,97	124,18	36,58	13,75	61,43
800	2,287	4,49	112,23	36,58	13,75	49,48
825	1,789	3,70	92,41	36,58	13,75	29,66
850	1,671	3,02	75,53	36,58	13,75	12,78
875	2,239	3,52	87,94	36,58	13,75	25,19
900	2,488	4,43	110,73	36,58	13,75	47,98
925	2,495	4,73	118,24	36,58	13,75	55,49
950	2,494	4,74	118,42	36,58	13,75	55,67
975	2,162	4,35	108,72	36,58	13,75	45,97
1000	2,073	3,86	96,54	36,58	13,75	33,79
1025	1,948	3,62	90,60	36,58	13,75	27,85
1050	1,877	3,41	85,23	36,58	13,75	22,48
1075	2,19	3,68	91,97	36,58	13,75	29,22
1100	2,399	4,27	106,69	36,58	13,75	43,94
1125	2,004	4,06	101,48	36,58	13,75	38,73
1150	2,03	3,64	90,94	36,58	13,75	28,19
1175	2,161	3,81	95,32	36,58	13,75	32,57



PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
1200	2,287	4,10	102,59	36,58	13,75	39,84
1225	2,779	4,84	121,04	36,58	13,75	58,29
1250	3,065	5,80	145,06	36,58	13,75	82,31
1275	3,429	6,66	166,53	36,58	13,75	103,78
1300	3,537	7,30	182,58	36,58	13,75	119,83
1325	3,253	7,06	176,56	36,58	13,75	113,81
1350	2,911	6,22	155,51	36,58	13,75	92,76
1375	2,785	5,61	140,26	36,58	13,75	77,51
1400	1,939	4,46	111,46	36,58	13,75	48,71
1425	2,113	3,66	91,47	36,58	13,75	28,72
1450	2,349	4,12	103,04	36,58	13,75	40,29
1475	2,391	4,44	111,04	36,58	13,75	48,29
1500	2,506	4,63	115,69	36,58	13,75	52,94
1525	2,592	4,87	121,71	36,58	13,75	58,96
1550	2,696	5,10	127,51	36,58	13,75	64,76
1575	2,56	5,06	126,54	36,58	13,75	63,79
1600	2,183	4,45	111,30	36,58	13,75	48,55
1625	1,987	3,79	94,76	36,58	13,75	32,01
1650	2,55	4,22	105,52	36,58	13,75	42,77
1675	3,06	5,51	137,84	36,58	13,75	75,09
1700	3,203	6,35	158,66	36,58	13,75	95,91
1725	3,013	6,28	157,12	36,58	13,75	94,37
1750	2,852	5,83	145,67	36,58	13,75	82,92
1775	2,567	5,27	131,64	36,58	13,75	68,89

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
1800	2,192	4,47	111,77	36,58	13,75	49,02
1825	2,577	4,48	112,07	36,58	13,75	49,32
1850	2,929	5,38	134,40	36,58	13,75	71,65
1875	3,119	6,06	151,61	36,58	13,75	88,86
1900	3,364	6,64	166,06	36,58	13,75	103,31
1925	2,093	5,39	134,74	36,58	13,75	71,99
1950	2,011	3,72	92,88	36,58	13,75	30,13
1975	1,929	3,53	88,36	36,58	13,75	25,61
2000	1,848	3,36	83,94	36,58	13,75	21,19
2025	1,766	3,18	79,58	36,58	13,75	16,83
2050	1,684	3,01	75,26	36,58	13,75	12,51
2075	1,603	2,84	71,04	36,58	13,75	8,29
2100	1,521	2,68	66,88	36,58	13,75	4,13
2125	1,446	2,52	62,93	36,58	13,75	0,18
2150	1,435	2,43	60,79	36,58	13,75	0,00
2175	1,471	2,46	61,41	36,58	13,75	0,00
2200	1,512	2,53	63,33	36,58	13,75	0,58
2225	1,557	2,62	65,48	36,58	13,75	2,73
2250	1,605	2,71	67,84	36,58	13,75	5,09
2275	1,664	2,82	70,57	36,58	13,75	7,82
2300	1,75	2,97	74,32	36,58	13,75	11,57
2325	1,882	3,20	80,07	36,58	13,75	17,32
2350	1,935	3,40	85,01	36,58	13,75	22,26
2375	2,014	3,54	88,61	36,58	13,75	25,86

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
2400	2,259	3,91	97,68	36,58	13,75	34,93
2425	2,32	4,25	106,35	36,58	13,75	43,60
2450	2,245	4,24	105,94	36,58	13,75	43,19
2475	2,223	4,13	103,14	36,58	13,75	40,39
2500	2,221	4,10	102,46	36,58	13,75	39,71
2525	2,253	4,13	103,32	36,58	13,75	40,57
2550	2,325	4,25	106,32	36,58	13,75	43,57
2575	2,711	4,80	120,02	36,58	13,75	57,27
2600	2,71	5,26	131,60	36,58	13,75	68,85
2625	2,661	5,20	130,06	36,58	13,75	67,31
2650	2,617	5,09	127,19	36,58	13,75	64,44
2675	2,595	5,01	125,17	36,58	13,75	62,42
2700	2,92	5,39	134,66	36,58	13,75	71,91
2725	3,442	6,49	162,27	36,58	13,75	99,52
2750	3,815	7,72	193,00	36,58	13,75	130,25
2775	4,134	8,73	218,22	36,58	13,75	155,47
2800	3,833	8,76	218,88	36,58	13,75	156,13
2825	3,069	7,24	181,06	36,58	13,75	118,31
2850	2,181	5,09	127,31	36,58	13,75	64,56
2875	2,161	3,98	99,55	36,58	13,75	36,80
2888,2	2,16	3,96	52,25	19,31	7,26	19,12
	TOTAL ES		14616, 27	4225,4 4	1588,5 1	7370,1 8

RAMAL DE FILTRAJE A ZONA DE RIEGO

BASE ZANJA 1,10 A 0,80 m

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
0	2,238					
25	2,083	3,31	82,78	25,25	11,75	38,53
50	1,937	3,02	75,50	25,25	11,75	31,25
75	1,807	2,76	69,02	25,25	11,75	24,77
100	1,806	2,64	66,00	25,25	11,75	21,75
125	1,843	2,67	66,82	25,25	11,75	22,57
150	1,832	2,70	67,41	25,25	11,75	23,16
175	1,816	2,67	66,80	25,25	11,75	22,55
200	1,884	2,72	67,99	25,25	11,75	23,74
225	2,126	3,01	75,31	25,25	11,75	31,06
250	2,389	3,51	87,65	25,25	11,75	43,40
275	1,896	3,29	82,17	25,25	11,75	37,92
300	2,024	2,93	73,13	25,25	11,75	28,88

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
325	2,371	3,39	84,73	25,25	11,75	40,48
350	2,276	3,64	90,90	25,25	11,75	46,65
375	1,956	3,23	80,71	25,25	11,75	36,46
400	1,819	2,79	69,74	25,25	11,75	25,49
425	1,851	2,69	67,30	25,25	11,75	23,05
450	1,877	2,75	68,63	25,25	11,75	24,38
475	1,856	2,75	68,75	25,25	11,75	24,50
500	1,796	2,68	66,89	25,25	11,75	22,64
525	1,741	2,57	64,28	25,25	11,75	20,03
550	1,74	2,52	63,01	25,25	11,75	18,76
575	2,37	3,12	78,12	25,25	11,75	33,87
600	2,183	3,54	88,56	25,25	11,75	44,31
625	1,888	3,07	76,80	25,25	11,75	32,55
650	1,714	2,63	65,78	25,25	11,75	21,53
675	1,42	2,22	55,48	25,25	11,75	11,23
700	1,916	2,40	60,09	25,25	11,75	15,84
725	2,118	3,03	75,86	25,25	11,75	31,61
750	2,038	3,15	78,74	25,25	11,75	34,49
775	1,847	2,89	72,33	25,25	11,75	28,08
800	1,753	2,63	65,71	25,25	11,75	21,46
825	1,774	2,56	64,05	25,25	11,75	19,80
850	1,853	2,65	66,32	25,25	11,75	22,07
875	2,004	2,87	71,66	25,25	11,75	27,41
900	2,276	3,27	81,84	25,25	11,75	37,59

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
925	2,125	3,39	84,75	25,25	11,75	40,50
950	1,975	3,10	77,42	25,25	11,75	33,17
975	1,825	2,81	70,33	25,25	11,75	26,08
1000	1,952	2,79	69,79	25,25	11,75	25,54
1025	2,116	3,07	76,65	25,25	11,75	32,40
1050	2,184	3,29	82,24	25,25	11,75	37,99
1075	2,23	3,40	85,05	25,25	11,75	40,80
1100	2,249	3,47	86,66	25,25	11,75	42,41
1125	2,201	3,44	85,94	25,25	11,75	41,69
1150	2,06	3,25	81,31	25,25	11,75	37,06
1175	1,91	2,97	74,32	25,25	11,75	30,07
1200	2,142	3,05	76,31	25,25	11,75	32,06
1225	2,7	3,85	96,27	25,25	11,75	52,02
1250	2,366	4,08	101,88	25,25	11,75	57,63
1275	1,797	3,17	79,31	25,25	11,75	35,06
1300	2,067	2,88	71,88	25,25	11,75	27,63
1325	2,136	3,20	79,88	25,25	11,75	35,63
1350	2,204	3,33	83,23	25,25	11,75	38,98
1375	2,54	3,74	93,50	25,25	11,75	49,25
1400	2,725	4,28	107,09	25,25	11,75	62,84
1425	2,658	4,41	110,24	25,25	11,75	65,99
1450	2,632	4,31	107,72	25,25	11,75	63,47
1475	2,448	4,09	102,15	25,25	11,75	57,90
1500	2,18	3,62	90,50	25,25	11,75	46,25

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
1525	1,859	3,04	76,06	25,25	11,75	31,81
1550	1,813	2,42	60,55	10	7,95	41,35
1575	1,794	2,09	52,33	10	7,95	33,13
1600	1,702	2,01	50,25	10	7,95	31,05
1625	1,66	1,91	47,75	10	7,95	28,55
1650	1,671	1,89	47,18	10	7,95	27,98
1675	1,728	1,94	48,44	10	7,95	29,24
1700	1,792	2,03	50,69	10	7,95	31,49
1725	1,736	2,03	50,84	10	7,95	31,64
1750	1,702	1,97	49,16	10	7,95	29,96
1775	1,683	1,93	48,17	10	7,95	28,97
1800	1,664	1,90	47,47	10	7,95	28,27
1825	1,665	1,89	47,14	10	7,95	27,94
1850	1,679	1,90	47,42	10	7,95	28,22
1875	1,725	1,94	48,53	10	7,95	29,33
1900	1,774	2,01	50,30	10	7,95	31,10
1925	1,841	2,10	52,49	10	7,95	33,29
1950	1,961	2,24	56,11	10	7,95	36,91
1975	2,192	2,53	63,16	10	7,95	43,96
2000	2,336	2,84	70,93	10	7,95	51,73
2025	2,076	2,74	68,54	10	7,95	49,34
2050	1,831	2,33	58,23	10	7,95	39,03
2075	1,767	2,09	52,17	10	7,95	32,97
2100	1,72	2,00	50,07	10	7,95	30,87

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
2125	1,72	1,97	49,19	10	7,95	29,99
2150	1,733	1,98	49,43	10	7,95	30,23
2175	1,742	1,99	49,84	10	7,95	30,64
2200	1,786	2,03	50,84	10	7,95	31,64
2225	1,637	1,96	48,90	10	7,95	29,70
2250	1,695	1,89	47,20	10	7,95	28,00
2275	1,843	2,04	51,05	10	7,95	31,85
2300	2,127	2,38	59,50	10	7,95	40,30
2325	2,058	2,55	63,75	10	7,95	44,55
2350	1,91	2,38	59,39	10	7,95	40,19
2375	1,634	2,05	51,24	10	7,95	32,04
2400	2,03	2,14	53,62	10	7,95	34,42
2425	2,275	2,65	66,29	10	7,95	47,09
2450	1,908	2,55	63,87	10	7,95	44,67
2475	2,26	2,54	63,55	10	7,95	44,35
2500	2,613	3,14	78,57	10	7,95	59,37
2525	2,966	3,79	94,85	10	7,95	75,65
2550	1,8	3,11	77,75	10	7,95	58,55
2575	1,617	1,95	48,81	10	7,95	29,61
2600	1,741	1,91	47,69	10	7,95	28,49
2625	1,84	2,07	51,85	10	7,95	32,65
2650	2,166	2,41	60,25	10	7,95	41,05
2675	2,068	2,59	64,76	10	7,95	45,56
2700	1,748	2,26	56,49	10	7,95	37,29



PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
2725	1,816	2,06	51,52	10	7,95	32,32
2750	1,91	2,18	54,62	10	7,95	35,42
2775	2,173	2,47	61,76	10	7,95	42,56
2800	2,104	2,63	65,64	10	7,95	46,44
2825	1,949	2,44	61,09	10	7,95	41,89
2850	1,749	2,16	54,12	10	7,95	34,92
2875	1,797	2,05	51,18	10	7,95	31,98
2900	1,878	2,15	53,64	10	7,95	34,44
2925	1,939	2,26	56,39	10	7,95	37,19
2950	1,995	2,35	58,69	10	7,95	39,49
2975	1,97	2,37	59,30	10	7,95	40,10
3000	1,944	2,33	58,29	10	7,95	39,09
3025	1,898	2,27	56,87	10	7,95	37,67
3050	1,85	2,20	55,04	10	7,95	35,84
3075	1,802	2,13	53,19	10	7,95	33,99
3100	1,983	2,23	55,80	10	7,95	36,60
3125	1,819	2,24	56,12	10	7,95	36,92
3150	1,959	2,23	55,65	10	7,95	36,45
3175	2,113	2,46	61,48	10	7,95	42,28
3200	1,804	2,34	58,47	10	7,95	39,27
3225	1,633	1,97	49,17	10	7,95	29,97
3250	1,546	1,78	44,43	10	7,95	25,23
3275	2,053	2,10	52,50	10	7,95	33,30
3300	2,719	3,07	76,74	10	7,95	57,54

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
3325	2,401	3,36	84,09	10	7,95	64,89
3350	2,036	2,77	69,15	10	7,95	49,95
3371,6 3	1,797	2,27	49,11	8,652	6,8783 4	32,50
	TOTAL ES		8948,0 3	2278,9 0	1303,9 7	4830,5 7

RAMAL 1

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
25	1,82	1,89	47,32	10	7,95	28,12
50	1,932	2,21	55,13	10	7,95	35,93
75	1,896	2,26	56,60	10	7,95	37,40
100	1,861	2,21	55,22	10	7,95	36,02
125	1,549	1,95	48,76	10	7,95	29,56
150	1,531	1,71	42,66	10	7,95	23,46
175	2,129	2,15	53,79	10	7,95	34,59
200	2,293	2,75	68,70	10	7,95	49,50
225	2,221	2,82	70,62	10	7,95	51,42
250	1,748	2,39	59,66	10	7,95	40,46
275	1,478	1,81	45,36	10	7,95	26,16
300	1,425	1,58	39,57	10	7,95	20,37
325	1,465	1,57	39,34	10	7,95	20,14
350	1,449	1,59	39,75	10	7,95	20,55
375	1,386	1,54	38,40	10	7,95	19,20
400	1,395	1,50	37,48	10	7,95	18,28
425	1,358	1,48	37,01	10	7,95	17,81
450	1,447	1,52	37,89	10	7,95	18,69
475	1,502	1,61	40,36	10	7,95	21,16
500	1,47	1,63	40,76	10	7,95	21,56

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
525	1,466	1,61	40,14	10	7,95	20,94
550	1,519	1,64	40,99	10	7,95	21,79
575	1,501	1,66	41,60	10	7,95	22,40
600	1,448	1,61	40,36	10	7,95	21,16
625	1,367	1,52	38,06	10	7,95	18,86
650	1,421	1,50	37,60	10	7,95	18,40
675	1,82	1,83	45,74	10	7,95	26,54
700	1,932	2,21	55,13	10	7,95	35,93
725	1,896	2,26	56,60	10	7,95	37,40
750	1,861	2,21	55,22	10	7,95	36,02
775	1,792	2,13	53,22	10	7,95	34,02
800	1,455	1,83	45,79	10	7,95	26,59
825	1,45	1,58	39,60	10	7,95	20,40
850	1,362	1,52	38,01	10	7,95	18,81
875	1,439	1,51	37,82	10	7,95	18,62
900	1,728	1,77	44,31	10	7,95	25,11
925	1,788	2,02	50,62	10	7,95	31,42
950	1,785	2,07	51,69	10	7,95	32,49
975	1,764	2,05	51,23	10	7,95	32,03
1000	1,544	1,87	46,82	10	7,95	27,62
1025	1,505	1,68	42,11	10	7,95	22,91
1030,1 7	1,5	1,65	8,55	2,068	1,6440 6	4,58
	TOTAL		1915,5	412,06	327,59	1124,4

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
	ES		9	8	406	2

## RAMAL 2

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
25	1,759	1,91	47,67	10	7,95	28,47
50	1,861	2,10	52,59	10	7,95	33,39
75	1,77	2,11	52,80	10	7,95	33,60
100	1,473	1,83	45,69	10	7,95	26,49
125	1,408	1,57	39,19	10	7,95	19,99
150	1,385	1,51	37,68	10	7,95	18,48
175	1,522	1,59	39,66	10	7,95	20,46
200	1,479	1,65	41,27	10	7,95	22,07
225	1,495	1,63	40,80	10	7,95	21,60
250	1,612	1,73	43,15	10	7,95	23,95

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
275	1,405	1,66	41,60	10	7,95	22,40
300	1,352	1,48	37,07	10	7,95	17,87
325	1,606	1,62	40,60	10	7,95	21,40
350	1,814	1,95	48,87	10	7,95	29,67
375	1,918	2,19	54,74	10	7,95	35,54
400	1,328	1,84	46,07	10	7,95	26,87
425	1,511	1,54	38,51	10	7,95	19,31
450	1,524	1,67	41,86	10	7,95	22,66
475	1,754	1,85	46,28	10	7,95	27,08
500	1,583	1,89	47,33	10	7,95	28,13
525	1,783	1,91	47,87	10	7,95	28,67
550	1,47	1,84	45,88	10	7,95	26,68
575	1,499	1,63	40,71	10	7,95	21,51
600	1,63	1,74	43,55	10	7,95	24,35
625	1,47	1,72	43,04	10	7,95	23,84
650	1,876	1,91	47,66	10	7,95	28,46
675	2,498	2,73	68,14	10	7,95	48,94
700	1,53	2,47	61,73	10	7,95	42,53
725	2,17	2,18	54,62	10	7,95	35,42
750	1,769	2,36	58,99	10	7,95	39,79
775	1,954	2,18	54,60	10	7,95	35,40
800	1,733	2,16	53,92	10	7,95	34,72
825	1,584	1,88	46,95	10	7,95	27,75
850	1,425	1,66	41,44	10	7,95	22,24

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
875	1,718	1,76	43,89	10	7,95	24,69
900	1,563	1,85	46,30	10	7,95	27,10
906,4	1,505	1,70	10,87	2,56	2,0352	5,95
	TOTAL ES		1693,5 9	362,56	288,23 52	997,48

RAMAL 3

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
25	1,499	1,65	41,25	10	7,95	22,05

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
50	1,415	1,59	39,76	10	7,95	20,56
75	1,45	1,56	38,91	10	7,95	19,71
100	1,833	1,86	46,49	10	7,95	27,29
125	1,794	2,11	52,72	10	7,95	33,52
150	1,493	1,86	46,49	10	7,95	27,29
175	1,641	1,75	43,64	10	7,95	24,44
200	1,691	1,89	47,20	10	7,95	28,00
225	1,889	2,07	51,87	10	7,95	32,67
250	2,025	2,33	58,31	10	7,95	39,11
275	1,95	2,38	59,51	10	7,95	40,31
300	2,059	2,41	60,19	10	7,95	40,99
325	1,871	2,35	58,65	10	7,95	39,45
350	1,519	1,94	48,42	10	7,95	29,22
375	1,499	1,66	41,57	10	7,95	22,37
400	1,514	1,66	41,48	10	7,95	22,28
425	1,426	1,61	40,21	10	7,95	21,01
450	1,377	1,51	37,85	10	7,95	18,65
475	1,258	1,40	35,05	10	7,95	15,85
500	1,326	1,37	34,19	10	7,95	14,99
525	1,427	1,48	37,02	10	7,95	17,82
550	1,479	1,58	39,62	10	7,95	20,42
575	1,444	1,60	39,91	10	7,95	20,71
600	1,492	1,61	40,14	10	7,95	20,94
625	1,619	1,73	43,23	10	7,95	24,03



PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Árido/ grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
650	1,545	1,77	44,16	10	7,95	24,96
675	1,661	1,80	44,92	10	7,95	25,72
700	1,721	1,92	48,12	10	7,95	28,92
725	1,514	1,82	45,49	10	7,95	26,29
750	1,499	1,66	41,48	10	7,95	22,28
775	1,5	1,65	41,23	10	7,95	22,03
800	1,342	1,54	38,55	10	7,95	19,35
825	1,301	1,41	35,16	10	7,95	15,96
850	1,314	1,39	34,70	10	7,95	15,50
875	1,462	1,50	37,42	10	7,95	18,22
880,7	1,5	1,62	9,25	2,28	1,8126	4,88
	TOTAL ES		1544,1 7	352,28	280,06 26	867,79

RAMAL 4

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno selecci onado	Relleno ordinari o
25	1,616	1,75	43,68	10	7,95	24,48
50	1,557	1,77	44,32	10	7,95	25,12
75	1,358	1,59	39,82	10	7,95	20,62
100	1,374	1,47	36,65	10	7,95	17,45
125	1,39	1,49	37,19	10	7,95	17,99
150	1,406	1,51	37,73	10	7,95	18,53
175	1,423	1,53	38,29	10	7,95	19,09
200	1,439	1,55	38,86	10	7,95	19,66
225	1,455	1,58	39,41	10	7,95	20,21
250	1,472	1,60	39,98	10	7,95	20,78
275	1,488	1,62	40,55	10	7,95	21,35
300	1,5	1,64	41,04	10	7,95	21,84
325	1,5	1,65	41,25	10	7,95	22,05
350	1,5	1,65	41,25	10	7,95	22,05
375	1,5	1,65	41,25	10	7,95	22,05
400	1,5	1,65	41,25	10	7,95	22,05
425	1,496	1,65	41,18	10	7,95	21,98
450	1,488	1,64	40,97	10	7,95	21,77

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno selecci onado	Relleno ordinari o
475	1,48	1,63	40,69	10	7,95	21,49
500	1,473	1,62	40,43	10	7,95	21,23
525	1,469	1,61	40,24	10	7,95	21,04
550	1,474	1,61	40,26	10	7,95	21,06
575	1,503	1,63	40,85	10	7,95	21,65
600	1,535	1,68	41,92	10	7,95	22,72
625	1,537	1,70	42,52	10	7,95	23,32
650	1,54	1,70	42,60	10	7,95	23,40
675	1,598	1,75	43,69	10	7,95	24,49
700	1,599	1,79	44,75	10	7,95	25,55
725	1,501	1,72	43,02	10	7,95	23,82
750	1,499	1,65	41,25	10	7,95	22,05
775	1,497	1,65	41,18	10	7,95	21,98
800	1,496	1,65	41,13	10	7,95	21,93
825	1,494	1,64	41,08	10	7,95	21,88
850	1,493	1,64	41,02	10	7,95	21,82
875	1,491	1,64	40,97	10	7,95	21,77
900	1,491	1,64	40,94	10	7,95	21,74
925	1,505	1,65	41,18	10	7,95	21,98
943,98	1,505	1,66	31,45	7,592	6,0356 4	16,87
	TOTAL ES		1545,8 4	377,59 2	300,18 564	820,86

RAMAL 5

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno seleccion ado	Relle no ordin ario
25	1,404	1,66	41,57	10	7,95	22,37
50	1,529	1,60	40,10	10	7,95	20,90
75	1,5	1,67	41,76	10	7,95	22,56
100	1,518	1,66	41,57	10	7,95	22,37
125	1,538	1,69	42,23	10	7,95	23,03
150	1,54	1,70	42,62	10	7,95	23,42
175	1,543	1,71	42,71	10	7,95	23,51
200	1,642	1,78	44,54	10	7,95	25,34
225	1,578	1,81	45,17	10	7,95	25,97
250	1,328	1,59	39,69	10	7,95	20,49
275	1,257	1,37	34,21	10	7,95	15,01

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno seleccion ado	Relle no ordin ario
300	1,614	1,57	39,17	10	7,95	19,97
325	1,54	1,76	43,98	10	7,95	24,78
350	1,379	1,59	39,87	10	7,95	20,67
375	1,456	1,54	38,40	10	7,95	19,20
400	1,435	1,57	39,36	10	7,95	20,16
425	1,626	1,69	42,37	10	7,95	23,17
450	1,85	2,00	49,93	10	7,95	30,73
475	1,966	2,26	56,38	10	7,95	37,18
500	1,819	2,23	55,78	10	7,95	36,58
525	1,471	1,86	46,58	10	7,95	27,38
550	1,83	1,87	46,79	10	7,95	27,59
575	1,544	1,92	48,07	10	7,95	28,87
600	1,662	1,80	44,93	10	7,95	25,73
625	1,795	1,98	49,53	10	7,95	30,33
650	1,569	1,91	47,85	10	7,95	28,65
675	1,584	1,76	43,96	10	7,95	24,76
700	1,837	1,96	48,92	10	7,95	29,72
725	1,484	1,89	47,15	10	7,95	27,95
750	1,338	1,53	38,20	10	7,95	19,00
775	1,941	1,87	46,68	10	7,95	27,48
800	1,834	2,22	55,58	10	7,95	36,38
825	1,747	2,07	51,85	10	7,95	32,65
850	1,795	2,04	51,11	10	7,95	31,91

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno seleccion ado	Relle no ordin ario
875	1,431	1,82	45,43	10	7,95	26,23
900	1,381	1,52	38,01	10	7,95	18,81
925	1,586	1,63	40,73	10	7,95	21,53
950	1,704	1,86	46,45	10	7,95	27,25
975	1,594	1,86	46,59	10	7,95	27,39
1000	1,637	1,81	45,36	10	7,95	26,16
1025	1,494	1,74	43,59	10	7,95	24,39
1050	1,462	1,62	40,48	10	7,95	21,28
1075	1,406	1,56	38,97	10	7,95	19,77
1100	1,418	1,53	38,21	10	7,95	19,01
1125	1,491	1,59	39,67	10	7,95	20,47
1150	1,525	1,66	41,53	10	7,95	22,33
1175	1,48	1,65	41,34	10	7,95	22,14
1200	1,564	1,68	42,03	10	7,95	22,83
1225	1,557	1,74	43,39	10	7,95	24,19
1250	1,47	1,67	41,73	10	7,95	22,53
1275	1,558	1,67	41,75	10	7,95	22,55
1300	1,493	1,69	42,15	10	7,95	22,95
1325	1,451	1,61	40,28	10	7,95	21,08
1350	1,484	1,60	40,12	10	7,95	20,92
1375	1,6	1,71	42,75	10	7,95	23,55
1400	1,873	2,00	49,90	10	7,95	30,70
1425	2,058	2,35	58,67	10	7,95	39,47

PK	Cota roja	Area media	Volume n excava ción	Arido/g rava	Relleno seleccion ado	Relle no ordin ario
1450	1,692	2,21	55,25	10	7,95	36,05
1475	1,495	1,78	44,61	10	7,95	25,41
1500	1,534	1,67	41,76	10	7,95	22,56
1525	1,494	1,67	41,74	10	7,95	22,54
1550	1,503	1,65	41,20	10	7,95	22,00
1575	1,515	1,66	41,57	10	7,95	22,37
1600	1,479	1,65	41,15	10	7,95	21,95
1625	1,534	1,66	41,48	10	7,95	22,28
1650	1,581	1,73	43,28	10	7,95	24,08
1675	1,516	1,72	42,96	10	7,95	23,76
1700	1,458	1,63	40,80	10	7,95	21,60
1725	1,383	1,54	38,51	10	7,95	19,31
1750	1,59	1,63	40,83	10	7,95	21,63
1775	1,993	2,08	52,08	10	7,95	32,88
1800	1,716	2,18	54,38	10	7,95	35,18
	1,716	1,96	14,36	2,93	2,33	8,74
1807,3 19						
	TOTAL ES		3193,7 0	722,92 76	574,7274 42	1805, 68

RAMAL 6

BASE ZANJA 0,80 m

PK	Cota roja	Área media	Volume n excava ción	Arido/gr ava	Relleno seleccion ado	Rellen o ordina rio
25	1,934	1,97	49,21	10	7,95	30,01
50	1,584	2,03	50,80	10	7,95	31,60
75	1,586	1,77	44,26	10	7,95	25,06
100	1,545	1,74	43,57	10	7,95	24,37
125	1,484	1,67	41,76	10	7,95	22,56
150	1,451	1,60	40,12	10	7,95	20,92
175	1,422	1,56	39,05	10	7,95	19,85
200	1,447	1,56	38,98	10	7,95	19,78
225	1,481	1,60	40,00	10	7,95	20,80
250	1,501	1,64	40,94	10	7,95	21,74
275	1,562	1,69	42,36	10	7,95	23,16
300	1,685	1,83	45,67	10	7,95	26,47
325	2,018	2,17	54,31	10	7,95	35,11
350	2,303	2,67	66,65	10	7,95	47,45
375	2,178	2,80	69,93	10	7,95	50,73
400	2,09	2,62	65,46	10	7,95	46,26
425	1,728	2,26	56,57	10	7,95	37,37
450	1,56	1,86	46,43	10	7,95	27,23
475	1,307	1,56	39,02	10	7,95	19,82
500	1,535	1,54	38,58	10	7,95	19,38



PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Arido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
525	1,735	1,84	46,12	10	7,95	26,92
550	1,683	1,95	48,79	10	7,95	29,59
575	1,569	1,83	45,76	10	7,95	26,56
600	1,566	1,75	43,64	10	7,95	24,44
625	1,45	1,66	41,55	10	7,95	22,35
650	1,509	1,62	40,54	10	7,95	21,34
675	1,497	1,65	41,36	10	7,95	22,16
700	1,422	1,59	39,85	10	7,95	20,65
725	1,386	1,52	37,94	10	7,95	18,74
750	1,418	1,51	37,87	10	7,95	18,67
775	1,484	1,58	39,55	10	7,95	20,35
800	1,525	1,66	41,41	10	7,95	22,21
825	1,598	1,74	43,43	10	7,95	24,23
850	1,658	1,83	45,82	10	7,95	26,62
875	1,726	1,93	48,16	10	7,95	28,96
900	1,693	1,95	48,80	10	7,95	29,60
925	1,523	1,80	45,12	10	7,95	25,92
950	1,625	1,76	43,88	10	7,95	24,68
975	1,642	1,84	46,01	10	7,95	26,81
1000	1,651	1,86	46,48	10	7,95	27,28
1025	1,658	1,87	46,78	10	7,95	27,58
1050	1,666	1,88	47,05	10	7,95	27,85
1075	1,673	1,89	47,33	10	7,95	28,13

PK	Cota roja	Área media	Volumen excavación	Arido/grava	Relleno seleccionado	Relleno ordinario
1100	1,677	1,90	47,53	10	7,95	28,33
1125	1,678	1,90	47,62	10	7,95	28,42
1150	1,679	1,91	47,66	10	7,95	28,46
1175	1,68	1,91	47,69	10	7,95	28,49
1200	1,68	1,91	47,71	10	7,95	28,51
1225	1,691	1,92	47,91	10	7,95	28,71
1250	1,535	1,81	45,30	10	7,95	26,10
1275	1,7	1,82	45,47	10	7,95	26,27
1300	1,805	2,02	50,42	10	7,95	31,22
1325	1,959	2,22	55,38	10	7,95	36,18
1350	2,199	2,53	63,26	10	7,95	44,06
1375	2,02	2,58	64,48	10	7,95	45,28
1400	1,822	2,28	56,92	10	7,95	37,72
1425	1,587	1,95	48,69	10	7,95	29,49
1450	1,49	1,70	42,62	10	7,95	23,42
1475	1,518	1,66	41,39	10	7,95	22,19
1500	1,605	1,74	43,43	10	7,95	24,23
1525	1,535	1,75	43,73	10	7,95	24,53
1550	1,529	1,70	42,38	10	7,95	23,18
1575	1,532	1,69	42,32	10	7,95	23,12
1600	1,635	1,77	44,22	10	7,95	25,02
1625	1,755	1,93	48,28	10	7,95	29,08
1650	1,578	1,89	47,26	10	7,95	28,06

PK	Cota roja	Área media	Volume n excava ción	Arido/gr ava	Relleno seleccion ado	Rellen o ordina rio
1675	1,614	1,79	44,66	10	7,95	25,46
1700	1,578	1,79	44,66	10	7,95	25,46
1725	1,546	1,74	43,44	10	7,95	24,24
1750	1,531	1,70	42,61	10	7,95	23,41
1775	1,531	1,69	42,34	10	7,95	23,14
	TOTA LES		3296,2 4	710	564,45	1933, 04

# **ANEJO 9**

## **Elementos singulares**

## **Anejo 9: Elementos singulares**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Elementos singulares de la red de riego .....	3
2.1 Válvulas de ventosa .....	4
2.2 Tomas de riego .....	5
2.3 Válvulas de mariposa .....	6
2.4 Válvulas hidráulicas .....	6
2.5 Válvulas de retención .....	7
2.6 Desagües .....	8
2.7 Codos .....	8
2.8 Reducciones .....	9
2.9 Piezas de derivación .....	9
3. Anclajes .....	9
4. Filtros .....	13
4.1 Filtro de malla autolimpiante .....	13
4.2 Filtro de pivot .....	15
5. Grupo generador .....	17
5.1 Características del grupo generador .....	18
6. Instalación fotovoltaica .....	18

## **1.- INTRODUCCION.**

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado y la evacuación de aire.

## **2.- ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO.**

### **2.1.- VÁLVULAS DE VENTOSA.**

Son piezas destinadas a realizar el control de la presencia de aire en las conducciones hidráulicas. El tipo de válvula ventosa elegido es la válvula de doble efecto o trifuncional.

Este tipo de ventosas poseen dos orificios para la evacuación y admisión de aire y uno o dos flotadores. Durante el llenado de las tuberías el agua va empujando al aire que se evacua a la atmósfera a través del orificio grande. El otro orificio, mucho más pequeño permanece cerrado durante este proceso.

Cuando la tubería se llena completamente, los dos orificios se cierran por la acción del agua sobre él o los flotadores. Una vez la instalación ha alcanzado la presión normal de trabajo, el aire que se acumula en la válvula ventosa va siendo evacuado a través del orificio más pequeño.

El orificio mayor permanece cerrado completamente y no se vuelve a abrir hasta que el sistema es drenado o aparece una presión negativa. En tal caso el flotador del orificio mayor caerá inmediatamente, abriendo el orificio y permitiendo la entrada de aire a la tubería.

En este momento la válvula ventosa está nuevamente lista para evacuar aire otra vez. Este ciclo se repetirá tantas veces como sea necesario.

### **2.1.1.- DIMENSIONADO DE LA VÁLVULA VENTOSA.**

Para la elección del diámetro de la ventosa se tiene en cuenta el diámetro de la tubería, el caudal trasegado por la misma, la presión de funcionamiento y la función a realizar. Relacionando el diámetro de la tubería con el diámetro de la ventosa se tiene:

<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Diámetro ventosa (pulgadas)</b>
<100	$\frac{3}{4}$
100-150	1
150-250	1 $\frac{1}{2}$
250-400	3

Los criterios que se han tenido en cuenta para la localización de las ventosas son los siguientes:

- En los puntos de la red en los que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica de la tubería.
- En los “picos “ o “puntos convexos” de la red.
- Puntos finales de tubería en alto.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores).
- Depresiones en la línea de corriente.
- En cada una de las piezas especiales en derivación para las válvulas hidráulicas de los diferentes sectores.

Para la correcta instalación de las válvulas ventosa se recomienda la colocación de una válvula manual de bola antes de la misma para poder desmontar la ventosa en caso de reparación o comprobación sin afectar al funcionamiento de la instalación.

## 2.2.- TOMAS DE RIEGO.

La conexión de la red general fija con los diferentes pivots que riegan la finca se realiza mediante tomas de riego.

La presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema es de 40 m.c.a.

La toma de riego tipo que abastece a cada parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:
  - Regulador mecánico de presión
  - Limitador mecánico de caudal
  - Contador o caudalímetro incorporado.
- Ventosa de 2"
- Válvula de mariposa.
- Filtro de mallas de 8".
- Grupo electrógeno de 10 kw.

Todo el conjunto de piezas va alojado en una arqueta prefabricada de hormigón, a excepción del grupo electrógeno que va situado al lado de la torre del pivot.

El diámetro de la válvula elegida para cada tipo de toma es:

Toma de 12 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 3"

Toma de 22 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 4"

Toma de 36 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 6"

Toma de 44 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 8"

Toma de 70 L/s  $\Rightarrow$  válvula de 8"



### **2.3- VÁLVULAS DE MARIPOSA.**

Se han colocado válvulas de mariposa en las tomas anteriormente descritas, de igual modo para dejar aislado un tramo de la red de distribución con objeto de aislar los ramales de la red para así poder regar en caso de avería.

Las válvulas de mariposa se colocarán del mismo diámetro al que corresponda la tubería en las cuales se han de colocar. Las válvulas van alojadas en arquetas prefabricadas de hormigón.

### **2.4.- VÁLVULAS HIDRÁULICAS.**

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a una máquina pivot de riego determinado, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada pivot con la tubería secundaria.

Se ha elegido la válvula hidráulica con diafragma integral, con cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, que abre y cierra la válvula mediante la presión del agua existente en la red. Su simplicidad de construcción elimina prácticamente el mantenimiento.

Algunas ventajas de estas válvulas son:

- Mínima pérdida de carga
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Cierre gradual y hermético, sin provocar golpes de ariete.
- Pocos componentes.
- Diversas alternativas de control: manual, hidráulico, eléctrico, regulación de presión, regulación de caudal, regulación de nivel, medición de caudal.

Estas válvulas se encuentran en una amplia gama, diferenciándose en una serie de características. Se presenta como ejemplo las características técnicas de una válvula de 3", 6" y 8":

<b>Características técnicas de válvulas hidráulicas de hierro fundido.</b>			
	<b>3"</b>	<b>6"</b>	<b>8"</b>
Presión máxima de trabajo (atm)	16	16	16
Presión mínima de trabajo (atm)	1	1	1
Q máximo (m <sup>3</sup> /h)	90	300	800
Q mínimo (m <sup>3</sup> /h)	20	50	80
Longitud (mm)	282	387	535
Altura (mm)	192	280	410
Conexión	Bridas 3"	Bridas 6"	Bridas 8"
Pérdidas de carga (mca)	0.6	0.5	0.5

## **2.5.- VÁLVULAS DE RETENCION**

La función de estas válvulas es permitir el flujo de agua en una única dirección, impidiendo la inversión del mismo.

Las características de estas válvulas son las siguientes:

- El cuerpo es de hierro fundido
- Eje de acero inoxidable.
- Brazo de bronce.
- Disco de bronce.
- Junta de caucho.
- Retén de la junta de acero.
- Eje del disco de acero inoxidable.
- Arandela del asiento de bronce.
- Presión máxima de trabajo 16 atm.
- Tamaño reducido, fácil de instalar.
- Bajas pérdidas de carga.
- Materiales internos de alta resistencia a la corrosión.

## **2.6.- DESAGÜES.**

### **2.6.1.- DESAGÜES DE LA RED DE RIEGO.**

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución y a la salida de la estación de cada pivot. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los “mínimos” de dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

Las dimensiones dependen del diámetro de la tubería y están compuestas por una válvula de esfera y una arqueta tal como se indica en plano.

## **2.7.- CODOS.**

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de las tuberías deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45 o 90°.

## **2.8.- REDUCCIONES.**

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

La relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías tiene que ser lo mayor posible para reducir las pérdidas de carga singulares en estos elementos.

## **2.9.- PIEZAS DE DERIVACIÓN.**

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces, dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

Las piezas en “T”, “Y” y cruces utilizadas en la red de riego son del mismo material que las tuberías en las que van colocadas.

## **3.- ANCLAJES.**

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección, derivaciones en té y tapones terminales se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

Para el diseño de los anclajes según su finalidad se ha seguido la norma NTE relacionada con las instalaciones de abastecimiento. La fuerza de reacción del agua es la que debe calcularse para establecer las dimensiones de los macizos de hormigón que impidan los desplazamientos de la tubería. Los macizos son de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red en los que se prevén desplazamientos de la tubería son:

- Codos y reducciones
- Llaves de paso
- Piezas especiales en T

En la norma relativa a los anclajes para las tuberías se describen las dimensiones de los mismos para diámetros de la tubería  $\leq 400$  mm. Para el resto de los diámetros, en este caso 800 mm se utiliza la fórmula siguiente para el cálculo del empuje:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kp.
- K = coeficiente según la dirección
- P = presión interior de prueba 1,4 (Presión de trabajo en Kp/cm<sup>2</sup>)
- S = sección interna del tubo en cm<sup>2</sup>

Las dimensiones del elemento de anclaje se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kg
- A = superficie del anclaje en contacto con el terreno en la dirección del empuje en cm<sup>2</sup>
- $\rho$  = Resistencia del terreno en Kg/cm<sup>2</sup> (2 Kg/cm<sup>2</sup>)

Las dimensiones de los elementos necesarios para el anclaje son la que se indican en la siguiente tabla:

Pieza	Diámetro de la tubería (mm)	Dimensiones en cm		
		A	B	C
Codo 45°	63 a 225	30	40	15
	250 a 400	50	60	25
Codo 90°	63 a 225	50	40	20
	250 a 400	65	60	20
Reducción	63 a 225	40	30	15
	250 a 400	50	40	25

### Llaves de paso

Las dimensiones de los anclajes de hormigón y la disposición de las armaduras necesarias son las que se indican en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Dimensiones en cm				Posición de las armaduras		
	A	B	C	E	1(∅)	2(n-∅)	3(n-∅)
90	50	15	30	15	6	2-12	5-6
110	60	20	35	15	6	4-12	5-6
125	70	25	35	15	6	4-12	5-6
140	70	25	35	15	6	4-12	5-6
160	80	30	40	15	6	6-12	5-6

<b>180</b>	90	30	40	15	6	6-12	5-6
<b>200</b>	100	35	40	15	8	8-12	5-8
<b>250</b>	120	40	50	15	8	5-16	5-8
<b>315</b>	140	50	60	15	8	6-16	5-8
<b>355</b>	140	50	65	15	8	8-16	5-8
<b>400</b>	160	65	70	15	10	6-20	5-10
<b>500</b>	210	80	75	25	12	6-22	8-10
<b>600</b>	260	95	80	25	14	8-22	8-12
<b>800</b>	300	100	90	30	16	12-22	8-14

### Piezas especiales en T

Las dimensiones de los anclajes de hormigón y la disposición de las armaduras necesarias son las que se indican en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Dimensiones en cm				Posición de las armaduras	
	A	B	C	E	1(Ø)	2(n-Ø)
<b>90</b>	60	40	30	15	10	2-10
<b>110</b>	70	45	30	15	10	4-10
<b>125</b>	80	50	35	15	10	4-10
<b>140</b>	80	50	35	15	10	4-10
<b>160</b>	90	60	35	15	10	4-10
<b>180</b>	100	65	40	15	10	4-10
<b>200</b>	110	65	40	15	12	4-12
<b>250</b>	140	70	40	15	12	6-12
<b>315</b>	150	80	45	15	12	8-12
<b>355</b>	160	90	50	25	12	8-12
<b>400</b>	170	95	55	25	12	10-12
<b>500</b>	220	105	60	25	12	12-12
<b>600</b>	270	110	65	25	14	12-14
<b>800</b>	300	125	75	30	14	14-16

#### **4.- FILTROS.**

El cálculo y elección de los filtros a instalar en la cabecera de la finca y en cada pivót para el filtrado del agua de riego se recogen en el anejo 8 “Cálculo hidráulico de la red de riego”.

En nuestro caso tenemos dos tipos de filtros, el primero existente en la entrada de la finca, al final de la tubería general de 800 mm.

Con el objeto de que el riego no se detenga constantemente y precise de contantes limpiezas, se instalará un filtro de malla autolimpiante, para una capacidad de filtrado de 3024 m<sup>3</sup>/h.

El otro modelo de filtro es el que se instalará a la boca de cada uno de los pivots, siendo estos según los cálculos realizados en el anejo 8, filtros de mallas de 8”.

#### **4.1.- FILTRO DE MALLA AUTOLIMPIANTE.**

En nuestro proyecto se elige este tipo de filtro para la cabecera de la finca, al inicio de la tubería general dentro de la finca.

Este tipo de filtros de malla autolimpiante son de accionamiento eléctrico en línea, especialmente diseñados para su montaje en líneas de tuberías con grandes caudales en aplicaciones agrícolas.

Su sistema de funcionamiento permite que estos filtros funcionen con presiones de funcionamiento muy bajas, lo que los convierte en el equipo óptimo para la protección de sistemas de bombeo de grandes caudales. Estos filtros se acoplan directamente a la tubería por medio de bridas normalizadas, como un elemento más de la misma. No necesitan más instalación que la conexión de los elementos eléctricos y de control.

Todos los materiales son de primera calidad, utilizando acero inoxidable, en todos los elementos mecánicos que están en contacto con el agua. El cuerpo de filtro es de acero al carbono. Los elementos mecánicos se sitúan en la cara de “aguas limpias” (aguas debajo de la malla) de forma que ningún cuerpo extraño pueda afectar a su funcionamiento o deterioro.



Otras características de este tipo de filtros son:

Proceso de filtración en continuo, durante el periodo de limpieza no se detiene el flujo de agua filtrada a la red.

Malla filtrante Double Diamond de perfil en rombo que disminuye la pérdida de carga y facilita el lavado en contracorriente.

Tamaños de filtración de 1, 1.5 y 2 mm.

Para diámetro de tuberías de entre 500 mm y 3 m de diámetro (16-120").

Caudales de funcionamiento hasta 52.000 m<sup>3</sup>/h.



Modelo	Conexión Ent./Sal		Conexión drenaje		Caudal (m <sup>3</sup> /s)		Potencia instalada (Kw)
	DN	Pulgadas	DN	Pulgadas	Malla (1,5x1,5)	Malla (2x2)	
FMA-6016	400	16"	80	3"	0,13	0,17	1,48
FMA-6020	500	20"	100	4"	0,19	0,36	1,48
FMA-6024	600	24"	125	5"	0,3	0,56	1,68
FMA-6028	700	28"	150	6"	0,45	0,65	1,75
FMA-6032	800	32"	150	6"	0,63	0,92	1,83
FMA-6036	900	36"	200	8"	0,89	1,25	2,1
FMA-6040	1000	40"	200	8"	1,14	1,53	2,57
FMA-6044	1100	44"	200	8"	1,42	1,75	2,8
FMA-6048	1200	48"	250	10"	1,69	2,22	3,35
FMA-6052	1300	52"	250	10"	1,9	2,5	3,5
FMA-6056	1400	56"	300	12"	2,35	3,33	3,7
FMA-6060	1500	60"	300	12"	2,85	3,89	4,1
FMA-6064	1600	64"	300	12"	3,4	4,17	4,3
FMA-6068	1700	68"	350	14"	3,75	4,72	4,7
FMA-6072	1800	72"	350	14"	4,14	5,14	5,2
FMA-6076	1900	76"	400	16"	4,75	5,56	5,5
FMA-6080	2000	80"	400	16"	5,41	6,67	6
FMA-6088	2200	88"	450	18"	6,45	7,78	6,2
FMA-6096	2400	96"	500	20"	7,5	8,89	6,38
FMA-6104	2600	104"	500	20"	8,39	11,1	6,72
FMA-6112	2800	112"	500	20"	9,55	13,06	7,1
FMA-6120	3000	120"	600	24"	10,3	14,44	7,25

#### 4.2.- FILTRO DE PIVOT.

Estos filtros son fabricados de manera estándar en acero al carbono con recubrimiento de pintura epoxi-poliéster, están diseñados para la protección de los elementos de la conducción y especialmente para trabajar con grandes caudales.

La filtración se produce por retención física de las partículas de tamaño mayor al del elemento filtrante, que puede ser una malla de acero inoxidable soportada por una estructura de PVC o de ACERO INOXIDABLE. La limpieza del elemento filtrante es nuestro caso será manual, aunque también es posible automatizarse.

Presentan un excelente rendimiento debida a su gran superficie filtrante y baja pérdida de carga.

En nuestro caso y según los cálculos del anejo 8, nuestro filtro será el FL-8.

Cuyas características son las siguientes:



Modelo	Conexión	Superficie filtrante (cm <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /h) Cartucho, Malla	Caudal (m <sup>3</sup> /h) Cartucho, Aspersión	Dimensiones (mm)						Tipo	Peso (kg.)
					C	L	D	H	A	B		
FL-6	Brida 6"	8526	235	280	265	1415	323	1494	1690	465	C	93
FL-8	Brida 8"	11333	280	335	265	1640	323	1744	1940	465		110
FL-10	Brida 10"	15608	425	510	300	1610	406	1683	1934	505		175
FL-12	Brida 12"	17954	500	600	300	1800	406	1958	2257	505		198

## **5.- GRUPO GENERADOR.**

En nuestro proyecto se ha optado por la colocación de un grupo generador en cada pivot, este estará situado al lado de la torre del mismo pivot, junto a las válvulas y filtro.

La decisión de colocar un generador por pivot y no la de uno general ha sido tomada por los siguientes motivos:

1.- Minimizar riesgo de rotura del grupo principal, conllevando con ello el paro total de todos los pivots, contando que allí es posible esta opción y la dificultad de tener un servicio rápido de reparación, hacen que sea una idea a descartar.

2.- Evitar el coste de cableado por toda la finca, los pivots están a distancias largas desde la caseta de control y los grupos pequeños constan de automatización por radio sin ningún tipo de problema, lo que hace que sea una opción más sencilla y menos costosa.

3.- La posibilidad de tener un grupo generador de repuesto. Estos grupos son de poco tamaño y de fácil transportar, lo que nos permite tener uno de repuesto por si alguno se estropease y esto nos daría tiempo extra de reparación.

### **5.1.- CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO GENERADOR:**

Este tipo de generadores son muy simples, seguros y sencillos, esto los convierte en su principal fuerza en el país en el que queremos instalarlos, ya que el servicio post-venta, muchas veces resulta difícil de encontrar.

Las tomas de estos generadores están protegidas, cada uno de ellos está cubierto con un bastidor resistente, lo que minimiza el riesgo de daños incluso en los entornos de trabajo más exigentes.

Además cuentan con un arranque automático y remoto, ofreciendo una corriente fiable y un arranque a la primera, incluso después de periodos de reposo prolongados.

El combustible será Diésel, con el fin de utilizar el mismo que la maquinaria de la que dispondremos en la finca.

Estos generadores cuentan con un depósito amplio que le permite horas de funcionamiento continuo sin tener que volver a repostar.

En nuestro caso se ha optado por la elección de un Generador de 10 KVA, ya que necesitamos mover 8 motores en los 8 grupos de ruedas de cada pivot, cada uno de ellos necesita en torno a 1 CV de potencia, y para no tener problemas de arranque, por si alguna rueda deslizase o estuviese atascada y ofreciese más resistencia, optamos por la opción de un grupo generador diésel con arranque por control remoto de 10 kVA.

### **6.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .**

En este caso necesitamos una instalación fotovoltaica, para el consumo del filtro principal autolimpiante de mallas y para la caseta de control situada también a pie de finca.

## **6.1 Descripción de la instalación.**

Un sistema de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica es aquel que aprovecha la radiación incidente del sol para generar energía eléctrica de unas determinadas condiciones. Esta energía eléctrica es en corriente continua a 12, 24 ó 48V que después necesitaremos acondicionar para su posterior uso en los equipo eléctricos que necesitemos alimentar. Esta transformación es necesaria porque las cargas más habituales de una instalación necesitan una corriente alterna a 230 V/400 V y a una frecuencia de 50 Hz.

Con ello deberemos realizar el dimensionado, descripción funcional y definición constructiva de un sistema fotovoltaico dedicado a la generación de energía eléctrica para abastecer energía al sistema de filtro ubicado en una finca como elemento principal.

La instalación solar se dimensionará para obtener 2 días de autonomía en baterías, suponiendo que el filtro se pusiera en marcha entorno a 1 hora al día.

La potencia requerida por el filtro será de 2.600 W (400v). Por lo que la instalación final estará compuesta por:

### **Generador fotovoltaico.**

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de 6 paneles fotovoltaicos ATERSA, modelo A-290P de 290 Wp, a 24 V, fabricados con células de silicio.

Se conectarán en paralelo de 6 paneles, llegando a conectar al regulador.

### **Inversores.**

Los inversores utilizados son del fabricante Victron Energy a 24v, destacados por su robustez y fiabilidad. La tensión requerida en la instalación es de 400v trifásica, por tanto se utilizarán 3 inversores de 1.600w cada uno conectados en modo trifásico, por lo que en cada una de las fases obtendremos 1.600 w y en su conjunto trifásico 4.800 w.

### **Estructura soporte.**

Es la encargada de asegurar un buen anclaje del generador solar, facilitando la instalación y mantenimiento de los paneles. Además proporciona, no sólo la orientación necesaria –sur-, sino también el ángulo de inclinación idóneo para un mejor aprovechamiento de la radiación, que en este caso será paralelo al

suelo, por estar situados en el ecuador, y estará sobre un soporte levantado a una altura determinada para evitar robos.

La perfilera soporte estará fabricada, en cualquier caso, en acero galvanizado en caliente de gran resistencia estructural y larga vida a la intemperie. Se empleará tornillería inoxidable para la sujeción de los módulos, asegurando un buen contacto eléctrico entre el marco de los módulos y los perfiles soporte, por seguridad frente a posibles pérdidas de aislamiento en el generador o efectos inducidos por descargas atmosféricas.

### **Regulador**

Se añade un regulador de 60 A, Xantrex que cumplirán las funciones de:

- Proteger la batería contra la sobredescarga.
- Proteger la batería contra la sobrecarga.

Los reguladores cumplirán con las indicaciones del pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red de IDAE.

### **Acumulador**

La cantidad de acumulación requerida para este proyecto es de 108 Ah/día, y la batería escogida para 2 días de autonomía y calculando la profundidad de descarga:

- 4 HPZS 320 (24v)

Montada en cofre y con puentes incluidos.

# **ANEJO 10**

## **Marco legal**



## **Anejo 10: Marco legal**

### **ÍNDICE**

1. Panorama general .....	4
1.1 Demografía y sociedad .....	4
1.2 PIB per cápita y distribución de la renta .....	5
1.3 Población activa y desempleo .....	5
1.4 Organización político-administrativa .....	5
1.5 Relaciones internacionales/regionales .....	7
2. Marco económico .....	8
2.1 Estructura de la economía .....	8
2.2 Principales sectores de la economía .....	9
2.3 El sector exterior .....	10
2.4 Infraestructuras económicas: transporte, comunicaciones y energía.....	10
3. Importación (Régimen de comercio exterior) .....	11
3.1 Tramitación de las importaciones .....	11
3.2 Aranceles y regímenes económicos aduaneros .....	12
3.3 Normas y requisitos técnicos .....	14
3.4 Regulación de cobros y pagos al exterior .....	14
3.5 Contratación pública .....	14
4. Inversiones extranjeras/incentivos a la inversión .....	15
4.1 Repatriación de capital/control de cambios .....	17
4.2 Iniciativas a la inversión .....	17
4.3 Establecimiento de empresas .....	19
5. Sistema fiscal .....	21

5.1 Estructura general .....	21
5.2 Sistema impositivo .....	22
5.3 Impuestos .....	22
5.4 Tratamiento fiscal a la inversión extranjera .....	25
6. Financiación .....	25
6.1 Sistema financiero .....	25
6.2 Líneas de crédito, acuerdos multilaterales de financiación ..	28
6.3 Acuerdo de cooperación económico-financiero con España.	28
7. Legislación laboral .....	29
7.1 Contratos .....	28
7.2 Trabajadores extranjeros .....	28
7.3 Salarios, jornada laboral .....	30
7.4 Relaciones colectivas, sindicatos y huelgas .....	31
7.5 Seguridad Social .....	31

En este anejo se pretende explicar algunos parámetros generales del país, información económica, sistema jurídico, etc, con el fin de aportar más información al proyecto y poder ayudar con ello a comprenderlo mejor.

Solamente se abordarán aspectos socio-económicos ya que los de índole climática y agrícola ya se han aportado en los diferentes anejos ya redactados anteriormente.

## **1.- PANORAMA GENERAL.**

### **1.1.- DEMOGRAFÍA Y SOCIEDAD.**

La población de Kenia es de unas 43 millones de personas y su densidad de población es de unos 73,8 habitantes por km<sup>2</sup>.

La esperanza de vida al nacer es de 63 años.

Existen 42 grupos tribales diferentes que se pueden agrupar en los de origen bantú (kikuyus, luhyas, kambas, kisilis) y los de origen nilótico (luos, kaenjin, masasis, samburus, turkanas), el grupo más numeroso es el de los kikuyus (9.1 millones), junto a ellos conviven minorías como la india (unos 104.000); la árabe (unos 30.000) y los europeos, descendientes en su mayoría de los antiguos colonos (unos 34.000).

Se estima que son cristianos el 82.6 % de la población, musulmanes el 11.2 % practican religiones tradicionales africanas el 5%, y hay un 1% restante que practican religiones tales como hinduismo, el judaísmo u otras.

Es también muy notable en Nairobi el número de expatriados, ya que al ser sede de dos Programas de Naciones Unidas (PNUMA y ONU-HABITAT), hay un elevado número de embajadas residentes (en torno a cien), y al mismo tiempo es considerado como el gran centro de Africa oriental por numerosas empresas multinacionales.

El idioma oficial es el inglés, y el swahili es el idioma nacional. Además, hay lenguas propias de cada tribu.

Se calcula que aproximadamente el 70% de la población vive en zonas rurales y el 30% en zonas urbanas.

Las ciudades más pobladas son Nairobi, la capital, con una población que oficialmente se estimó en 3.3 millones de habitantes, Mombasa con 966.000 habitantes, kisumu con 617.000, Eldoret con 632.000 y Nakuru con 473.000.

Se estima que su población se distribuye por edades del siguiente modo: entre 0-14 años el 42.2%, entre 15-64 años el 55.1% y de más de 65 años el 2.7%.

Las estimaciones sitúan en el 50% la distribución de la población por sexos.

## **1.2 PIB PER CAPITA Y DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA.**

El PIB per cápita estimado es de 882 USD. La tasa de pobreza (% de la población que dispone de 1.25 USD/día) está en torno al 43.4 %.

El indicador de Desarrollo Humano que elabora Naciones Unidas es para Kenia de 0.509, lo que sitúa a este país en el puesto 143 de 187, dentro del grupo de menor puntuación, y algo por encima de otros países de la región como Uganda (161) o Tanzania (152).

El índice de Gini, que mide la desigualdad en la distribución de la renta es de 47.7 ( a mayor índice mayor desigualdad), a efectos de comparación, este indicador es para España del 34.7, para Tanzania del 37.6 y para Uganda del 44.3.

## **1.3 POBLACIÓN ACTIVA Y DESEMPLEO.**

De acuerdo con los datos publicados por el Banco Mundial, la población activa se sitúa en 18.7 millones de personas, lo que representa una tasa de actividad de 82%.

La tasa de empleo es del 74.4 %. El porcentaje de empleo agrícola es del 61.1 % y el empleo masculino absorbido por la industria es del 10.8 %.

## **1.4 ORGANIZACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA.**

### **1.4.1.- SISTEMA DE GOBIERNO, PARTIDOS POLÍTICOS Y DIVISIÓN DE PODERES.**

KENIA ES UNA República, constituida en 1964 tras haber accedido a la independencia un año antes. Desde 1991 el sistema político es multipartidista, al abolirse el precepto constitucional que designaba como único partido autorizado al KANU (kenya African National Union).

El Presidente, el vicepresidente y los Ministros integran el Gobierno. Para desarrollar sus funciones, la estructura de los Ministerios se completa con Viceministros (Assistant Ministers) y Secretarios Permanentes (Permanent Secretaries).

El sistema legal está basado en el "Common Law" inglés. El sistema judicial está compuesto por ocho secciones, que tratan los distintos códigos legales: civil, criminal, mercantil, constitucional, corrupción, municipal, y de familia. Tras la nueva constitución de 2010 existe una Corte Suprema, seguida en jerarquía por una Corte de Apelación, un Alto Tribunal (High Court) y los tribunales ordinarios.

#### **1.4.2.- ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA Y TERRITORIAL DEL ESTADO.**

La República de Kenia está dividida en 8 provincias: Nairobi, Nyanza, Provincia Occidental, Valle del Rift, Provincia Central, Provincia Oriental, Provincia Nororiental y Provincia de la Costa y Nairobi, que tienen un estatus especial y no se incluye en ninguna de las Provincias.

Estas 8 provincias a su vez están subdivididas en 46 condados, a los que hay que añadir el condado de Nairobi.

#### **1.4.3.- LA ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y SU DISTRIBUCIÓN DE COMPETENCIAS.**

Además de las figuras del Presidente de la República y del Primer Ministro, el gabinete económico se completa con los siguientes miembros del Gobierno:

Ministerio de Finanzas, el cual formula las políticas económicas y financieras, elabora el presupuesto nacional y, a través de la Agencia Tributaria (Kenya Revenue Authority), controla la gestión de los ingresos fiscales y aduaneros. Coordina a los ministerios y departamentos del gobierno en la elaboración de sus presupuestos ministeriales, desarrolla la gestión de la deuda pública y de la política de defensa de la competencia, coordina la gestión de la inversión pública y de las empresas públicas y de los procesos de privatización, planifica e implementa la política de contabilidad nacional e identifica y coordina el desembolso de fuentes financieras externas entre otros.

Ministerio de Planificación, Desarrollo Económico y Visión 2030, dicho ministerio tiene encomendados la coordinación de las políticas económicas nacionales, incluidas las políticas de cooperación regional e internacional, la coordinación y preparación de los componentes de planificación en el marco de gasto público a medio plazo, la estrategia fiscal y los documentos presupuestarios requeridos, la coordinación de los principales documentos del Plan de Desarrollo Nacional, incluidos los Planes de Desarrollo de los Distritos administrativos a nivel regional, la coordinación y gestión de las estadísticas nacionales a través de la Oficina Nacional de Estadísticas.

Ministerio de Comercio, este gestiona las políticas de comercio internacional y del sector de la distribución. Es competente en materia de promoción de inversiones de gestión de las zonas francas y de estrategias de apoyo al desarrollo del sector privado y las pequeñas y medianas empresas. De él depende el Consejo de Promoción de Exportaciones (Export Promotion Council).

Ministerio de Industria, formula la política de desarrollo industrial y el desarrollo de productos industriales. Tras su separación del Ministerio de Comercio, dependen de este Ministerio importantes agencias públicas como la Agencia de Promoción de Inversiones (Kenya Investment Authority) o la Oficina de Normalización y Certificación de Productos (Kenya Bureau of Standard) y la Autoridad que gestiona las zonas francas (Export Processing Zones Authority).

## **1.5 RELACIONES INTERNACIONALES/REGIONALES.**

Kenia es el centro económico y comercial de África Oriental. Esta posición está sustentada principalmente en tres aspectos de su economía: la diversificación de su tejido empresarial, su grado de apertura a la inversión extranjera y su localización estratégica en la región sumada a unas infraestructuras aceptables.

La situación geográfica de Kenia hace que esta sea centro logístico para la región. El puerto de Mombasa es un referente regional y aglutina gran parte del tráfico de bienes en el Este de África.

En el contexto regional, Kenia es miembro de la Comunidad de África Oriental (EAC por sus siglas en Inglés), junto con Tanzania, Uganda, Burundi y Ruanda. Por el tamaño de su economía, Kenia ejerce un liderazgo natural en esta organización, la cual está integrada a través del Tratado de Mercado Común. El Tratado garantiza la libertad de movimiento de bienes, de servicios, personas y de capital, la coordinación y armonización de políticas económica y monetarias para asegurar la estabilidad macroeconómica de la región.

Kenia también es miembro fundador del Mercado Común para el Este y Sur de África (COMESA) y uno de los principales miembros de esta área de integración regional en términos comerciales. De hecho, Kenia, Uganda, ambos Sudán y Zambia representan el 56% del total del comercio entre los miembros de COMESA.

A nivel global, Kenia ha mantenido tradicionalmente estrechos vínculos con Europa, por motivos históricos, y con Estados Unidos, por motivos geoestratégicos. La relación con la Unión Europea es de vital importancia, puesto que constituye su principal mercado.

Las relaciones con China, si bien son fluidas desde los años 60, se han estrechado notablemente en los últimos años. Las empresas chinas están cada vez más presentes en suelo keniano y ambos países han sellado numerosos acuerdos económicos.

Son también importantes las relaciones con los Emiratos Árabes Unidos, su principal proveedor de hidrocarburos, y la India. Las empresas indias están aumentando su presencia comercial en Kenia y son habituales en los concursos por contratos públicos.

## **2.- MARCO ECONÓMICO.**

### **2.1.- ESTRUCTURA DE LA ECONOMÍA.**

El sector agrícola junto con la ganadería y silvicultura supone el 22 % del PIB; las manufacturas el 10%, los transportes y las comunicaciones el 9.8% y la distribución el 10.3% del PIB.

En la composición del PIB de Kenia destaca por el lado de la oferta la aportación del sector servicios. Sus distintos componentes suman cerca del 50% del producto nacional. Transporte y comunicaciones incluye las actividades del sector keniano de tecnología y telecomunicaciones, uno de los más dinámicos de África.

Como corresponde a un país en desarrollo con una gran parte de la población que todavía vive en áreas rurales y depende de esta actividad, la agricultura en Kenia supone un alto porcentaje de la producción. No sólo se trata de una agricultura de subsistencia orientada a cubrir necesidades básicas, sino que este sector en Kenia tiene también una importante industria con una destacada actividad exportadora, como es el caso del té, café y flores frescas.

Por el lado del gasto, la principal aportación la realiza el consumo, privado y público, seguido por la Formación de Capital, con una aportación estable en torno al 20% del PIB. El sector exterior tiene una significativa contribución negativa al gasto, reflejando el importante desequilibrio exterior de esta economía.

### **2.2 PRINCIPALES SECTORES DE LA ECONOMÍA.**

#### **2.2.1.- SECTOR PRIMARIO**

La economía keniana se caracteriza por la importancia de sus exportaciones de productos agrícolas, en particular el té y los productos hortícolas (flores) que representan en torno al 22.5% y 7% respectivamente del total de exportaciones. En los últimos años han destacado además las exportaciones de café, con un crecimiento del 36% en los dos últimos años. En el sector hortícola, pese a ser considerado por algunos analistas como de bajo valor añadido, se origina la mayor parte de sus exportaciones a la Unión Europea: té, café sin tostar, flor cortada, verduras, frutas y nueces/semillas.

La superficie agrícola supone el 9% del territorio.

A pesar del proceso de diversificación de la economía, alrededor del 75% de los trabajadores se dedican a la agricultura –principalmente de subsistencia- y el peso del sector agrario en términos de PIB se mantiene.

Kenia es un productor significativo de carbonato sódico, sal usada en la fabricación de jabón, vidrio y tintes. Otros minerales o su procesamiento importantes en el país son el cemento, la fluorita, y el refinado de petróleo.

Tras muchos años de prospección, en marzo de 2012 se anunció el hallazgo de petróleo en la región del Lago Turkana, al norte del país. A falta de determinar el tamaño del yacimiento, Kenia será capaz de extraer petróleo con fines comerciales.

### **2.2.2.- SECTOR SECUNDARIO.**

La participación del sector de las manufacturas en el PIB keniano está situado alrededor del 10%.

Entre los principales subsectores se encuentran el textil, las bebidas alcohólicas y el tabaco, plásticos, muebles, pilas, jabón, cigarrillos, harina así como de refinado de petróleo, acero, aluminio, plomo y reparación de buques comerciales, equipamiento para el transporte y productos de arcilla y cristal. Los productos manufacturados textiles, sobre todo confección/prendas de vestir, constituyen el 94% de las exportaciones a los Estados Unidos bajo los beneficios del AGOA (African Growth and Opportunity Act.) esta industria surge y depende por tanto en gran medida de materiales importados.

### **2.2.3.- SECTOR TERCIARIO.**

El sector servicios representa en total un 51.3 % del PIB keniano. Los subsectores más representativos dentro de este sector son el comercio al por menor, los servicios turísticos, las telecomunicaciones y las finanzas.

Hay 29 millones de usuarios de telefonía móvil. Existen cuatro operadores, si bien el líder, Safaricom, disfruta de una cuota de mercado del 67.7%. sus competidores se han embarcado en una guerra de precios que han erosionado su liderazgo.

Las Empresas de telefonía móvil tratan de aprovechar la demanda potencial de servicios financieros. En Marzo de 2007, Safaricom, lanzó el servicio M-Pesa, que permite transferir dinero entre cuentas de móviles por sumas de hasta 35,000 ksh, unos 500 USD, y que a largo plazo busca también realizar préstamos similares a los bancarios.

El consejo Mundial de Turismo y Viajes (World Travel and Tourism Council) estima que el sector aporta directamente un 5.7 % al PIB y en total un 13.7%.



Los principales retos que debe afrontar el sector pasan por subsanar una infraestructura insuficiente y por atraer turistas procedentes de nuevos mercados, y evitar de ese modo la tradicional dependencia del mercado europeo, ahora en recesión.

### **2.3 EL SECTOR EXTERIOR.**

Los principales productos exportados son té y flores, el destino de sus exportaciones es mayoritariamente Uganda, seguido por el Reino Unido.

El grado de apertura de la economía de Kenia, medida como la suma de exportaciones e importaciones en relación a su PIB, es del 50.5%. Las importaciones representan el 36.5 % de su PIB.

En el caso de Kenia, China, India, Sudáfrica y los EAU han ocupado el lugar que hace tiempo tenían los países de la UE como proveedores.

#### **2.3.1.- COMERCIO DE BIENES.**

Las exportaciones de Kenia tienen como principal destino la región de África del Este y la Unión Europea. En la UE, destaca Reino Unido y Holanda (éste último se explica en gran medida por la exportación de floricultura al mercado holandés).

Los principales productos que Kenia exporta son té (hacia Asia en gran medida), flores (hacia Europa) y productos vegetales. Sus principales importaciones están relacionadas con energía ( básicamente petróleo y combustibles) y los suministros para su industria ( máquinas y aparatos mecánicos y eléctricos).

#### **2.3.2.- COMERCIO DE SERVICIOS. TURISMO.**

Junto con el té y las flores, el turismo es la gran actividad exportadora de Kenia. Aproximadamente un millón de turistas visitan Kenia anualmente, y Reino Unido y EEUU, son sus principales mercados emisores.

### **2.4.- INFRAESTRUCTURAS ECONÓMICAS: TRANSPORTE, COMUNICACIONES Y ENERGÍA.**

Kenia cuenta con unos 64.000 kms de carreteras de los que tan sólo 11.900 kms está pavimentados.

El denominado corredor del norte que une Mombasa, Nairobi y Malaba en la frontera con Uganda es la principal vía de comunicación del país.

El gobierno de Kenia, con el apoyo inversor de diversas instituciones multilaterales y donantes bilaterales, continúa el proceso de mejora de la red de carreteras del país.

La principal línea de ferrocarril en Kenia cuenta con 1.920 kms y va desde Mombasa a la frontera con Uganda pasando por Nairobi.

El puerto de Mombasa es el principal del país y de Africa del Este. El puerto tiene un trafico que supera su capacidad de forma creciente, lo que provoca congestión y retrasos. Para poner fin a esta situación, el gobierno va a impulsar, por una parte, la ampliación y mejora de las instalaciones y aumento del dragado y, por otra, la construcción de un puerto en Lamu.

Tanto el puerto de Mombasa, como los puertos ecos de Nairobi, Eldoret y Kisumu están gestionados por la empresa pública Kenya Ports Authority.

Kenia tiene tres aeropuertos que reciben vuelos internacionales, Nairobi Jomo Kenyatta International Airport (JKIA), Mombasa Moi International Airport (MIA) y Eldoret International Airport.

Los aeropuertos están gestionados por la empresa pública de aeropuertos, Kenya Airports Authority (KAA).

### **3.- IMPORTACIÓN (REGIMEN DE COMERCIO EXTERIOR).**

#### **3.1.- TRAMITACIÓN DE LAS IMPORTACIONES.**

La agencia encargada de controlar las importaciones y recaudar los aranceles (IVA) de las importaciones es el Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales. El régimen de licencias y prohibiciones a la importación de Kenya se rige por la Octava Lista (Eighth Schedule). Las mercancías se clasifican en tres grupos: mercancías prohibidas; mercancías restringidas, que requieren autorización; y mercancías que deben cumplir las normas técnicas, fitosanitarias, sanitarias y ambientales. El Ministro de Comercio puede modificar la lista de mercancías sujetas a prohibiciones o licencias de importación. Las mercancías no comprendidas en esa lista pueden comercializarse libremente.

Para la Tramitación de las importaciones se precisa un impreso de declaración de importaciones (Import Declaration Form) en el que debe constar: valor fiscal de las mercancías; cantidad, calidad y código de cada tipo de bien para facilitar su comprobación.

Para determinados bienes -un total de 2.249: ([www.kebs.org](http://www.kebs.org))- que pueden implicar un riesgo para la salud, la seguridad o el medio ambiente, la "Kenia Bureau of Standards" solicita un Certificado de Conformidad previo a la exportación, emitido por agentes habilitados -INTERTEK, SGS, Bureau Veritas

y, para los productos procedentes de China, "China Certification and Inspection Group".

En caso de no cumplimentarlo, las mercancías podrán ser inspeccionadas en destino por la autoridad keniana, lo que tendrá un coste del 15% del valor CIF.

La naviera debe presentar telemáticamente, con antelación a la llegada a puerto, el manifiesto de carga, a través del sistema "Simba" para Aduanas y del sistema "KWATOS" para la autoridad portuaria. También debe presentar una orden de entrega. Tras el despacho aduanero, se genera una orden de recogida en KWATOS que se presenta, junto a los documentos adjuntos a la Oficina de Documentación Aduanera (Customs Documentation Office), se pagan las tasas portuarias y se puede sacar la mercancía del recinto del puerto -o las tasas de la estación de contenedores para retirarla de dichas estaciones-, a un medio de transporte, normalmente un camión, contratado a través del mismo sistema KWATOS.

### **3.2 ARANCELES Y REGÍMENES ECONÓMICOS ADUANEROS**

Kenya se encuentra dentro del Mercado Común de la East African Community, cuyo Convenio de Armonización fue firmado en Junio de 1983. A la EAC también pertenecen Uganda, Tanzania, Burundi y Ruanda. Como miembro de la unión aduanera de EAC, Kenia aplica los aranceles comunes establecidos por la organización para los productos que circulan entre estados miembro. El arancel keniano sigue la nomenclatura del Sistema Armonizado de Codificación y Designación de Mercancías (HS). Los diferentes tipos aplicables en función de los productos pueden encontrarse en el documento common external tariff en ([www.eac.int](http://www.eac.int)).

Existen principalmente tres aranceles básicos:

. - Del 0% para materias primas, bienes de capital, insumos agrícolas, ciertos medicamentos y algunos equipos médicos.

.- Del 10% para bienes intermedios y otros insumos industriales esenciales.

.- Del 25% para los productos terminados. Así existen otros tipos o tasas especiales para el arroz, maíz, leche, harina de trigo y ciertas harinas, azúcar, cigarrillos, cemento, algodón, varias telas y confecciones a estética y uso africano, sacos y bolsas, tapones corona, pilas/baterías y ropa de segunda mano.

Algunos productos están sujetos a un impuesto especial accisa.

Este arancel es pagado por el productor pero posteriormente repercutido a los consumidores mediante un incremento del precio. Actualmente, son productos sujetos a este gravamen: refrescos, bebidas alcohólicas, tabaco, combustibles y vehículos a motor. También sobre bolsas de plástico y ordenadores de segunda mano. En productos como vehículos, tabaco, cerveza o petróleo, este arancel se aplica por volumen o cantidad importada.

Según las autoridades, desde enero de 2000, la valoración en aduana en Kenya se basa en el Acuerdo relativo a la Aplicación del Artículo VII del GATT de 1994. El valor de transacción se utiliza para alrededor del 60 por ciento de las transacciones. Las diferencias suelen resolverse a nivel regional. Cuando no puede alcanzarse un acuerdo, el Comité Nacional de Valoración se ocupa de los asuntos de valoración, mientras que los conflictos relacionados con la clasificación se remiten a la Oficina de Facilitación del Comercio.

Actualmente, Kenya otorga exenciones arancelarias a las mercancías para uso del Presidente o de organismos de beneficencia, iglesias e instituciones de enseñanza autorizadas, para uso del ejército y la policía, para proyectos financiados con ayuda oficial, para situaciones de emergencia y para uso de diplomáticos y organizaciones internacionales.

Pueden importarse con exención de derechos muestras y productos destinados a su exhibición en ferias comerciales. No obstante, tras su utilización, dichos productos deberán ser reexportados o destruidos. De no presentarse el correspondiente certificado de aduanas de que las mercancías han sido reexportadas o destruidas, se impondrán los derechos pertinentes sobre la base del valor supuesto de los productos.

Las autoridades señalan que la introducción del Arancel Exterior Común, con su mayor proporción de aranceles nulos, ha hecho redundantes ciertas concesiones arancelarias anteriores.

Los bienes en tránsito están exentos de derechos de aduana, pero deberán estar bajo fianza hasta que salgan del país. El máximo período de tiempo que se permite para el transporte a través de Kenya de mercancías destinadas, a la zona oriental del Congo y a Rwanda es de 15 días, prorrogable en otros 15 días.

El Acuerdo Marco de Cooperación Económica firmado entre EAC y la Unión Europea, comunidades de las que Kenia y España son parte respectivamente, contempla la aplicación de arancel tipo 0% a materias primas y bienes de capital exportados a Kenia.

El acuerdo recoge la eliminación paulatina de los aranceles al comercio entre ambas zonas económicas.

Sin embargo, hay productos catalogados como "sensibles" que no gozan de exención aduanera. Esta lista puede consultarse en la Web del Ministerio de Comercio de Kenia ([www.trade.go.ke](http://www.trade.go.ke)).

El IVA (VAT) se aplica a productos y servicios tanto suministrados como importados a Kenia. La tasa impositiva general es del 16%. Existen diferentes esquemas impositivos contemplados en el Value Added Tax Act disponible en el portal de Internet de Kenian Revenue Authority ([www.kra.go.ke](http://www.kra.go.ke)) Este impuesto se aplica sobre el valor del bien en aduana incluyendo las tasas impuestas por la misma o sobre el valor del servicio prestado.

### **3.3 NORMAS Y REQUISITOS TÉCNICOS.**

Las principales barreras no arancelarias existentes son la dificultad en el despacho en aduanas de la mercancía, debido a la falta de automatización del proceso completo de importación del sistema Simba, la numerosa documentación necesaria para consignar una importación, el reducido horario de algunos puestos de aduana, el largo plazo de espera hasta la aplicación de las tarifas fiscales y aduaneras armonizadas y los procesos de comprobación física del valor de las mercancías importadas.

Los cuerpos que actúan en esta verificación y certificación son demasiados y no cuentan con laboratorios de ensayo para realizar las pruebas de inspección en los puntos de entrada y salida relevantes. Los requisitos sobre las importaciones pueden variar.

### **3.4 REGULACIÓN DE COBROS Y PAGOS AL EXTERIOR.**

En Kenia existe libertad de cambios, correspondiendo su control al Banco Central de Kenia, al que se deben declarar las transacciones de importe mayor a 10.000 dólares americanos y para el caso de pagos al exterior superiores a esa cifra, se debe expresar el objeto del pago.

Adicionalmente, los pagos y cobros al exterior han de efectuarse a través de un banco autorizado. Tanto residentes como no residentes pueden disponer de cuentas bancarias en moneda extranjera. El máximo que se puede introducir o sacar del país sin declarar son 500.00 KES, o 5.000 USD o su equivalente en otra moneda.

### **3.5 CONTRATACIÓN PÚBLICA.**

La Contratación Pública keniana se rige por la Ley de Compras y Ventas Públicas (Public Procurement and Disposal Act) de 2005.

La Autoridad Supervisora de los Contratos Públicos (Public Procurement Oversight Authority) vela por su cumplimiento. Con esta Ley se introduce

competencia y transparencia en las 20 adquisiciones del sector público. Hasta cierto importe presupuestado para las compras, a determinar en cada caso, podrá dirigirse sólo a empresas kenianas. En general se recurre a empresas extranjeras cuando las nacionales no pueden cubrir la demanda. El gobierno planea reformar la Ley para adaptar a la nueva Constitución y reducir los litigios entre las empresas licitantes.

#### **4.- INVERSIONES EXTRANJERAS / INCENTIVOS A LA INVERSIÓN.**

El marco legal lo constituye la Ley de Promoción de Inversiones de 2004 (Investment Promotion Act). La Autoridad de Promoción de las Inversiones del país, Kenya Investment Authority, es el organismo competente para evaluar y autorizar las inversiones extranjeras en base a la Investment Promotion Act.

El gobierno también ha puesto en práctica una serie de incentivos fiscales a la inversión extranjera.

Para invertir en Kenya, los ciudadanos extranjeros pueden solicitar a la Autoridad de Promoción de Inversiones del país un Certificado de Inversión.

La concesión de este Certificado implica que se pueden iniciar la actividad, lo que facilita la expedición de diversas licencias y permisos de entrada.

Este certificado de inversión no tiene coste alguno. Para poder optar a un Certificado, los inversores extranjeros deben invertir al menos 500.000 USD o una cantidad equivalente en otra moneda.

El Gobierno de Kenia inició en 2005 un proceso para reducir el número de licencias para desarrollar determinadas actividades económicas. Se permite la plena propiedad extranjera de una empresa en casi todos los sectores de la economía keniana; hay límites máximos a esta propiedad en seguros (66,7%), telecomunicaciones (70%) y las actividades pesqueras (49%).

Los inversores extranjeros pueden adquirir acciones de una empresa cotizada en Bolsa, aunque hay una reserva del 40% del capital social de las sociedades cotizadas para inversores nacionales. Desde 1994 no existe control de cambios, con el fin de atraer inversores privados kenianos y extranjeros.

La Ley de Protección de Inversiones (Foreign Investment Protection Act) establece la libre repatriación de los beneficios empresariales derivados de las inversiones extranjeras tras haber cumplido con las correspondientes obligaciones fiscales.

Hay una serie de incentivos fiscales a la inversión que se plasman principalmente en exenciones de impuestos de la renta y del IVA sobre los bienes de equipo y maquinaria que se utilizarán en el proyecto de inversión. Otros incentivos fiscales se refieren a la concesión de ciertas deducciones de gastos y a subsidios a la inversión.

Los incentivos se otorgan caso por caso y son aprobados por el Ministerio de Hacienda aunque la agencia Kenya Investment Authority puede ayudar al inversor extranjero en sus solicitudes de incentivos.

Otro aspecto a tener en cuenta para la inversión en Kenia son las Export Processing Zones (EPZ).

Las empresas ubicadas en estos parques industriales especializados en manufacturas para la exportación se benefician de diversas exenciones fiscales : 21 a 10 años del impuesto sobre las sociedades y una tasa del 25% en los 10 años siguientes. 10 años de exenciones en retenciones sobre dividendos y otras remesas extranjeras.

Exención en el pago del IVA y en aranceles para maquinaria y materiales para la producción. Deducción del 100% en nuevas inversiones en edificios y maquinaria dentro de la EPZ durante 20 años.

Además, dentro de las EPZ los trámites burocráticos son más ágiles y se facilitan servicios de asesoría a las empresas que allí operan.

A finales del 2010 existían en Kenia 41 EPZ en las que el que trabajaban 83 empresas, de las que 57 eran de capital extranjero, 19 empresas eran de capital keniano y el resto de capital mixto. Compete su regulación al organismo Kenya Export Processing Zone Authority (EPZA).

Dos zonas están administradas por el Estado mientras que el resto lo administra el sector privado.

La mayor parte de las zonas están situadas en Mombasa o Nairobi.

Las instituciones encargadas del cumplimiento y ejecución de las leyes de propiedad en Kenia son las instituciones ejecutivas del Registro de la Propiedad

. - Ministerio de Tierra, responsable del desarrollo de la política sobre la tierra de propiedad nacional.

- Registro Catastral, encargado del registro de la propiedad en Kenia.

- Ayuntamiento de Nairobi o autoridad local.

Consejos de Control de la Tierra. La propiedad puede ser adquirida como bienes raíces o en alquiler.

El título de bienes raíces otorga al dueño absoluta propiedad sobre la tierra de manera perpetua. Sin embargo, el título de alquiler se realiza con el gobierno como contraparte, normalmente por 50 o 99 años. Al final de este periodo, el propietario puede solicitar una ampliación de arrendamiento que normalmente es concedida. Este procedimiento suele tardar 6 meses aproximadamente. Ambas figuras, bienes raíces o arrendamiento, están sujetas a las tasas impuestas por la autoridad local. Normalmente serán una fracción del valor del suelo rústico. Sin embargo, el arrendamiento está sujeto al alquiler de la tierra y por ello la tasa estará basada en el tamaño de la misma. Para la mayoría de las propiedades, los pagos a realizar son, un 10% en concepto de depósito y el resto entre los 60 y 90 días siguientes.

La financiación para la adquisición de propiedad puede realizarse a través de bancos, sociedades constructoras o compañías hipotecarias. La forma más sencilla de adquirir una propiedad para no residentes es nombrar un abogado en Kenia que pueda actuar en su nombre. El abogado se encargará de tener el acuerdo de compra firmado y de conseguir el título de transmisión de la propiedad en nombre del cliente.

En cuanto al coste de transacción, el comprador se encarga de pagar un 4% de derechos de timbre por los documentos de transferencia, 1.5% tasas legales, 600 KES de cargo por el control bancario y 250 KES en concepto de registro. El vendedor se encargará de pagar la comisión del agente. No obstante la ley keniana contempla limitaciones en el acceso a la propiedad para no residentes. Estos pueden acceder a la compra de tierra de tipo comercial, la destinada a la obtención de ingresos o beneficio, y construir sobre ella.

La tierra destinada a granja o agricultura no puede ser adquirida por no residentes, ya que, es propiedad de los indígenas. Sin embargo, puede adquirirse a través de una empresa cuya participación mayoritaria sea keniana.

#### **4.1.- REPATRIACIÓN DE CAPITAL/CONTROL DE CAMBIOS.**

Con la liberalización de 1994, Nairobi eliminó el control de cambios con el fin de atraer inversores privados kenianos y extranjeros. The Foreign Investment Protection Act establece la libre repatriación de los beneficios empresariales derivadas de las inversiones extranjeras después de haber cumplido con las correspondientes obligaciones fiscales.

#### **4.2.- INCENTIVOS A LA INVERSIÓN.**

Las autoridades kenianas otorgan incentivos en forma de exenciones de impuestos sobre la renta y del IVA sobre determinados bienes, deducciones de gastos y subsidios a la inversión. Los incentivos se otorgan caso por caso y



son aprobados por el Ministerio de Hacienda aunque la agencia KenInvest puede ayudar al inversionista extranjero en sus solicitudes.

Las deducciones sólo se otorgan una vez y durante el primer año de uso de los bienes o maquinaria.

Las inversiones que dan lugar a este tipo de deducciones son

- Construcción de un edificio destinado a la producción.
- Instalación de maquinaria destinada a la producción.
- Construcción de un hotel certificado por un Comisario.

La tasa de deducción aplicable es del 60% en todas las zonas de Kenia. No obstante, la tasa es del 100% en las Export Processing Zones (EPZ) y para las Manufacture Under Bond (MUB). Deducciones Se permite la amortización de los activos basados en el valor en libras de la siguiente manera:

Hoteles .....	10 % por año
Edificios industriales .....	2,5% por año
Instalaciones técnicas y maquinaria .....	12,5% al año
Vehículos, camiones y tractores .....	25-37% por año.

Las empresas del sector minero podrán deducirse hasta el 40% de la inversión el primer año y el 10% en los años sucesivos.

Las pérdidas generadas al final del ejercicio contable, pueden compensarse en los 4 años siguientes, a menos que el comisario fiscal permita otra cosa.

Pueden asimismo obtenerse remisiones, descuentos y reembolsos de los derechos de importación, en el marco de programas de incentivos a la exportación, con respecto a las materias primas, los bienes de equipo, la maquinaria y otros componentes utilizados en la fabricación y embalaje de productos destinados a la exportación.

Para las Zonas de Elaboración para la Exportación (EPZ), prevé una franquicia arancelaria y exención del IVA con respecto a las importaciones de maquinaria (excepto vehículos automóviles) y materias primas. Las empresas ubicadas aquí se benefician de un Tax Holiday de 10 años del impuesto sobre sociedades, retenciones del impuesto sobre la renta, una exención de los derechos de timbre y una bonificación por inversión del 100 por ciento (aplicable durante 20 años).

Las empresas de las zonas de elaboración para la exportación pueden vender hasta el 20 por ciento de su producción anual en el mercado nacional, con sujeción a la aprobación del Ministro de Comercio y el pago de los derechos e impuestos de importación normales sobre los productos. Más información en la Web de las EPZ ([www.epzakenya.com](http://www.epzakenya.com)).

- Fabricación bajo Control Aduanero (MUB) creado de acuerdo con la Parte IV de la Ley de Aduanas e Impuestos Especiales. En virtud del programa, las empresas que exporten su producción total están exentas del pago de los derechos de importación y del IVA aplicables a los insumos, con inclusión de instalaciones, equipo y materias primas.

Sistema de Exención de Derechos, exime de derechos a la importación y de I IIIVA a:

- las mercancías importadas para su utilización en la producción de manufacturas destinadas a la exportación - a la producción de materias primas para su utilización en manufacturas destinadas a la exportación - la producción de "artículos exentos de derechos" destinados a la venta en el mercado interno. El sistema es utilizado principalmente por exportadores de productos hortofrutícolas, farmacéuticos y productos agrícolas.

### **4.3.- ESTABLECIMIENTO DE EMPRESAS.**

#### **4.3.1.- REPRESENTACIÓN Y AGENCIA .**

Las empresas extranjeras pueden optar por tres formas de establecerse en Kenia: mediante filial, sucursal y oficina de representación.

En caso de decidirse por una filial, se creará una compañía privada por acciones, con un máximo de 50 accionistas y un mínimo de 2. Se debe confirmar la disponibilidad del nombre y razón social y registrarlos, incluyendo los Estatutos y el Acta de Constitución. Se debe entregar declaración del Capital Social, información sobre los gerentes y accionistas, datos de la sede de la empresa y un certificado legal de creación de la misma. Igualmente, existe la obligación de certificar los Estatutos y el Acta de Constitución, pagando la correspondiente tasa, y de depositarlos en el Registro Mercantil.

En caso de instalarse a través de una oficina de representación o sucursal, se deberá remitir al Registro Mercantil (Registrar of Companies): copias certificadas del Acta de Constitución y los Estatutos; datos de los gerentes y secretarios, entre los que se incluye si desempeñan puestos en otras compañías en Kenia; declaración de los costes incurridos para adquirir inmuebles en Kenia; datos de contacto de las personas residentes en Kenia autorizadas para recibir comunicaciones y mensajes destinados a la empresa; dirección de la sede central de la empresa y de la sucursal en Kenia. La oficina de representación sólo requerirá posteriormente una licencia comercial y un certificado de inmigración. Esta figura puede ser empleada por instituciones extranjeras sin ánimo de lucro al no estar obligadas a pagar impuestos salvo que tengan ingresos propios. La norma general respecto a la inversión extranjera es la libertad, estando tasados los sectores restringidos. Así, las corredurías de seguros han de tener un capital nacional mínimo del

30%. Las empresas constructoras tienen la misma exigencia del 30% de participación local, salvo que aporten su propia financiación, en cuyo caso se exime ese requisito. Las gestoras de fondos del 51%, en seguros 33,3%, en telecomunicaciones 20% -con una exención de 3 años para buscar el socio local idóneo y además se plantea la retirada de ese mínimo-, y en el sector pesquero el 51% de los derechos de voto debe ser keniano.

De acuerdo a una nueva legislación, el 35% del capital de las empresas mineras deberá pasar a manos de nacionales. En las empresas cotizadas, la propiedad extranjera puede alcanzar como máximo el 60%.

Finalmente, los extranjeros no pueden ser propietarios de la tierra, sólo arrendarla por un periodo máximo de 99 años.

#### **4.3.2.- TIPOS DE SOCIEDADES. FORMALIDADES DE CONSTITUCIÓN.**

La ley keniana establece los siguientes tipos de empresas:

Companies limited by shares. La responsabilidad de las eventuales deudas de la compañía se limita exclusivamente hasta la aportación de cada socio.

Este tipo de estructuras es la más común. Las hay de dos tipos:

- Private Limited Companies son sociedades en las que existe una restricción a la libre transferencia de las acciones. Estas pueden a su vez ser Ordinary Private Company o una Exempt Private Company. Este último es la más usual por ser la más flexible y con menores obligaciones formales.

- Public Limited Companies son sociedades constituidas con un número mínimo de socios. Cuando los accionistas de una Private Limited Company exceden de cincuenta debe convertirse la sociedad en una Public Limited Company.

La responsabilidad de los socios frente a las deudas y obligaciones de la empresa es ilimitada. Este tipo de empresa es similar a la asociación, excepto porque tiene personalidad jurídica propia y goza de sucesión perpetua. La constitución de una sociedad implica:

- Obtener previamente una reserva del nombre ante el Registrar of Companies.  
-El promotor debe ratificar la documentación de la sociedad ante un Commissioner of Oaths o notario público.

- Registrar la sociedad en el Registrar of Companies. Para este paso se deberán cumplir las formalidades documentales expuestas en el punto 5.4.1 de la presente guía.

- Pagar las el Stamp Tax sobre el capital y otras tasas al Kenya Revenue Authority (KRA). Cuando estos trámites están cumplidos, se registrará el nombre de la compañía y se obtendrá el Certificate of Incorporation.

Éste otorga personalidad jurídica a la empresa, separadamente de sus miembros desde la fecha que conste en el documento. A partir de ese momento se encuentra a todos los efectos en el tráfico jurídico para comenzar su actividad.

#### **4.3.3.- FORMACIÓN DE "JOINT-VENTURES". SOCIOS LOCALES.**

La legislación distingue según el tipo de responsabilidad de las eventuales deudas refiriéndose a si ésta es conjunta "joint" de los socios o diferenciada. Limited Partnerships implica la existencia de 'general partners' que son responsables de las eventuales deudas en su totalidad sin restricción y los 'limited partners' que sólo responden por su aportación.

No viene de más el recordar que en España se llaman Colectivas a las sociedades en las que todos los socios son General Partners y si coexisten socios General y Limited se denominan Comanditarias Simples. El Parlamento está en proceso de reformar la actual ley de 1934. El gobierno está ofreciendo oportunidades/proyectos de Joint Ventures con ciertas empresas gubernamentales bajo varias formas jurídicas.

### **5.- SISTEMA FISCAL.**

#### **5.1.- ESTRUCTURA GENERAL.**

La Constitución de 2010 recoge en su capítulo 12 los principios que rigen las finanzas públicas.

Otorga en exclusiva al Gobierno nacional la capacidad de establecer el IRPF, el IVA, los impuestos a la importación y exportación, y los impuestos especiales. En 1995 se creó la Kenya Revenue Authority (KRA), la Hacienda keniana, es una organización funcional y no meramente recaudatoria. Se organiza en departamentos: tributación doméstica, aduanas e impuestos especiales y transporte por carretera.

Además, cuenta con oficinas regionales y con una oficina de Grandes Contribuyentes (aquellas empresas que facturen más de 750 millones de chelines kenianos). La composición de estos ingresos según su fuente fue en 2010 la siguiente: IVA: 28%; IRPF: 21%; Impuestos especiales: 20%; Impuesto sobre Sociedades: 19%; Aranceles: 12%. Estas proporciones son prácticamente constantes en el periodo 2006-2010. El año fiscal va de julio a junio del año siguiente, pudiendo las empresas fijar otro año contable.

#### **5.2.- SISTEMA IMPOSITIVO (ESTATAL, REGIONAL Y LOCAL).**

La potestad de establecer tributos o impuestos, la otorga la Constitución al Gobierno central. Por ello, los gobiernos regionales o locales no tienen competencia en materia fiscal.

### **5.3.- IMPUESTOS.**

#### **5.3.1.- IMPOSICIÓN SOBRE SOCIEDADES.**

El Income Tax es un impuesto directo que grava la obtención de beneficio a través de un negocio, trabajo, arrendamientos, dividendos, intereses y pensiones entre otros. Está regulado en el Income Tax Act (Capt 470) de 1973. Cada modalidad de obtención de renta se grava de una forma diferente. Por ello, el Income Tax, engloba métodos recaudatorios o de pago de impuestos como son el Corporate Tax, el PAYE, Withholding Tax o Turnover Tax. El impuesto a pagar se calcula sobre el beneficio neto después de descontar los gastos deducibles. Estos son, coste de adquisición del terreno; salarios; coste del material de construcción; marketing, publicidad y otros gastos relacionados; intereses del capital; gastos de contratación de equipos y vehículos comerciales.

Hay cierto gastos no deducibles recogidos en la sección 16 del Income Tax Act. El Corporate Tax se aplica a todo tipo de beneficio proveniente de corporaciones tales como, sociedades limitadas, grupos de empresas o cooperativas.

El impuesto sobre sociedades nacionales es del 30%, mientras que el soportado por las sociedades extranjeras es del 37,5%. Las empresas situadas en la export processing zone, disfrutan de exención de la tasa durante los 10 primeros años de actividad, y los siguientes 25 años el impuesto será del 25%. Las export processing zone son áreas 27 que albergan empresas dedicadas a la exportación. Los beneficios de los grupos empresariales o de inversión colectiva están exentos cumpliendo determinadas condiciones. Las empresas que inician su cotización en Bolsa tienen un tipo reducido – hasta el 25% - durante los primeros años de cotización. Los negocios pequeños y medianos cuyo nivel de facturación se encuentra por debajo de los 44.283,2€ están sujetos a un impuesto indirecto llamado, Turnover Tax. Esta tasa es del 3%. Las empresas con pérdidas están exentas de su pago. Las retenciones sobre beneficio, intereses, cánones u honorarios, practicadas en la fuente, comisiones, pensiones y otros, serán deducibles. Kenia también ofrece una serie de incentivos fiscales. La inversión realizada en edificios para Hoteles y en edificios y maquinaria para uso en la fabricación, disfruta de una deducción del 100%. La inversión en edificios y máquinas para fabricación situada dentro de ciudades satélites adyacentes a Nairobi, Mombasa, Kisumu tiene una prima a la inversión del 150%. Retenciones a cuenta. No hay retención a cuenta en el cobro de dividendos por

una sociedad si el beneficiario es una entidad financiera cotizada en Bolsa o la sociedad beneficiaria residente controla el 12,5% o más del capital del pagador.

Si hay retenciones del 5% sobre los dividendos en el caso de que el accionista sea nacional mientras que si es no residente es del 7,5%.

### **5.3.2.- IMPOSICIÓN SOBRE LA RENTA DE LAS PERSONAS FÍSICAS.**

Está regulado en el Income Tax Act (Capt470). El hecho imponible es la obtención de renta en Kenia o a través de una compañía u organismo keniano, sea esta persona residente o no en el país. Los residentes en Kenia están sujetos a impuestos sobre sus rentas del trabajo procedentes de todo el mundo mientras que un no residente solo tiene sujetas las generadas en Kenia.

El residente se define por estar al menos 183 días en el año fiscal como residente en el país así como cualquier persona que tiene un promedio de 122 días en el país en el año fiscal y en los 2 últimos años fiscales.

El tipo es progresivo del 10% al 30% dependiente de los montos totales anuales:

- por debajo de 121.968 KES al 10%
- de 121.969 a 236.880 KES al 15%
- de 236.881 a 351.792 KES al 20%
- de 351.793 a 466.704 KES al 25%
- por encima de 466.704 KES al 30%

En Kenia se aplica el PAYE. Esto es un método recaudatorio cuya fuente es el trabajo remunerado de los individuos. El pagador retiene una cierta cantidad del salario del trabajador que pagará posteriormente a la autoridad correspondiente. Se aplica sobre salarios mensuales, semanales, anuales, bonos, comisiones, honorarios y pensiones cuya suma exceda de los 180.000 KES anuales. Este sistema se aplica a cualquier salario en metálico o crédito otorgado por parte de un empleador a sus trabajadores. Sin embargo, no se incluyen las ganancias obtenidas por empleos eventuales de duración menor a un mes, pero sí incluye a los trabajadores a tiempo parcial y a los trabajadores eventuales regulares. La retención sobre pagos recibidos por royalties es para los residentes del 5% mientras que es del 20% para no residentes. Hay una retención a cuenta del 5% sobre los dividendos pagados a los residentes de Kenya o ciudadanos de la Comunidad del África Oriental, en acciones cotizadas Bolsa de Nairobi y de un 10% para otros no residentes. Por este tipo de renta no se paga más que la retención.

Los ingresos por dividendos procedentes de empresas extranjeras están exentos. Los contribuyentes tanto individuales como corporativos deben pagar la Installment Tax. Los obligados tributarios serán aquellos que no hayan cubierto

la cuota con las retenciones practicadas por el método PAYE o que la deuda tributaria sea menor de 40.000 KES. Este impuesto está distribuido equitativamente en cuotas trimestrales, y se paga antes del día 20 de los meses 4º, 6º, 9º y 12º del año fiscal. Los contribuyentes del sector agrícola lo harán en dos cuotas: el 75% en el mes 9º y el 25% restante en el 12º.

### **5.3.3.- IMPOSICIÓN SOBRE EL CONSUMO EL IVA (VAT).**

Está regulado por el Value Added Tax Act, Capt. 476 de las leyes de Kenia. Es el principal impuesto sobre el consumo.

El tipo general es el 16%, existe un tipo reducido del 12% para ciertos suministros como combustibles o electricidad, y otro del 0% para determinados productos, como farmacéuticos o material educativo. Además, hay ciertos bienes y servicios exentos, en los que el IVA soportado no es reembolsable, lo contrario que los que están sujetos y con tipo cero. El Proyecto de Ley del IVA (VAT Bill) de 2012 propone numerosos cambios. El más destacado es la inclusión de casi todos los productos en el tipo general; sólo las exportaciones y las instituciones con privilegios diplomáticos podrían seguir acogéndose al tipo del 0%, y quedarían exentos tres categorías: productos agrícolas no procesados, servicios financieros y de seguros y, finalmente, servicios médicos, de enfermería, veterinarios, agrícolas, y educativos. Se pretende atajar el problema de las devoluciones de IVA en los más de 400 productos de tipo cero, que suponen un gran gasto para las arcas públicas, y aumentar la recaudación incrementando la base fiscal en lugar de los tipos.

También se suprime el tipo del 12% y se busca simplificar el funcionamiento del impuesto y potenciar la inspección fiscal.

### **5.3.4.- OTROS IMPUESTOS Y TASAS.**

Se aplican impuestos específicos o ad valorem. Entre ellos se incluyen vino, cerveza y otras bebidas alcohólicas, perfumes y cosméticos, tabaco, vehículos importados, ordenadores de segunda mano, combustibles, servicios telefónicos y apuestas.

El Ministro de finanzas ha propuesto establecer un impuesto del 10% sobre los pagos realizados mediante telefonía móvil, uno de los sectores punteros del país. Hay impuestos sobre cierto tipo de transacciones - Stamp duty – el equivalente al impuesto sobre gastos jurídicos documentados en España. Los porcentajes son del 1% sobre la creación y aumento del capital social autorizado de las sociedades, del 4% sobre el valor de compraventa de bienes inmuebles, aplicándose el 2% si se el inmueble está fuera de los municipios.

El tipo es del 1% en el caso de transferencias de acciones y otros valores aunque están exentas las compraventas de acciones/valores que se cotizan en la Bolsa de Valores de Nairobi.

El Impuesto sobre la tierra -Land Tax- es un impuesto local sobre la tierra con tasas que varían dependiendo de la ubicación. La tasa más alta es de 8%, que es la 29 aplicada en Nairobi. También hay otros tipos de tasas como el Petroleum Development Levy que grava el consumo de productos petrolíferos, el Road Maintenance Levy que es un impuesto dirigido a financiar la red de carreteras y que grava en una cierta cantidad el consumo de diesel y gasolina. Asimismo, existen los Transit Toll que gravan la circulación por carretera, las tasas del Directorate of Civil Aviation y por permisos de vehículos de motor.

#### **5.4.- TRATAMIENTO FISCAL DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA.**

El tipo general del Impuesto de Sociedades es del 30% para las empresas residentes y del 37,5% para las no residentes.

Paralelamente, las retenciones por dividendos, intereses, royalties y otras rentas es siempre superior para los no residentes que para los residentes. Además, no existe Convenio de doble imposición entre España y Kenia.

### **6.- FINANCIACIÓN**

#### **6.1.- SISTEMA FINANCIERO.**

La supervisión del sistema financiero compete al Banco Central de Kenia, institución que viene recogida en la Constitución de Kenia de 2010 en el art. 231.

El cual cita entre otras cosas que esta institución será independiente del control del gobierno.

Esta supervisión se lleva a cabo desde el departamento de supervisión del banco, cuyo principal objetivo es fomentar la liquidez, solvencia y funcionamiento correcto del sistema financiero. Objetivos regulados en la ley “Central Bank of Kenia Act” sección 4A.2.

Estos objetivos se llevan a cabo mediante la implementación de políticas y controles en línea con las buenas prácticas internacionales de supervisión y regulación bancaria. Las funciones de este departamento del banco central son:

1º Elaborar y revisar las leyes de “banking and building societies act” y “microfinance act” .



2º Otorgar licencias y elaborar las líneas de actuación de las oficina de transacciones de divisas .

3º Otorgar las licencias de los bancos comerciales, instituciones financieras, cajas de ahorros, macroinstituciones financieras y compañías de crédito.

4º Supervisar y regular el marco de actuación de todas las empresas antes mencionadas.

Todo esto viene recogido en la ley “Central Bank of Kenya Act” Tras las crisis que ha pasado el sistema financiero keniano desde su independencia del gobierno británico, se constituye el Fondo de protección de los depósitos “Deposit Protection Fund borad”, una especie de híbrido entre el FROB y el FDG de España, que garantiza no solo los deposititos de los pequeños ahorradores, si no también la solvencia y garantía de los bancos comerciales. En 2009 el DPFB tenía activos por valor de 20,8 billones de Ksh (chelines kenianos). Este fondo se regula en la ley “Banking Act” parte tres Actualmente en kenia hay 43 bancos comerciales y una institución financiera para hipotecas, estos son regulados por el “Banking Act”. De estos 43 bancos comerciales, 30 son locales y 13 extranjeros. Tres de estos bancos locales son instituciones 30 públicas financieras: el Banco Nacional de Kenia con una participación del gobierno del 70,6%, Banco de desarrollo de kenia (100% participación estatal) y el Banco Consolidado de Kenia (77,8% participación estatal).

Por el lado extranjero, destaca la presencia de algunos bancos internacionales como el Barclays Bank of Kenya, Standard Chartered Bank Kenya y el Citibank N.A Kenya. Mencionar que actualmente no existe ninguna caja en Kenia.

Además de los bancos comerciales existen las llamadas oficinas de cambio de divisa “Forex Bureaus”, la primera licencia de estas oficinas se otorgó en 1995, con el objetivo de fomentar la competencia en el mercado de divisas. En la actualidad existen un total de 112 de estas oficinas en el país. El pago al contado sigue siendo la principal forma de pago en el país, debido principalmente al mercado “informal” que existe. De hecho en muchos locales comerciales, restaurantes, parques naturales,.. no admiten tarjeta electrónica de pago. Si atendemos a las estadísticas del Banco Central de Kenya sobre el número de tarjetas, las estima en unas 10 millones de un total de población de más de 40 millones de personas. Más impactantes son aún los datos de Cajeros automáticos y TPVs, 2.205 y 16.604 respectivamente a diciembre de 2011. No obstante, hay que indicar que el número de todos estos medios de pagos electrónicos no ha parado de crecer, con lo que poco a poco irán sustituyendo al pago al contado.

Destaca sobre todo el crecimiento que ha tenido las tarjetas de débito que entre junio de 2009 y diciembre 2011 ha aumentado un 160%, con un total de 11,2 millones de transacciones ese mismo mes. Por último, hay que mencionar

el sistema de pagos a través del móvil, tanto para cobrar como para pagar, está muy desarrollado y ha permitido a las zonas rurales acercarse al sistema bancario. El principal proveedor de este servicio en Kenya es MPesa. Algunos otros son: Airtel Money y Orange Money. Así en el conjunto del año pasado (2011) se alcanzaron los 19 millones de usuarios, con un volumen de transacciones de 433 millones, por un valor de unos 1.200 billones de chelines kenianos. La banca islámica que comenzó modestamente ha empezado a despegar en zonas con minorías musulmanas.

Los depósitos bajo los principios de la Sharia fue el primer producto que se introdujeron en el 2005 y están ampliándose hacia los seguros. Hay seis instituciones de microfinanzas formales aunque existen muchas pequeñas entidades. Hubo varios notables escándalos que motivaron su regulación legal por la “Microfinance Act of 2006” que entró en vigor en el 2008. Atribuye su control, supervisión y desarrollo al Central Bank of Kenya (CBK). No obstante son las instituciones de microfinanzas, en sentido amplio, las que proporcionan servicios financieros a esa mayoría de la población que no puede acceder a los servicios bancarios.

Compete la regulación del sector de seguros a la “Insurance Regulatory Authority” por la ley “Insurance Amendment Act 2006”, la cual se encuentra bajorevisión.

Participaron en el mercado asegurador en 2010 un total de 46 compañías. La bolsa Kenia tiene un mercado de capitales controlado por la Capital Market Authority (CMA). El mercado de capitales lo forman la Nairobi Stock Exchange (NSE, la Bolsa de Valores de Nairobi), 18 empresas de asesoramiento de inversiones, 12 banco de inversión, 10 corredores de bolsa, 19 gestores de fondos, 14 depositarios autorizados, 16 instituciones de inversión colectiva, 1 agencia de calificación de crédito, una empresa de capital-riesgo y una Cámara de Compensación.

La CMA regula y supervisa desarrollo del mercado de capital de Kenia. La Nairobi Stock Exchange (NSE) se constituyó en los 20´ por los británicos siendo para los europeos solamente. En 1954, el mercado se formalizó bajo la forma de una 31 empresa. En 1963 se permitió el acceso a los africanos siendo en 2009 la cuarta bolsa de valores más grande de África, en términos de volúmenes de contratación y la quinta del continente más grande en términos de capitalización bursátil como porcentaje del PIB.

Está incluida en el ranking del índice “Frontier Markets” de Morgan Stanley Capital International que recoge los 26 mercados de mayor riesgo representativos de oportunidades de inversión para los inversores internacionales. En la actualidad cotizan 59 valores: 55 acciones y 7 obligaciones de los que tres se cotizan.

## **6.2.- LÍNEAS DE CRÉDITO, ACUERDOS MULTILATERALES DE FINANCIACIÓN.**

FMI En mayo de 2009, el FMI aprobó una ayuda de Balanza de Pagos por importe de unos 209M USD bajo el mecanismo “Rapid Access Component of the Exogenous Shocks Facility (ESF)” para apoyar a Kenia en su recuperación económica del impacto negativo ejercido, desde mediados de 2008, por el crecimiento de los precios internacionales de los alimentos, del petróleo, de los fertilizantes y de la reducción en la demanda externa mundial, asociada a la crisis financiera internacional. Esta facilidad del FMI engloba el apoyo en materia de política económica y asistencia financiera para países de renta baja, que se enfrentan a shocks temporales de carácter exógeno y para los cuales no existe un Programa de Ajuste en funcionamiento.

En la decisión de este apoyo, el FMI ha señalado la capacidad de repago de Kenia, destacando un stock de deuda relativamente bajo y un reducido riesgo de reestructuración de la deuda.

En noviembre de 2010, el FMI anunció el acuerdo con las autoridades de Kenia donde se aprobó una ayuda de 500 M USD por tres años para extender las facilidades de crédito para transformar Kenia en una economía dinámica con un crecimiento sostenible. En enero de 2011 se aprobó otro paquetes de ayudas por tres años, con un montante total de 508,7 M USD. Con el objetivo de proteger la situación la economía del país contra los shocks del mercado exterior, permitiendo un ajuste fiscal graduado. Banco Mundial El Banco Mundial cuenta con una cartera de proyectos activos en Kenia que acoge un total de 16 operaciones que suponen un monto total de 1,4 mil millones de dólares. La partida principal es para infraestructuras (770M USD), incluyendo transporte (460M USD), energía (160M USD) y agua y saneamiento (150M USD), seguidos por proyectos de desarrollo rural y agrícola (360,6 M USD). Otros proyectos en marcha incluyen educación, salud, desarrollo del sector público, gobernabilidad y política económica. Igualmente, el Banco Mundial está financiando cinco proyectos a escala regional por valor de 320M USD en comercio, transporte, agricultura, medioambiente e infraestructuras para telecomunicaciones. La ventanilla privada del BM, el IFC y el MIGA del grupo BM han incrementado igualmente su presencia en operaciones en Kenia. Otras instituciones financieras internacionales con importante presencia en el desarrollo y financiación de infraestructuras en Kenia son el Banco Europeo de Inversiones y el Banco Africano de Desarrollo. Cobertura CESCE La cobertura de la CESCE con Kenia a medio y largo plazo se analizará caso por caso 32 y a corto plazo está abierta sin restricciones.

## **6.3.-ACUERDO DE COOPERACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA CON ESPAÑA.**

En junio de 2009 se firmó en Nairobi el primer Programa Financiero Bilateral con Kenia por valor de 150 M EUR para los sectores preferentes de aguas, energía, transporte, comunicaciones, tecnologías de la información y tratamiento de residuos sólidos.

En noviembre de 2008 se firmó un Acuerdo de Cooperación Turística.

## **7.- LEGISLACIÓN LABORAL.**

### **7.1.- CONTRATOS**

La normativa laboral de Kenia está formada por: El Employment Act; el Labour Relations Act, que contiene las provisiones relativas a derechos de asociación de trabajadores, sindicatos, negociación colectiva, etc.; la normativa sobre salarios y condiciones de empleo donde se recoge el salario mínimo interprofesional; Factories Act que recoge la normativa de salud y seguridad social de los obreros industriales; y el Work Injuries Benefit Act, que regula la compensación económica por enfermedad o accidente laboral. Esta normativa contempla cuatro tipos de contratación laboral:

- Contrato de duración indeterminada o indefinido.
- Contrato de duración determinada.
- Contrato por obra o servicio determinado.
- Contrato eventual. Este contrato debe ser por un tiempo inferior a 24 horas y el trabajador es pagado al final del día. El empleador está obligado a entregar en el plazo de dos meses desde el comienzo de la relación laboral de un contrato escrito. El contenido viene especificado en la parte III del Employment Act. No obstante la ley permite el establecer contratos de servicios oralmente. Estas provisiones no aplican sobre trabajadores cuya relación laboral sea inferior a 3 meses.

La relación laboral puede terminar de común acuerdo; automáticamente cuando se produzcan determinadas circunstancias excepcionales; por renuncia o dimisión del trabajador o por voluntad del empleador, aunque en estas circunstancias deberá cumplir con las exigencias de la ley.

### **7.2.- TRABAJADORES EXTRANJEROS.**

Todos los trabajadores extranjeros que quieran trabajar en el país necesitan permiso de trabajo. Los trabajadores extranjeros deben solicitar el permiso de trabajo a las autoridades kenianas ante las oficinas de Inmigración en las importantes ciudades del país aunque la tramitación se centraliza en Nairobi. Los permisos son válidos por dos años aunque las autoridades pueden revocarlas antes de su caducidad sin necesidad de justificación. Pueden ser renovados anualmente de ser necesario y se conceden solo para ese trabajo específico.

En principio cualquier empresa, sea local o extranjero, puede contratar a expatriados para cualquier categoría de mano de obra calificada, en el caso de que no haya kenianos disponibles. Las autoridades kenianas esperan que los empleados extranjeros sean cargos de confianza o dispongan de habilidades o conocimientos especiales que no estén disponibles localmente. Los inversores extranjeros están obligados a firmar un acuerdo con el gobierno planes de formación destinados a eliminar los expatriados. Con este nuevo sistema los empleadores autorizados tendrían derecho a contratar trabajadores extranjeros con sujeción únicamente a la verificación por el Departamento de Inmigración de las credenciales y circunstancia de las personas propuestas para el empleo. Los extranjeros que quieran establecerse solos o en colaboración, en un negocio, en un mercado específico o profesión, deberán probar debidamente que han obtenido o están seguros que obtendrán la licencia necesaria, registro u otro documento necesario para desarrollar su actividad.

Las autoridades kenianas podrán requerir del extranjero una prueba de que cuentan con los medios económicos suficientes provenientes del exterior para mantenerse en el territorio.

### **7.3.- SALARIOS, JORNADA LABORAL.**

Las condiciones de empleo pueden ser establecidas mediante negociación colectiva entre sindicatos y administración o empleadores. Las escalas salariales, que varían según la edad y nivel de habilidad, están recogidas en el Labour Institutions Act y se establecen anualmente. Los salarios mínimos están establecidos por zona geográfica, horas, días y meses.

El salario mínimo más bajo se encuentra en las zonas rurales. El más alto está establecido para las ciudades de Nairobi, Mombasa y Kisumu. El pago del salario debe realizarse en día laborable en el lugar de trabajo a menos que las partes pactasen otra cosa. La ley laboral permite el pago en especie bajo determinadas condiciones.

Del mismo modo, se permite la práctica de deducciones según los conceptos contemplados por la normativa. La Regulation of Wages (General) Order establece que el máximo de horas trabajadas semanalmente será de 52. No obstante, la jornada semanal suele consistir en 45 horas (8 horas de lunes a viernes y 5 los sábados). Estas condiciones pueden modificarse mediante convenio colectivo, pero normalmente se establecen entre 40 y 52 horas semanales. El trabajador tiene derecho a un día de descanso al menos en un periodo de siete días. Del mismo modo, el trabajador

tiene derecho a 21 días de vacaciones retribuidas anuales. La ley reconoce a las trabajadoras un permiso de maternidad de tres meses. El trabajador tiene derecho a permiso por incapacidad temporal (baja laboral) después de dos meses consecutivos de trabajo. La duración será de siete días con paga completa y otros siete días percibiendo la mitad del salario.

Todo ello dentro de un periodo de 12 meses.

#### **7.4.- RELACIONES COLECTIVAS; SINDICATOS; HUELGA.**

La legislación contempla la libertad de asociación, el establecimiento de sindicatos y patronales y el derecho a huelga y cierre patronal. En el texto se recoge también el procedimiento para la resolución de conflictos. Contempla el convenio colectivo como una forma para solucionar disputas, así como, la vía administrativa a través del Ministerio de Trabajo.

Este último procedimiento debe cumplir necesariamente la fase de conciliación, si el conflicto no queda resuelto, se acudirá a la Industrial Court . El preaviso en el caso de huelga o cierre patronal son 7 días, y deben establecerse unos servicios mínimos aprobados pro el Ministro de Trabajo.

Cualquier abuso en el disfrute de este derecho será denunciante ante la Industrial Court.

#### **7.5.- SEGURIDAD SOCIAL.**

El Fondo Nacional de Seguridad Social (NSSF) fue creado a través del National Social Security Fund Act de 1965. El Consejo de Administración del Ministerio de Trabajo 34 opera y gestiona este organismo. Es el encargado de proveer protección social a los trabajadores, tanto en el sector formal como informal. El Ministerio de Trabajo debe publicar en la Gazette la descripción y tipo de empleados y empleadores que tienen la obligación de afiliarse. La ley también prevé el registro voluntario. El NSSF se encarga de su inscripción, de la recaudación de las contribuciones, de su gestión y del pago de los beneficios que surjan a favor de los afiliados. La contribución al fondo varía en función del salario del trabajador. La media está en un 5% del sueldo mensual, esta cantidad se iguala por parte del empleador para contribuir al NSSF. El mínimo establecido es de 1,78 euros por empleado y empleador, siendo la suma mínima mensual 3,56 euros. No hay un máximo fijado. El NSSF puede proveer al afiliado con diferentes beneficios o ayudas. La pensión de jubilación puede solicitarse a partir de los 55 años o cuando se ha estado realizando un trabajo con paga regular. La pensión de retiro puede solicitarse entre la edad de 50 y 55 años siempre y cuando el trabajador haya percibido regularmente un salario. La pensión de invalidez pueden solicitarla los contribuyentes que hayan sido diagnosticados con una incapacidad

permanente para trabajar mental o física. También pueden solicitarla si tienen 50 años y una incapacidad parcial para trabajar de carácter permanente. La institución otorga también un subsidio por defunción. La ley prevé un subsidio para emigrantes que se dirijan a un país con el que Kenia no tenga acuerdo bilateral y tengan la intención de regresar. Las condiciones para ser titulares de estas pensiones o beneficios se establecen en el National Social Security Fund Act Trust Bill.

# **ANEJO 11**

## **Estudio de viabilidad económica**



## **Anejo 11: Estudio de viabilidad económica**

### **ÍNDICE**

1. Introducción .....	3
2. Situación actual .....	3
3. Datos considerados para el estudio económico .....	4
3.1 Precios de las producciones de los cultivos .....	4
4. Costes de producción de los cultivos .....	6
5. Ingresos anuales .....	8
6. Flujo destruido .....	9
7. Coste del riego .....	9
8. Estudio de rentabilidad de la inversión .....	10
8.1 Consideraciones previas .....	10
8.2 Estudio de rentabilidad .....	11
8.3 Estudio de viabilidad .....	13
9. Conclusiones .....	13

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable o no.

Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. El primero es un indicador de rentabilidad absoluta y el segundo es un indicador de rentabilidad relativa.

El VAN dice que una inversión es rentable y viable cuando es mayor de cero. El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero, da las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

Para calcular los índices señalados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 25 años, sobre la cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

La rotación de cultivos se repite cada 10 años, por lo tanto será de 2 ciclos y medio.

## **2.- SITUACIÓN ACTUAL.**

Actualmente la finca objeto se dedica al pastoreo de las reses que tienen los grupos tribales que allí viven, siendo este un rendimiento muy bajo o prácticamente nulo, aunque pueda parecer que con la realización del proyecto ellos se quedarían sin tierra para sus reses, en la realidad quedaría suficiente terreno entre los pivots para dicho uso, y los restos de las cosechas suplirían con creces las dotaciones que tienen en la actualidad de comida para su ganado. Además que para ellos sería mucho más importante poder darles trabajo de vigilancia o de control de la finca pagándoles un salario semanal, consiguiendo con ello una satisfacción máxima y así con ello poder cubrir las necesidades básicas de su gente.

Por los motivos explicados a lo largo de estos anejos, de la posibilidad de desarrollar un proyecto de estas características, capaz de darle una nueva perspectiva a la agricultura kenyata y ayudar al desarrollo de nuevos proyectos en el país, se plantea la necesidad de transformar a regadío la finca objeto de

este proyecto, y así de esta forma procurar un aumento de los rendimientos de la misma consiguiendo una rentabilidad interesante para el promotor.

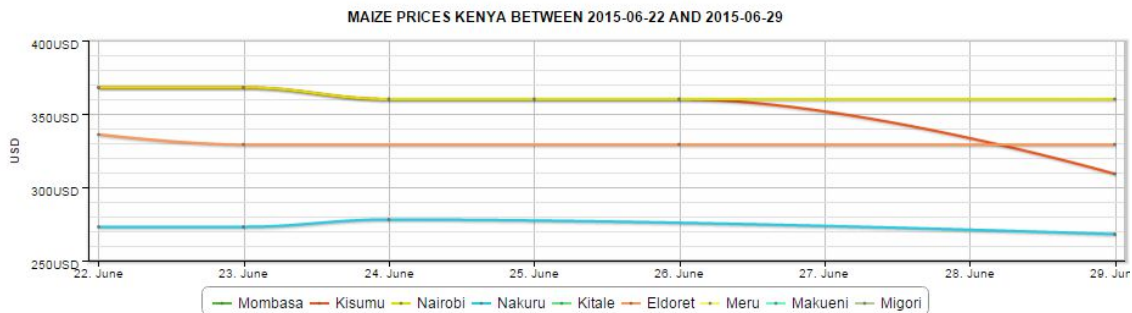
### **3.-DATOS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO ECONOMICO.**

En nuestro caso no vamos a valorar el posible beneficio de la actividad actual de la finca, ya que consideramos que el pastoreo del ganado podrá continuar ejerciéndose incluso con mayores proporciones de alimento ya que tendrá mucha más variedad de alimento, correspondiente de los restos de las diferentes cosechas que allí se cultiven, por lo tanto, no tendremos en cuenta ningún tipo de valor de la actividad actual.

Tampoco consideramos ingresos por ningún tipo de subvención, ya que en Kenia no existe como en España la PAC u ayudas semejantes.

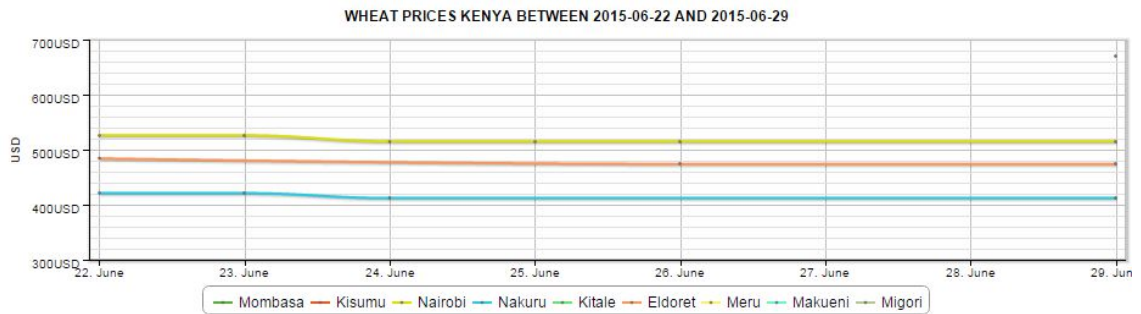
#### **3.1.- PRECIOS DE LAS PRODUCCIONES DE LOS CULTIVOS.**

A continuación se exponen los precios a fecha muy reciente de los valores de 1 tm de maíz.



En los últimos años ha crecido la demanda y el precio del maíz ha ido aumentando, llegando en estos momentos a un valor en el mercado de Mombasa de 370 USD/tm, o lo que es lo mismo 330, 81 €/tm, aunque como referencia vamos a tomar un valor más bajo ya que la media de los últimos cinco años está en 233,36 €/tn, con el fin de mantener un margen suficiente y que nos evite sorpresas de mercado

En el caso del trigo los precios son los siguientes:



El precio del trigo está situado en el mercado de Mombasa, en torno a los 520 USD/tm, o lo que es lo mismo 464,92 €/tm, al igual que con el maíz, aunque el precio este último año es alto, consideraremos el de la media de los últimos cinco años que es 225,44 €/tm.

No existe valoración de mercado sobre la Alfalfa, es un cultivo muy desconocido allí, aunque las grandes centrales de producción de leche están muy interesados en el cultivo, así como el mercado exterior, con ello podemos hacer una valoración estimada de 145 €/tm, obteniendo con ello una posibilidad de conocer con ello las dificultades y las peculiaridades de este cultivo en Kenia.

#### **4.- COSTES DE PRODUCCION DE LOS CULTIVOS.**

##### **4.1.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE TRIGO.**

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor grada discos	27
Labor cultivador- molón	24
Semilla (200 Kg/Ha a 0.27 Euros/Kg)	54
Siembra con sembradora	15
Herbicida y aplicación	27
Abono (300 Kg/Ha a 0.34 Euros/Kg)	102
Urea 46% (150 Kg/Ha a 0.26 Euros/Kg)	39
Aplicación abono y urea	9
Recolección	90
Transporte	4
Varios, etc.	18
<b>TOTAL .....</b>	<b>442</b>

#### 4.2.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE MAIZ.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o fresadora	48
Semilla (90000 plantas/Ha x 3.6 €/1000 plantas)	324
Siembra con sembradora a golpes	36
Herbicida y aplicación	27
Abono (950 Kg/Ha a 0.304 Euros/Kg)	288,80
Desinfección suelo	5
Inyección de N en la red de riego	150
Insecticida y aplicación	25
Recolección	100
Transporte	10
Varios, etc.	20
<b>TOTAL .....</b>	<b>1066.80</b>

#### 4.5.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE ALFALFA.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/ arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o 1 cult.- molon+fresadora	48
Semilla (40 Kg/Ha x 8 €/Kg)	320
Siembra con sembradora	20
Insecticidas y aplicación (5 años)	290
Abono presiembra (500 Kg/Ha a 0.304 €/Kg)	152
Abono de mantenimiento (400 Kg/Ha	560

x 0.35 x 4 años)	
Siega (8 cortes/año x 4 años x 20 €/corte)	640
Hilerado (8 cortes/año x 4 años x 20 €/corte)	640
Empacado/ Recogida + Transporte (2.5 Tm/Ha y corte x 12 €/Tm x 8 cortes/ año x 4 años)	960
Reparación y mantenimiento maquinaria	20
<b>TOTAL .....</b>	<b>3683 (4 años) 920.75 € (1 año)</b>

### 5.- INGRESOS ANUALES.

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo. El precio de los productos puede variar de un año a otro, por eso se ha tomado un precio que sea razonable teniéndose en cuenta los precios de años anteriores.

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación los ingresos que se obtienen son los siguientes:

<b>CULTIVO</b>	<b>Producción (Tm/Ha)</b>	<b>Precio (€/Tm)</b>	<b>Ingresos (€/Ha)</b>
<b>TRIGO</b>	Grano: 4,5 tm	225,44	1.014,48 €
<b>ALFALFA</b>	Rama: 15 tm	145	2.175 €
<b>MAIZ</b>	Grano: 11 tm	233.36	2.566,96 €

## **6.- FLUJO DESTRUIDO.**

Es el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual, es decir, en nuestro caso este valor es cero.

## **7.- COSTE DEL RIEGO.**

Los costes derivados del consumo de agua en nuestro proyecto son solamente aquellos costes energéticos, producidos para realizar el movimiento de las ruedas de las máquinas pivot, es decir el diésel de consumo del grupo generador, el cual proporciona la energía suficiente para el movimiento de las ruedas de los pivot.

En nuestro caso, no tenemos coste de consumo de agua, ni tenemos coste de bombeo ya que tenemos presión natural en la finca, debido a la diferencia de cota entre el punto de captación en el río y la posición de las maquinas pivot en la finca.

Para el cálculo del coste de la energía eléctrica es necesario conocer el tiempo de funcionamiento de los grupos generadores y del coste de la energía consumida. En este caso la energía eléctrica para el accionamiento de los equipos se realiza por medio de grupos electrógenos diesel, así por lo tanto, solo se tendrá en cuenta el consumo de combustible de estos.

De esta forma realizando un estudio de los consumos de combustible, se establece que el precio del agua consumida es de 7,60 €/1000 m<sup>3</sup>.

Este coste de combustible multiplicado por el número de m<sup>3</sup> de consumo por cultivo que tenemos en la tabla siguiente, conoceremos el coste/ha.

<b>Cultivo</b>	<b>Consumo anual (mm)</b>	<b>Consumo anual (m<sup>3</sup>/Ha)</b>	<b>Coste €/ha</b>
<b>Trigo</b>	518.36	5183,6	39.39
<b>Maíz</b>	1115.25	11152,5	84.76



<b>Alfalfa</b>	1389.68	13896,8	105.56
----------------	---------	---------	--------

## **8.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.**

### **8.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS.**

El presupuesto de la inversión asciende a 2.944.735,65 €, además deberemos de añadir a este presupuesto un 13% de Gastos Generales 382.815,63 €, también añadiremos un 6% de beneficio industrial para la empresa ejecutora del proyecto, 176.884,14 € lo que hace un total de 3.504.235,42 €.

Por último tendremos en cuenta uno impuestos relacionados con las diferentes Tasas y Aranceles que conlleva la ejecución de este tipo de obra que se estima en el 21% y que asciende a un valor de 735.894,44 €.

Finalmente el presupuesto total asciende a **4.240.124,86 €.**

Los beneficios anuales serán los calculados anteriormente y serán fijos. No se tendrá en cuenta el factor que juega la inflación.

No se considerará el valor residual de los elementos de la explotación.

El flujo destruido es cero €. En el coste de la mano de obra se tiene en cuenta, que será dirigida por un encargado de la finca, el cual costará en torno a los 152.000 €/año, entre su salario y su manutención. Luego deberá contar con trabajadores locales para la seguridad y mantenimiento de la infraestructura y la maquinaria de la finca. Se estima que el coste de la mano de dicha mano de obra de unas 18 personas locales será de 20.500 €/año.

Por otro lado tenemos un coste de alquiler de la tierra de 60 €/ha, multiplicado por las 860 has que se alquilan suma un total de 51.600 €/año. Y un coste dedicado a la reparación y mantenimiento de los equipos de riego y posibles averías de 15.000 €.

En total suman unos costes fijos anuales de alquiler y personal de 187.500 €.

Por otro lado durante la fase de ejecución de la obra, se contará con personal local para los trabajos más sencillos, pero se contratará gente cualificada del lugar de origen del promotor, con el fin de asegurarse el buen montaje y ejecución de la obra, ya que dadas las circunstancias del lugar donde se implanta, es importante que el personal tenga la más amplia experiencia en el montaje y construcción de este tipo de obra. Por ello, hay que tener en cuenta que aunque en el presupuesto ya esté contemplado la mano de obra al precio de su mercado, hay que prever todo lo relacionado a la

manutención, es decir, hospedaje, comida, desplazamientos, así como visados y los vuelos internacionales. Todo ello está contemplado dentro de la partida de gastos generales.

Se estima una vida útil de la instalación de 25 años.

En un principio no se establece ningún tipo de ayudas a la conversión a regadío de la finca, aunque en su momento será muy importante luchar bien las concesiones del alquiler de la tierra, la captación de agua en el Río Galana sin limitaciones y la compra del cereal por parte del gobierno al precio que marque el mercado en su momento o un precio fijo que garantice la viabilidad del proyecto.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el estudio de rentabilidad económica

## **8.2.- Estudio de rentabilidad.**

Por medio de una hoja de cálculo se calcula los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta los cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

AÑO	brotes cultivos	COBRO FINA	SUBVENC	AGO CULTI	Gastos fijos	IS FINANCI	LUJO DESTI	AGO INVER	LUJO CAJA
0		2.968.087						4.240.125	-1.272.038
1	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
2	1381545,0		0	583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
3	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
4	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
5	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
6	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
7	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
8	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
9	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
10	1381545,0			583092,0	187500,0	395.422	0		215.531
11	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
12	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
13	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
14	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
15	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
16	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
17	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
18	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
19	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
20	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
21	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
22	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
23	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
24	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953
25	1381545,0			583092,0	187500,0	0	0		610.953

Pay Back=8

RESULTADOS	
Tasa Actualización (r%)	6,00%
VAN	3.627.651,59 €
TIR	21,12%
PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE	
Importe	2.968.087,00 €
Interés	6,00%
Amortización	10 años
Cuota Mensual	32.951,85 €
Cuota Anual	395.422,21 €
Total Pagado	3.954.222,10 €
CÁLCULO INTERÉS PRÉSTAMO	
Importe	0,00 €
Amortización	0 años
Cuota mensual	0,00 €
Interés	0,0%



### **8.3.- Estudio de viabilidad.**

A partir de los flujos de caja calculados en el apartado anterior se han calculado los índices de rentabilidad que se exponen a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN): 3.627.651,59 €
- Tasa Interna de Rentabilidad: 21,12 %.

### **9.- Conclusiones.**

El valor total de la inversión es de 4.240.124,86 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Se deberá de tener en cuenta que aunque la inversión resulte rentable desde el punto de vista de estos índices, para ello se tiene que contar con un 30% de la inversión como recursos propios.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión **es rentable**.