

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LADERA PARA  
EL CULTIVO DE MANDARINA EN LA AGRÍCOLA CAMPO VERDE  
S.A.C.”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**JHONATAN WILBER MANUEL CHILET HIDALGO**










**LIMA – PERÚ**

**2022**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	TSP_CHILET HIDALGO 11.01.23 rev final.docx (D157692143)
<b>Submitted</b>	2023-02-02 23:40:00
<b>Submitted by</b>	David Ricardo Ascencios Templo
<b>Submitter email</b>	dascencios@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	9%
<b>Analysis address</b>	dascencios.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP_HERBOZO CESAR.pdf</b> Document TSP_HERBOZO CESAR.pdf (D157407400) Submitted by: nmontalvo@lamolina.edu.pe Receiver: nmontalvo.unalm@analysis.arkund.com	 <b>8</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4175/arias-hidalgo-daniel-ab...">https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4175/arias-hidalgo-daniel-ab...</a> Fetched: 2022-06-13 00:02:07	 <b>11</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/amp/215644746-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html">https://docplayer.es/amp/215644746-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html</a> Fetched: 2022-09-19 09:33:47	 <b>5</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx</b> Document TSP-Chapoñan_Lourdes_17-09-2022 .docx (D144331953) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://sites.google.com/a/wiseconn.cl/wiki_es/introduction/main-components">http://sites.google.com/a/wiseconn.cl/wiki_es/introduction/main-components</a> Fetched: 2023-02-02 23:40:00	 <b>4</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP_GONZALES_JESUS 0.8.09.22.pdf</b> Document TSP_GONZALES_JESUS 0.8.09.22.pdf (D145680428) Submitted by: dascencios@lamolina.edu.pe Receiver: hpcbioinformatica.unalm@analysis.arkund.com	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Tesis-Diseno sistema de riego Los Altos de Ilalo-Martinez-Morillo2.pdf</b> Document Tesis-Diseno sistema de riego Los Altos de Ilalo-Martinez-Morillo2.pdf (D134094542)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>BRESLYN MANENA VERDESOTO TENORIO-TRABAJO FINAL.pdf</b> Document BRESLYN MANENA VERDESOTO TENORIO-TRABAJO FINAL.pdf (D142588949)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP FLORES TORRES_26.01.docx</b> Document TSP FLORES TORRES_26.01.docx (D157175260) Submitted by: liarf@lamolina.edu.pe Receiver: liarf.unalm@analysis.arkund.com	 <b>1</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LADERA  
PARA EL CULTIVO DE MANDARINA EN LA AGRÍCOLA  
CAMPO VERDE S.A.C.”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. JHONATAN WILBER MANUEL CHILET HIDALGO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Mg. Sc. GUILLERMO CLEMENTE AGUILAR GIRALDO  
Presidente

Dr. DAVID RICARDO ASCENCIOS TEMPLO  
Asesor

Mg. Sc. TORIBIO SEBASTIÁN SANTAYANA VELA  
Miembro

Mg. Sc. ERICK ABAD ROSALES ASTO  
Miembro

LIMA – PERU

2022

## **DEDICATORIA**

*Dedicado a mis padres Sonia y Wilber, a mis hermanos por su constante apoyo y motivación, y a mi profesor de básquetbol, Ernesto, quien fue como un padre para mí.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi asesor Dr. David Asencios Templo por su orientación y apoyo en la elaboración de este trabajo de suficiencia profesional.

A la empresa Ipesa Hydro S.A. por haberme permitido ser parte de su equipo desde el 2019 hasta el 2021 y haber podido desarrollar este proyecto que contribuyó a mi crecimiento profesional.

Finalmente, a la Universidad Nacional Agraria La Molina, y a la facultad de Ingeniería Agrícola, por haberme acogido y brindado la educación para ser un profesional competente con ética y valores. Los mejores recuerdos son de mi etapa universitaria.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemática.....	1
1.2. Objetivos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Riego por goteo .....	3
2.2. Componentes de un sistema de riego presurizado.....	3
2.2.1. Fuente de energía.....	3
2.2.2. Cabezal de riego .....	4
2.2.3. Dispositivos de control y regulación .....	6
2.3. Red de distribución.....	7
2.4. Emisores de riego .....	7
2.4.1. Goteros.....	7
2.4.2. Cintas .....	7
2.5. Evapotranspiración (ET) y evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ).....	8
2.5.1. Coeficiente de cultivo (K <sub>c</sub> ).....	9
2.5.2. Evapotranspiración del cultivo (ET <sub>c</sub> ).....	9
2.5.3. Método FAO Penman-Monteith.....	9
2.6. Diseño agronómico.....	10
2.6.1. Volumen mojado del suelo .....	10
2.6.2. Número y disposición de emisores .....	11
2.6.3. Frecuencia y tiempo de riego.....	12
2.7. Automatización .....	12
2.8. Consideraciones para laterales y tuberías terciarias .....	17
2.9. Cálculo de divisoras y laterales según pendiente .....	18
2.10. Consideraciones para tuberías secundaria y principal.....	19
2.11. Condiciones agroclimáticas y principales labores para el cultivo de cítrico.....	22
2.11.1. Clima .....	22
2.11.2. Suelo .....	22
2.11.3. Riego.....	23

<b>III. DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>24</b>
3.1. Ubicación política.....	24
3.2. Ubicación geográfica.....	24
3.3. Extensión y topografía.....	25
3.4. Fuente de agua.....	25
3.5. Clima .....	25
3.6. Suelo.....	25
3.7. Diseño agronómico.....	25
3.7.2. Consideración del emisor y número de mangueras por hilera.....	26
3.7.3. Consideraciones del tiempo de riego por turno .....	27
3.8. Diseño hidráulico .....	28
3.8.1. Criterio de velocidad .....	28
3.8.2. Criterio de seguridad .....	29
3.8.3. Dimensionamiento de válvulas hidráulicas .....	30
3.8.4. Determinación de la orientación de siembra y ubicación de válvulas hidráulicas .....	31
3.9. Diseño de los equipos de cabezal de riego .....	32
3.9.2. Dimensionamiento del manifold .....	33
3.9.3. Dimensionamiento del filtro de riego.....	34
3.10. Diseño de la automatización.....	35
3.11. Experiencias y aportes personales .....	36
3.12. Beneficios de la empresa debido a la contribución profesional .....	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
4.1. Diseño agronómico.....	41
4.1.1. Cálculo de las necesidades hídricas del cultivo.....	41
4.1.2. Cálculo del coeficiente de cultivo (Kc) .....	42
4.1.3. Cálculo de reservorio según oferta y demanda hídrica del cultivo.....	42
4.1.4. Selección del emisor de riego.....	43
4.1.5. Cálculo de la capacidad de riego del sistema y tiempo de riego por turno ...	43
4.2. Diseño hidráulico .....	45
4.2.1. Diseño de las subunidades de riego.....	45
4.2.2. Diseño de la matriz e identificación de parcelas críticas.....	49
4.2.3. Puntos de operación de la bomba de riego y dimensionamiento.....	54
4.3. Dimensionamiento del manifold de succión y descarga .....	57

4.4. Cálculo del número de tanques del filtro de gravas .....	59
4.5. Diseño del equipo de fertilización.....	61
4.6. Diseño de la automatización.....	64
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>73</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones técnicas de válvulas DNL.....	18
Tabla 2: Resumen del diseño agronómico del proyecto.....	46
Tabla 3: Presión de regulación, caudal y diámetro de válvula de cada subunidad.....	50
Tabla 4: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 1 .....	51
Tabla 5: Pérdida de carga total - parcela crítica del turno 2 .....	51
Tabla 6: Pérdida de carga total - parcela crítica del turno 3 .....	52
Tabla 7: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 4 .....	52
Tabla 8: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 5 .....	52
Tabla 9: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 6 .....	52
Tabla 10: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 7 .....	53
Tabla 11: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 8 .....	53
Tabla 12: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 9 .....	53
Tabla 13: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 10 .....	53
Tabla 14: Cálculo de ADT por turno de riego.....	55
Tabla 15: Cálculo de caudal con 5% de seguridad por turno de riego .....	56
Tabla 16: Puntos de operación del sistema y presión ofertada de la bomba de riego .....	56
Tabla 17: Diámetro de la succión y descarga del manifold.....	58
Tabla 18: Diámetro de tanque, caudal de operación y retrolavado según modelo .....	60
Tabla 19: Parámetros de operación de la mesa de fertilización .....	62
Tabla 20: Nodos asignados para las válvulas hidráulicas del proyecto.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ilustración de la carga dinámica total (CDT).....	4
Figura 2: Esquema del porcentaje de suelo mojado en riego localizado.....	11
Figura 3: Disposiciones frecuentes de los emisores en el riego localizado de árboles .....	12
Figura 4: Nodo RF-X1 .....	14
Figura 5: Nodo RF-C1 .....	15
Figura 6: Nodo RF-M1 .....	15
Figura 7: Red de monitoreo Dropcontrol .....	16
Figura 8: Disposición de laterales según pendiente topográfica .....	19
Figura 9: Relé hidráulico Galit .....	20
Figura 10: Arco de riego horizontal con válvula cinética de 1” .....	21
Figura 11: Ubicación geográfica del fundo Campo Verde.....	24
Figura 12: Interfaz de usuario del software CROPWAT .....	26
Figura 13: Parámetros de diseño – Irricad.....	28
Figura 14: Database del lateral de riego HYDRO PC .....	29
Figura 15: Datos de válvula hidráulica Bermad .....	30
Figura 16: Orientación del sentido de siembra en las parcelas 1 y 23.....	31
Figura 17: Velocidad recomendada en la succión de la bomba .....	34
Figura 18: Presencia de piedras en la excavación de zanjas.....	37
Figura 19: Esquema de conexión tubo de HDPE y PVC de 200 mm .....	37
Figura 20: Esquema de conexión del desfogue de tubería terciaria de 63 mm .....	37
Figura 21: Área adicional de 0.7 ha no contemplada inicialmente .....	39
Figura 22: Diseño hidráulico final con el área adicional de 0.7 ha .....	39
Figura 23: Detalle de zanja para la instalación de tubo de PVC .....	40
Figura 24: Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ) para la estación Von Humboldt .....	41
Figura 25: Conducción por gravedad de R1 a R2 .....	43
Figura 26: Distribución de turnos de riego del proyecto Campo Verde.....	44
Figura 27: Ubicación de válvula hidráulica en la subunidad de riego 23.....	47
Figura 28: Presión máxima y mínima de subunidad 23 (válvula en elevación 175 m).....	48
Figura 29: Presión máxima y mínima de subunidad 23 (válvula en elevación 153 m).....	48
Figura 30: Ubicación de parcelas críticas.....	51
Figura 31: Puntos de operación en la curva de la bomba 80-315.....	57

Figura 32: Succión positiva con manguera flotante .....	58
Figura 33: Esquema de la descarga del cabezal de riego .....	59
Figura 34: Pérdida de carga en filtro según caudal de retrolavado .....	61
Figura 35: Filtro de grava de 6 cuerpos de 36” modelo F650 .....	61
Figura 36: Mesa de fertilización con tres canales de inyección .....	63
Figura 37: Tanque de dilución de 2500 l y bomba Q-pump de 7.5 HP.....	64
Figura 38: Tanques de almacenamiento de 1100 l y bomba blower de 3.5 HP .....	65
Figura 39: Tanques de almacenamiento de 1100 l y bomba blower de 3.5 HP .....	67
Figura 40: Ubicación de nodos RF-X1 en válvulas 1, 3 y 7.....	67
Figura 41: Nodo RF-C1 instalado en la caseta de riego .....	68
Figura 42: Nodo RF-X1 con barra de 7 solenoides BERMAD.....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: CATÁLOGO DEL EMISOR.....	74
ANEXO 2: BASE DE DATOS DEL FABRICANTE DEL EMISOR DE RIEGO.....	76
ANEXO 3: CATÁLOGO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS BERMAD SERIE 100.....	78
ANEXO 4: CATÁLOGO DE FILTROS DE GRAVAS Y AMIT.....	82
ANEXO 5: ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA DE POZO ALEDAÑO AL PROYECTO.....	88
ANEXO 6: DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS – IRRICAD.....	90
ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE PARCELAS CRÍTICAS – IRRICAD.....	93
ANEXO 8: PRESIÓN Y CAUDAL DEMANDANTE DE LOS TURNOS DE RIEGO – IRRICAD.....	98
ANEXO 9: CURVAS DE LA BOMBA DE RIEGO Y FICHA TÉCNICA.....	100
ANEXO 10: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	103
ANEXO 11: PLANO DE UBICACIÓN DEL POZO.....	106
ANEXO 12: PLANO TOPOGRÁFICO.....	108
ANEXO 13: PLANO DE INSTALACIÓN.....	110
ANEXO 14: PLANO DE AUTOMATIZACIÓN.....	115
ANEXO 15: PLANOS DE CABEZAL DEL FILTRADO.....	117
ANEXO 16: PLANO DE ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN.....	119

## RESUMEN

La falta de suelos francos retentivos, profundos con bajas a moderadas pendientes para la agricultura de exportación, obliga al uso de los suelos arenosos, pedregosos con altas velocidades de infiltración y fuertes pendientes, que se encuentran generalmente en los intervalles, en las laderas de los cerros y lechos de aluviones los cuales pueden ser utilizados con sistemas de riego presurizados que permitirá el uso de agua uniforme y eficiente. El presente trabajo consistió en realizar el diseño agronómico, hidráulico y automatización de un sistema de riego por goteo en ladera para el cultivo de mandarina en el fundo Campo Verde ubicado en el distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima. La extensión sobre la cual se desarrolló el presente trabajo corresponde a 24.82 ha netas. El relieve accidentado en algunas zonas del terreno fue determinante en el diseño agronómico, el cual se estableció en 10 turnos de riego con dos líneas de laterales por cada hilera de cultivo, un caudal del gotero autocompensado de 3.6 l/h y un distanciamiento entre estos de 0.40 m. La red hidráulica se diseñó con el *software* Irricad, el sector sur está comprendida por tuberías primarias, secundarias y terciarias de HDPE porque se tiene una textura arenosa con alto porcentaje de piedra, para el sector norte las tuberías son de PVC porque la textura es de tipo franco arenoso. El diámetro mayor y menor que se obtuvo fue de 200 mm en la conducción y de 50 mm en la tubería terciaria. La estación de bombeo está dimensionada para el punto de operación que requiere una altura dinámica total (ADT) de 64 m, y un caudal máximo de operación de 53 l/s, cuya eficiencia del 78% según la curva de la bomba nos determina una potencia nominal del motor de 75 HP. El sistema de filtrado está conformado por tanques de grava de 6 cuerpos de 36", con un caudal de retrolavado de 45 m<sup>3</sup>/h. El sistema de automatización consideró un controlador de la marca Wiseconn, el cual a través de sus nodos RF-X1 y RF-C1 permitió operar y monitorear los componentes del cabezal de filtrado y las válvulas hidráulicas de campo.

**Palabras clave:** riego por goteo, automatización, bombeo, mandarina, Irricad.

## ABSTRACT

The lack of retentive loam soils, deep with low to moderate slopes for export agriculture, forces the use of sandy, stony soils with high infiltration rates and steep slopes, which are generally found in the inter valleys, on the slopes of the hills and alluvial beds which can be used with pressurized irrigation systems that will allow the use of uniform and efficient water. The present work consisted of the agronomic, hydraulic and automation design of a hillside drip irrigation system for mandarin cultivation in the Campo Verde farm located in the district of Huacho, province of Huaura, Lima region. The area on which the present work was developed corresponds to 24.82 ha net. The rugged relief in some areas of the land was a determining factor in the agronomic design, which was established in 10 irrigation shifts with two lateral lines for each row of crops, a self-compensated dripper flow rate of 3.6 l/h and a distance of 0.40 m between them. The hydraulic network was designed with Irricad software, the southern sector is comprised of primary, secondary and tertiary HDPE pipes because it has a sandy texture with a high percentage of stone, for the northern sector the pipes are made of PVC because the texture is sandy loam. The largest and smallest diameters obtained were 200 mm in the conduction and 50 mm in the tertiary pipe. The pumping station is sized for the operating point that requires a total dynamic head (THD) of 64 m, and a maximum operating flow of 53 l/s, whose efficiency of 78% according to the pump curve determines a nominal motor power of 75 HP. The filtration system consists of 36" 6-body gravel tanks, with a backwash flow rate of 45 m<sup>3</sup>/h. The automation system considered a Wiseconn controller, which through its RF-X1 and RF-C1 nodes allowed to operate and monitor the components of the filtering head and the hydraulic field valves.

**Keywords:** drip irrigation, automation, pumping, mandarin, Irricad.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La agricultura de la costa peruana representa el 68 por ciento de la producción agrícola del país y el mismo porcentaje de las exportaciones agrícolas, también concentra el 53 por ciento de la población y el 80 por ciento de la producción nacional. Sin embargo, su provisión de agua enfrenta serios desafíos, pues solo cuenta con el 1.8 por ciento del total de agua que se produce (Iberico, 2016), además en la agricultura se utiliza el 86 % del agua dulce y la eficiencia de riego de los proyectos de irrigación varía del 35- 40 %. Motivo por el cual el uso del riego presurizado como el goteo, microaspersión y aspersión es más extensivo debido a que permite un riego uniforme y eficiente, ahorrando el recurso hídrico y debido a un adecuado monitoreo, control y programación del agua y nutrientes permite obtener altos rendimientos y utilidades para los agricultores.

El cultivo de mandarina, dentro de todos los cítricos que se producen en el Perú, ocupa el primer lugar en la exportación debido a que representa, aproximadamente el 80% de los envíos totales (Seva, 2020). Incluso en el 2020, a pesar de la pandemia y la crisis económica, las exportaciones de mandarina se incrementaron en un 40% con respecto al año anterior, alcanzando las 200 000 toneladas de mandarina exportada (Ernst, 2021).

El presente trabajo presenta un diseño de riego por goteo para el cultivo de mandarina en ladera en el fundo Campo Verde, ubicado en el distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima.

### **1.1. Problemática**

La escasez de tierras “buenas” para la agricultura moderna, obliga al uso de terrenos eriazos, entre los cuales están los inter valles, las laderas de los cerros y lechos de aluviones. El uso y siembra de estos interfluvios costeros con cultivos de exportación es común de observar, debido a que mediante el riego por goteo o microaspersión es posible llevar el recurso hídrico

hasta el pie de cada planta mediante tuberías y emisores. Empresas agroindustriales, tales como Athos, La Calera, Inkasberries y Campo Verde son claros ejemplos de que es posible hacer agricultura de exportación en terrenos que antiguamente no se les daba uso.

## **1.2. Objetivos**

El objetivo general fue diseñar el sistema de riego por goteo en ladera para el cultivo de mandarina en el fundo Campo Verde.

Los objetivos específicos fueron:

- Desarrollar el diseño agronómico e hidráulico para el sistema de riego del cultivo de mandarina y
- Desarrollar el diseño de la automatización de las válvulas hidráulicas, fertilización, bomba de riego y filtro para una adecuada operación del sistema hidráulico.



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Riego por goteo**

El riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo este, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que solo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo (Fernández et al., 2010).

Los riegos localizados se pueden agrupar según el caudal que proporcionan los emisores de riego. Suele englobarse con el término de “riego por goteo” a todos los riegos localizados en los que se aplica bajo caudal, utilizando los emisores denominados goteros. Los riegos localizados de auto caudal pulverizan el agua, que se distribuye a través del aire hasta el suelo y suelen aplicarse con los emisores denominados microaspersores y difusores (Fernández et al., 2010).

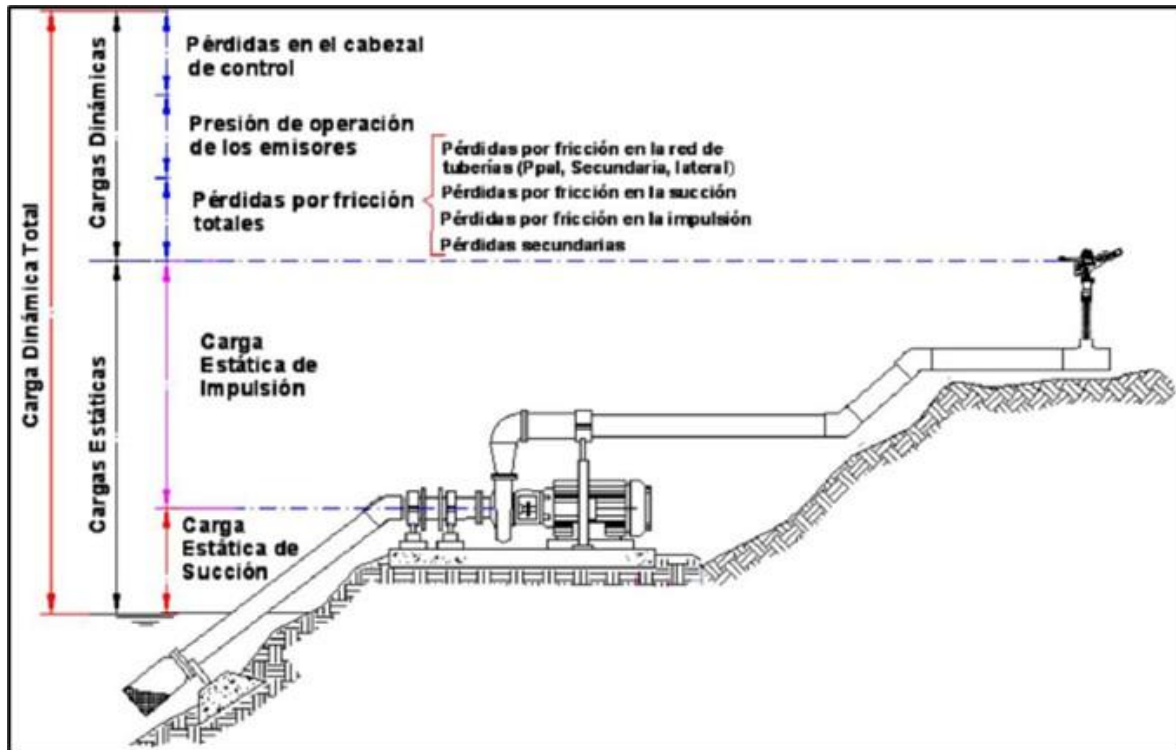
Las instalaciones de riego localizado no solo permiten aplicar el agua a los cultivos, sino que ofrecen la posibilidad de aportar fertilizantes y otros productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, etc.). En este caso, es el agua la que se encarga de hacer llegar los fertilizantes hasta las raíces de la planta, bien de forma continuada o intermitente (Fernández et al., 2010).

### **2.2. Componentes de un sistema de riego presurizado**

#### **2.2.1. Fuente de energía**

Según Mendoza (2013), los sistemas de riego por goteo necesitan de una fuente de energía para provocar la circulación del agua, superar las pérdidas de energía en el filtrado, tuberías y accesorios, y ofrecer a los emisores la presión necesaria. Esta energía necesaria puede obtenerse mediante equipos de bombeo (accionados por motores de combustión interna o motores eléctricos) o mediante la energía potencial que se genera a partir de la diferencia

topográfica entre el sitio de derivación del agua y la parcela de riego. A su vez, el total de la energía potencial para el funcionamiento adecuado del sistema se conoce como carga dinámica total (CDT). El caudal y la CDT determinan la potencia de la bomba. Los diferentes componentes se muestran en la Figura 1.



**Figura 1: Ilustración de la carga dinámica total (CDT)**

FUENTE: Mendoza (2013)

### 2.2.2. Cabezal de riego

Según Fuentes (1999), el cabezal de riego o de control comprende un conjunto de componentes que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes. Del cabezal depende, en gran parte, el éxito o fracaso del sistema de riego, por lo que debe prestarse una gran importancia a su instalación, debido a que desde este se regula el suministro de agua y un gran número de prácticas agrícolas, tales como la fertilización y la aplicación de pesticidas.

#### a. Equipo de filtrado

El sistema de filtrado es el componente principal del cabezal, compuesto por distintos tipos de filtros con los que se pretende eliminar las partículas y elementos que lleva

el agua en suspensión que pueda ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, principalmente los emisores (Fernández et al., 2010).

Según Fuentes (1999), el filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas).

- **Filtro de arena:** sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias, restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas, precipitados químicos). Consiste en un depósito metálico, de forma cilíndrica, en cuyo interior circula el agua a través de varias capas de arena silíceo o granítica.
- **Filtro de anillas:** están constituidos por anillas planas de material plástico provisto de ranuras. Las anillas están colocadas una sobre otra y comprimidas, formando el elemento filtrante.

#### **b. Sistema de fertirrigación**

En la actualidad, los sistemas de fertirrigación constan de los siguientes componentes:

- **Tanque y bomba de mezcla:** se tiene un tanque enterrando usualmente de 2500 L, donde se realiza la mezcla del fertilizante con el agua y recirculación. Para ello, se usa una bomba Q-pump de 7.5 HP de acero inoxidable, que se encarga de la recirculación de la mezcla y su posterior derivación hacia los tanques de almacenamiento.
- **Tanque de almacenamiento:** se tiene tanques de polietileno con capacidades de almacenamiento desde 1100 L, 2500 L, 5000 L y 10 000 L. Generalmente, se usa un tanque para cada producto (N, P, K) y microelementos que requiera el cultivo. Estos deben tener una salida de donde se extraerá el fertilizante hacia el sistema y una purga que se utilizará para el lavado y mantenimiento del tanque.
- **Dosificadores de abono:** extraen el abono de un depósito sin presión y lo inyectan en la red a una presión superior a la red del agua de riego. Su accionamiento puede ser eléctrico, hidráulico o por motor de combustión, lo que tiene consecuencias en la automatización de la instalación. En general, inyectan una cantidad de fertilizante no proporcional al volumen de agua de riego, pero algunos modelos presentan variantes que los hacen proporcionales, lo que facilita su automatización.

- **Inyector Venturi:** utiliza un diferencial de presión producido por la estrangulación de una válvula hidráulica entre la entrada y salida del venturi para crear una zona de baja presión, o vacío, en el cuello del inyector. Este vacío lleva los productos químicos de manera eficiente a la línea de agua presurizada y elimina la necesidad de una bomba de inyección química separada.
- **Mesa de fertilización:** sistema de dosificación sofisticado de tipo proporcional, ya que permite controlar parámetros como pH y conductividad eléctrica (CE). Es un sistema modular, debido a que emplea canales, donde cada uno corresponde a un tipo de fertilizante o ácido. Puede controlar hasta cinco canales con tasas de inyección de hasta 1000 l/h como máximo. Asimismo, estas vienen con una bomba de fertilización de acero inoxidable, que se encarga de la succión del fertilizante y suministrar el diferencial de presión necesario para inyectar a la red presurizada. Estas mesas, puede integrarse al sistema de automatización ya que vienen con un controlador que permite la comunicación entre ambos componentes. Entre los modelos de mesas que más se utilizan en el mercado, están las de la marca Netafim que son: Fertikit3G, NetaFlex3G y NetaJet3G.

### 2.2.3. Dispositivos de control y regulación

Son aquellos elementos necesarios para el monitoreo del sistema. Según Pizarro (1996), los diferentes dispositivos de medida utilizados en una instalación de riego por goteo son:

- **Manómetros:** utilizados para medir la presión en distintos puntos de la red de riego.
- **Contador o medidor de agua:** se encarga de medir el caudal instantáneo. El caudal tiene como medida más exacta la medición del paso de un volumen de agua.
- **Regulador de presión:** válvula que mantiene la presión aproximadamente constante, en unos casos aguas arriba del regulador y en otras aguas abajo. En el primer caso se denominan válvulas sostenedoras de presión; y, en el segundo, reductores de presión.
- **Válvulas de paso:** sirven para abrir o cerrar una conexión o tubería. Cerrando parte de ella sirven también para regular la presión aguas abajo, disminuyéndola hasta alcanzar la presión adecuada. Estas pueden ser de diferente tipo: válvula compuerta, mariposa, de bola o esfera, hidráulica, multivía y electroválvula (Moya, 1998).

### 2.3. Red de distribución

Pizarro (1996) sostiene que, desde el cabezal hasta los goteros, el agua se distribuye por una extensa red de tuberías.

Se pueden diferenciar en las siguientes:

- **Tubería principal:** conduce el agua desde el cabezal hasta las unidades de riego.
- **Tuberías subprincipales o secundarias:** unen entre si las distintas subunidades.
- **Tuberías terciarias:** unen las tuberías portagoteros a las subprincipales. Pueden ser de PVC o polietileno.
- **Tuberías portagoteros:** de polietileno y llevan los goteros insertados en ella. Los diámetros de estas tuberías son de 12 mm, 16 mm y 20 mm.

### 2.4. Emisores de riego

Según Pizarro (1996), se clasifican de la siguiente forma:

#### 2.4.1. Goteros

Existe una gran variedad de goteros de diferente forma y configurar para disipar la presión. Los más utilizados operan con caudales entre 1 y 4 l/h. Los principales goteros que se usan en la actualidad son:

- **De laberinto:** son de largo conducto que obliga al agua a un recorrido en forma tortuosa y perder presión; de régimen turbulento, poco sensibles a la temperatura y a las obstrucciones.
- **Tipo Vortex (de botón):** en este caso el agua después de atravesar un orificio ingresa a una pequeña cámara en forma tangencial originando un movimiento en espiral que ocasiona una pérdida de carga y luego sale en forma de gota.

#### 2.4.2. Cintas

Poseen emisores, normalmente espaciados entre 0.20 a 0.60 m. Su uso, es más frecuente en cultivos de temporada (hortalizas) y trabajan con presiones inferiores a 10 m. La pared de la cinta puede ser muy delgada (0.1 – 0.2 mm), razón por la cual tienen bajo costo.

Las cintas y mangueras de riego vienen de fábrica con los emisores ya incorporados, en una gran variedad de caudales y espaciamientos. También, se denominan interlínea o “*in line*”.

En cambio, los de botón o sobre línea “*un line*”, tienen la opción de poderse insertar manualmente en el lateral de riego.

Si los emisores tienen mecanismos de regulación de presión se clasifican en:

- **Autocompensados:** presentan la particularidad de mantener el mismo caudal, aunque varíe la presión. El flujo es turbulento y en su interior poseen una membrana de silicona (diafragma) que se deforma por la diferencia de presión del agua antes y después de la misma, modificando el conducto de paso y manteniendo el caudal constante. Su uso es más frecuente en terrenos ondulados, con pendientes pronunciadas y para longitudes extensas.
- **No autocompensados:** no tienen mecanismo de regulación de caudal y varía en función de la presión. Pueden funcionar con menor presión que los autocompensados y son más económicos. Sin embargo, para no perder la uniformidad del caudal del 10%, la longitud del lateral debe ser menor; así como el desnivel topográfico en la parcela menor a 3 m.

## 2.5. Evapotranspiración (ET) y evapotranspiración de referencia (ETo)

En un terreno ocupado por cultivos, el agua pasa del suelo a la atmósfera de dos formas diferentes: la evaporación, término que se ha convenido aplicar a la evaporación directa desde el suelo a la atmósfera y la transpiración, que es la evaporación desde los estomas de las plantas del agua que estas han absorbido del suelo. Al conjunto de ambos fenómenos se denomina evapotranspiración y se representa por ET. Hay que distinguir entre la ET que realmente se produce en un momento determinado y la máxima que en ese mismo momento produciría un cultivo verde que sombrease totalmente la superficie del terreno y con el suelo bien provisto de agua. Esta última se denomina evapotranspiración potencial y se representa por ETo.

La ET que realmente se produce en un momento determinado es función de una serie de factores climáticos, de la cubierta vegetal presente en ese momento y de la humedad disponible. Para normalizar los valores de ET se define la evapotranspiración de referencia (ETo) que se produciría en un determinado momento y lugar con una cubierta vegetal, definida como “una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15 cm de altura, uniforme, de crecimiento activo, que sombrea totalmente el suelo y que dispone de agua abundante (Pizarro, 1996).

### **2.5.1. Coeficiente de cultivo (Kc)**

Los efectos combinados de la transpiración del cultivo y la evaporación del suelo se integran en un coeficiente único del cultivo. El coeficiente único Kc incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo. Para la planificación normal del riego y propósitos de manejo, para la definición de calendarios básicos de riego y para la mayoría de los estudios de balance hídrico, los coeficientes promedios del cultivo son apropiados y más convenientes que los valores de Kc calculados con base diaria usando coeficientes separados de cultivo y suelo (Allen et al., 2006).

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

Se refiere a la evapotranspiración de un cultivo bajo condiciones estándar, sin considerar las enfermedades, contando con un suelo fértil y con aceptables condiciones de suelo y agua. El valor de la ETc indica la cantidad de agua que evapora y transpira la planta; que es similar a la necesidad de agua del cultivo, definida como la cantidad de agua que requiere la planta. Los conceptos son distintos pero los valores son los mismos, además, es importante considerar un adicional de agua aplicada para el lavado de sales (Allen et al., 2006).

Para determinar la evapotranspiración del cultivo se utiliza el método FAO, propuesto por Doorembos y Pruitt, en el que la ETc se estima mediante la relación:

$$ETc \approx ETo * Kc$$

Donde:

ETc: evapotranspiración del cultivo (mm/d).

ETo: evapotranspiración de referencia (mm/d).

Kc: coeficiente de cultivo (adimensional).

### **2.5.3. Método FAO Penman-Monteith**

Este método fue desarrollado haciendo uso de la definición de un cultivo de referencia hipotético, con una altura asumida de 0.12 m, con una resistencia superficial de  $70 \text{ s m}^{-1}$  y un albedo de 0.23, que representa la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activa y adecuadamente regado. Reduce las imprecisiones del método anterior de FAO-Penman y produce globalmente valores más consistentes con datos reales de uso de agua de diversos cultivos (Allen et al., 2006). La ecuación desarrollada para este método es:

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde:

$ET_o$  = Evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)

$R_n$  = Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$G$  = Flujo del calor de suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)

$T$  = Temperatura media del aire a 2m de altura (°C)

$u_2$  = Velocidad del viento a 2 m de altura (°C)

$e_s$  = Presión de vapor de saturación (kPa)

$e_a$  = Presión real de vapor (kPa)

$e_s - e_a$  = Déficit de presión de vapor (kPa)

$\Delta$  = Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

$\gamma$  = Constante psicométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

## 2.6. Diseño agronómico

El objetivo principal del diseño agronómico es conocer el valor máximo de la evapotranspiración, la cual puede variar a lo largo del año. Es así como, la instalación del sistema debe estar preparada para poder abastecer de suficiente cantidad de agua al cultivo cuando sus necesidades sean críticas (Fernández et al., 2010).

El valor de la evapotranspiración que se utiliza para el diseño es el máximo de todos, se denomina, también, evapotranspiración de diseño. Representa las necesidades netas, es decir, la cantidad de agua que requiere el cultivo para su desarrollo en periodos de máximas necesidades (García, 2003).

### 2.6.1. Volumen mojado del suelo

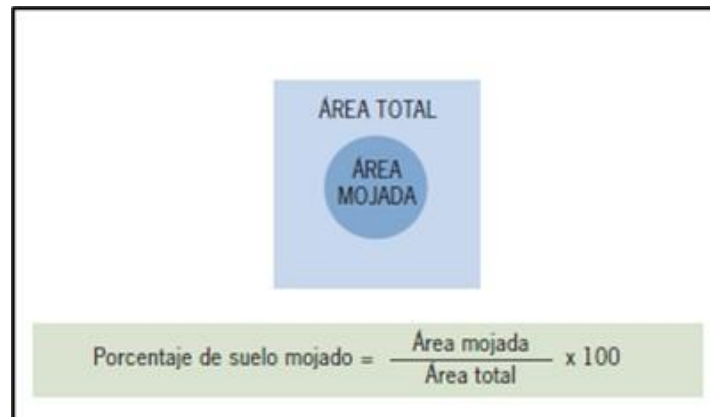
En riego localizado, el agua se aporta solo a una parte del suelo, por lo que a efectos de diseño se ha de establecer un mínimo volumen de suelo a humedecer, que debería ser suficiente para garantizar a la planta el suministro de agua necesaria para su desarrollo adecuado (Fernández et al., 2010).

Con fines prácticos de diseño, el concepto de volumen de suelo humedecido se sustituye por



el porcentaje de suelo mojado (P), que se define como la relación, expresada en porcentaje, entre el área mojada por los emisores y el área total que se riega tal como se muestra en la Figura 2 (Fernández Gómez et al., 2010). Se recomienda los siguientes valores:

- Frutales de marco de plantación amplio: 25% - 35%.
- Marco de plantación medio: 40% - 60%.
- Marco de plantación reducido (hortícolas): 70% - 90%.

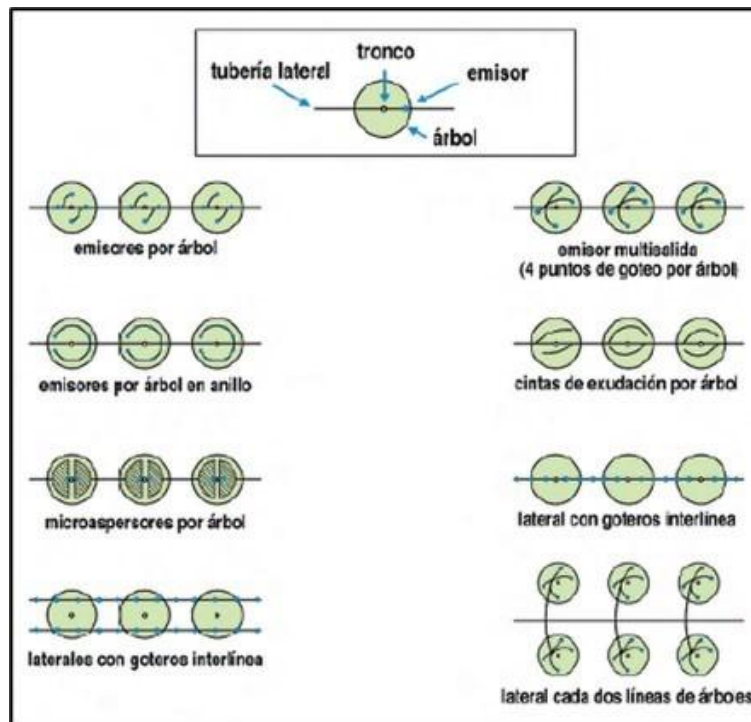


**Figura 2: Esquema del porcentaje de suelo mojado en riego localizado**

FUENTE: Fernández *et al.* (2010).

### 2.6.2. Número y disposición de emisores

Se debe tener en cuenta el marco de plantación de los cultivos, así como la densidad de plantación de estos. La principal consideración en cultivos de marcos amplios como los frutales es mojar la superficie bajo la copa del árbol, lo cual evitará pérdidas por evaporación; asimismo, se evita las pérdidas por infiltración profunda instalando número mayor de emisores, y en consecuencia aumentando el porcentaje de suelo mojado (Fernández et al., 2010). Las disposiciones más frecuentes de los emisores son tal como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3: Disposiciones frecuentes de los emisores en el riego localizado de árboles**

FUENTE: Fernández et al. (2010).

### 2.6.3. Frecuencia y tiempo de riego

La frecuencia de aplicación es el número de veces que se riega un tiempo determinado, mientras que el intervalo entre riegos es el tiempo transcurrido entre la aplicación de un riego y el siguiente (Fernández et al., 2010).

Para conseguir una alta eficiencia en riego localizado, se debe aportar el agua siguiendo la norma de “riegos cortos pero muy frecuentes”. El concepto de “alta frecuencia” en la práctica puede oscilar desde varios riegos en un mismo día, hasta intervalos de riego entre 3 y 4 días. El tiempo entre riegos no va a depender únicamente del cultivo, sino también de la relación existente entre el suelo, la planta, el clima y la calidad del agua (Fernández et al., 2010).

### 2.7. Automatización

Por muchas razones, los sistemas de riego por goteo deben ser operados automáticamente. En la actualidad, la totalidad de los proyectos de riego en las agroexportadoras son automatizados, en su mayoría usando la tecnología de radiofrecuencia. La marca pionera usada en territorio local es Talgil, de origen israelí, con su controlador DREAM2. Después,

está la marca WiseConn, de origen chileno, que recién está expandiéndose en territorio peruano.

Según Pizarro (1996), las ventajas de la automatización son muy variadas, entre ellas se tiene:

- Aunque en principio no tiene porqué mejorar la calidad del riego, en la práctica acaba ejerciendo un mejor control de la frecuencia y dosis de riego.
- Ahorra trabajo manual y permite mayor flexibilidad en la programación de las labores agrícolas.
- No sólo permite programar el riego, sino algunas operaciones ajenas, como fertirrigación, limpieza de filtros, etc.
- Puede controlar algunas situaciones desfavorables como averías en la red, bombas trabajando en seco, etc.
- Permite la aplicación del riego a pulsos.
- Facilita el registro de datos.

- **WiseConn – DropControl**

Es un sistema inalámbrico para el accionamiento remoto de válvulas solenoides, bombas hidráulicas y otros dispositivos ON/OFF, el cual realiza funciones de registro de monitoreo de sensores de un campo y permite controlar remotamente y/o programar dispositivos de accionamiento en terreno, mediante señales de control desde los dispositivos nodos, pertenecientes a una red. Estas señales permiten el accionar sobre distintos componentes hidráulicos de un campo (WiseConn, 2019).

Además, permite la comunicación entre la red de nodos y los distintos softwares que componen el sistema, para poder realizar el proceso de configuración de los dispositivos, realizar riegos y registrar y desplegar datos de monitoreo de los sensores que se encuentran en campo.

Los componentes principales son: red de nodos; y, plataforma DropControl.

- **Red de nodos**

Es un conjunto de dispositivos inalámbricos, los cuales están distribuidos en base a la configuración de una lógica hidráulica (bombas, estanques, válvulas, etc.) y sensores de

monitoreo de un campo. Los nodos se comunican con el *Kit Gateway*, el cual se conecta con un servidor, para realizar la conexión entre la red de nodos y la plataforma DropControl. El objetivo principal de la red de nodos es el accionamiento remoto de las válvulas solenoides, bombas, estanques y otros dispositivos ON/OFF. Además, del registro de datos de monitoreo de sensores climáticos y de condiciones de la parcela.

- **Nodo RF-X1 (nodo de monitoreo y control de campo)**

Es un dispositivo electrónico con comunicación inalámbrica, memoria de datos y conexión a sensores y actuadores, a través de tarjetas de expansión. Es el elemento fundamental de una red donde cada nodo se comunica entre sí, y si uno de estos no tuviera tarjetas de expansión, funcionaría como repetidor.

Puede controlar, monitorear y administrar múltiples procesos agrícolas en el campo. Aplica a estaciones de bombeo, fertilización, control de válvulas y monitoreos de campo. Sus cinco puertos de expansión pueden gestionar múltiples combinaciones de entradas y salidas. En la Figura 4 se muestra un ejemplar del nodo RF-X1.



**Figura 4: Nodo RF-X1**

FUENTE: WiseConn (2020).

- **Nodo RF-C1 (nodo de control de riego y fertirriego)**

Está especialmente diseñado para las labores de control local de una caseta de riego, con todas las ventajas de la sincronización con la plataforma DropControl en la nube. La lógica de registro hidráulico hace que el monitoreo sea robusto y, comunicado con otros nodos RF-C1 o los clásicos RF-X1, sea de una potencia sin igual. Asimismo, puede

comandar múltiples equipos de fertirriego y se puede expandir el número de entradas y salidas con el módulo MOD-C1. En la Figura 5 se muestra un ejemplar del nodo RF-C1.



**Figura 5: Nodo RF-C1**

FUENTE: WiseConn (2020).

- **Nodo RF-M1 (nodo de monitoreo de campo)**

El nodo de monitoreo de campo M1 es adecuado para tareas de monitoreo simples como parte de la red de DropControl o por sí solo. Tiene una combinación de entradas que le permite monitorear múltiples dispositivos, habilitar el acceso a los datos en tiempo real y almacenarlos de forma segura en la nube. En la Figura 6 se muestra un ejemplar del nodo RF-M1.



**Figura 6: Nodo RF-M1**

FUENTE: WiseConn (2020)

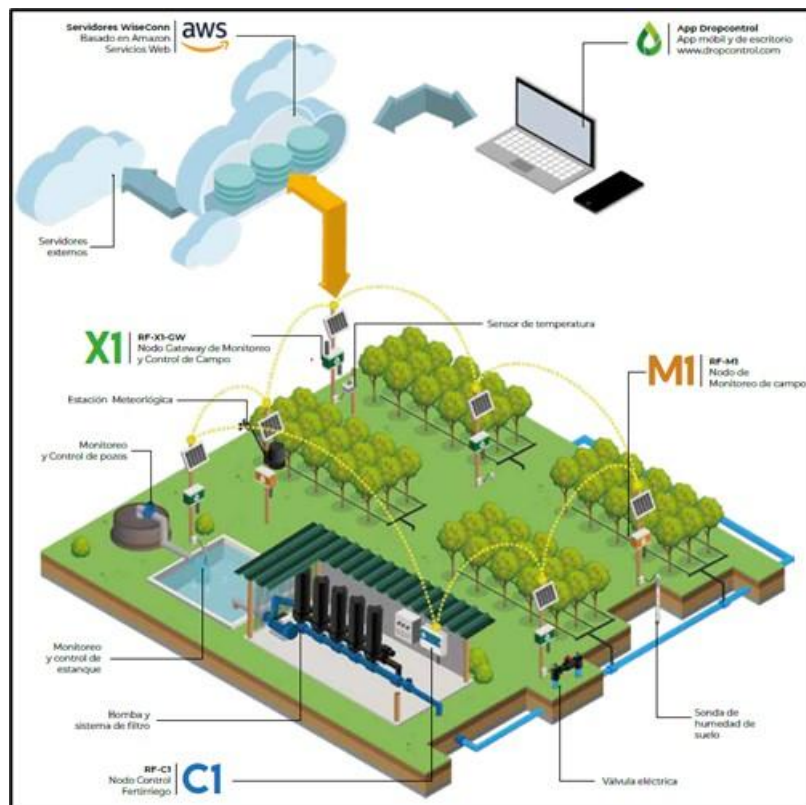
- **Nodo Gateway**

Es un tipo de nodo especial y principal de la red, ya que cumple la labor de comunicación con el servidor, para que de esta forma la red de nodos y plataforma web estén en constante comunicación, a través de internet. El nodo Gateway será el encargado de recibir la configuración y direccionarla al nodo X1 que corresponde, como también la programación de riegos. Es decir, cumple la tarea de ser el puente entre el resto de los nodos X1 y el servidor.

- **Tarjetas de expansión**

Son módulos que permiten conectar sensores o actuadores a los nodos. Existen diversos tipos de tarjetas de expansión, cada uno permite la conexión de distintos modelos o tipos de actuadores y sensores.

La interacción de todos los nodos descritos anteriormente, conforman una red de monitoreo del sistema de riego. Esto se observa en la Figura 7, donde se muestra una distribución típica de los distintos componentes del controlador Wiseconn dentro de un sistema de riego.



**Figura 7: Red de monitoreo Dropcontrol**

FUENTE: WiseConn (2020).

## 2.8. Consideraciones para laterales y tuberías terciarias

Cuando se instala riego por goteo en una ladera, es mejor usar emisores autocompensados, debido a que estos permiten aplicar una distribución más uniforme del agua en comparación a emisores estándar no autocompensados. Esto se debe a que, a medida que el agua es conducida en la tubería en contra de la pendiente, la presión del agua disminuye; y en caso contrario, la presión del agua aumenta cuando la tubería está a favor de la pendiente.

Asimismo, es recomendable que los laterales de riego se instalen en dirección del sentido de las curvas de nivel. De esta forma, se evita que el agua retenida en los laterales drene poco a través de los emisores una vez apagado el sistema de riego. Esto es un problema, debido a que, si no se considera esto, se formará pequeños charcos alrededor de los emisores saturando así el suelo y, por ende, un mal manejo del recurso hídrico. Incluso, estos charcos pueden servir de criadero de mosquitos o insectos, desfavorables para el desarrollo del cultivo.

Una de las formas para evitar el drenaje en los emisores, es usar goteros antidrenantes. Estos usualmente soportan presiones de hasta 1.3 m. Esto quiere decir, que si la diferencia topográfica desde el inicio del lateral hasta el gotero más lejano es menor a 1.3 m, el emisor no drenará una vez apagado el sistema de riego. Sin embargo, muchas veces la diferencia topográfica excede a este valor, por lo que usa otro elemento de protección denominado válvulas DNL. Estas van colocadas cada 2 m de desnivel en el lateral, evitando así el drenaje de los emisores cuando se apague el sistema (Netafim, 2022).

Ahora, no solo se tiene desnivel en el lateral, sino también en las tuberías terciarias de donde se conectan los laterales de riego. Para esto, se puede usar distintos elementos de protección como válvulas *check*, válvulas reguladoras y las válvulas DNL explicadas anteriormente. Cabe resaltar que éstas últimas, vienen en configuraciones de 2, 4, 6 y 8 m de presión de cierre. En la Tabla 1 se presenta las especificaciones técnicas de la válvula DNL.

**Tabla 1: Especificaciones técnicas de válvulas DNL**

FLOW RATE RECOMMENDED RANGE (L/H)	MAX. WORKING PRESSURE (BAR)	MIN. OPERATING PRESSURE (BAR)	SHUT-OFF PRESSURE (BAR)	INLET/OUTLET	COLOR
0-1000	4.0	0.8	0.2	1/2" MTH	Red
0-1000	4.0	1.2	0.4	1/2" MTH	Black
0-1000	4.0	1.6	0.6	1/2" MTH	Brown
0-1000	4.0	2.0	0.8	1/2" MTH	Blue

FUENTE: Netafim (2022)

## 2.9. Cálculo de divisoras y laterales según pendiente

El terreno presenta una pendiente “ $i$ ” y se adopta el convenio de considerar a “ $i$ ” (y al desnivel  $d = l * i$ ) como positivos cuando el agua va hacia arriba y negativos en caso contrario. La presión inicial es  $h_m$ , la última  $h_u$  y la mínima  $h_n$ , que se produce en el punto en que la curva de presión es tangente al terreno. La presión media es  $h_a$ . La pérdida de carga por rozamiento es  $h_r$ . A continuación, se presenta las fórmulas generales de lo descrito (Pizarro, 1996).

$$h_f = J' Fl$$

$$J' = J * \frac{S_e + f_e}{S_e}$$

$$h_m = h_a + 0.733h_f + \frac{d}{2}$$

$$\Delta h_n = h_u - h_n$$

Donde:

$J$ : pérdida de carga unitaria (m/m).

$J'$ : pérdida de carga unitaria incluido el efecto de las conexiones de los emisores (m/m).

$S_e$ : separación entre emisores (m).

$f_e$ : longitud equivalente de la conexión de un emisor en m.

$F$ : coeficiente de Christiansen.

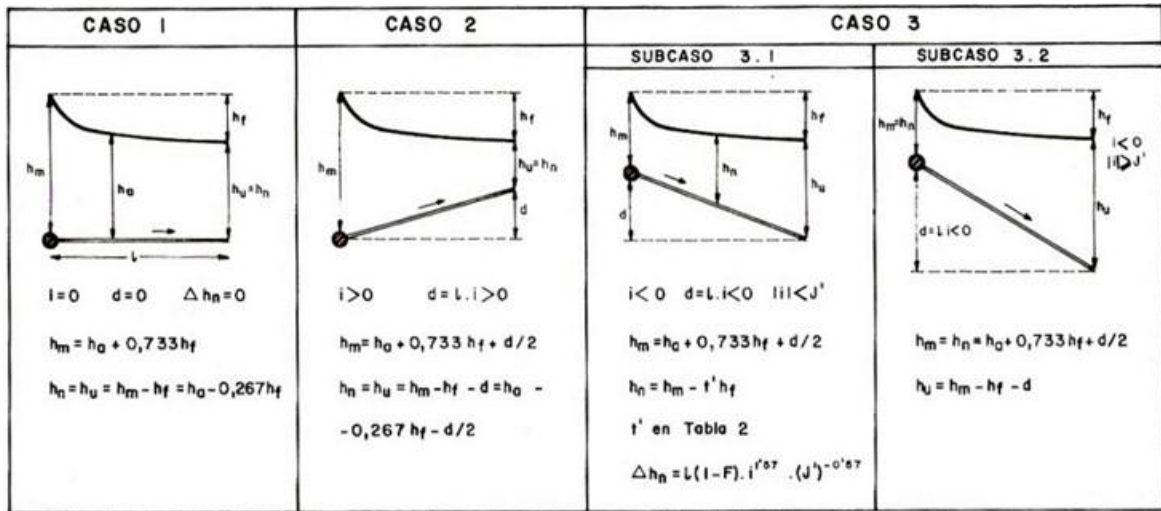
La aplicación de estas fórmulas permite calcular  $h_m$  y  $h_n$  y comprobar si se cumple la condición de que  $(h_m - h_n)$  sea menor que la variación de presión admisible en el lateral ( $\Delta H_1$ ). Se pueden presentar los tres casos siguientes:

Caso 1: terreno horizontal  $i=0$



Caso 2: terreno subiendo  $i > 0$ .

Caso 3: terreno subiendo  $i < 0$ .



**Figura 8: Disposición de laterales según pendiente topográfica**

FUENTE: Pizarro (1996).

## 2.10. Consideraciones para tuberías secundaria y principal

El lateral de riego y la tubería terciaria, o también llamado divisora o portateral, forman parte de una subunidad de riego, que a su vez es comandada por una válvula hidráulica que permite el paso o cierre del flujo hacia la subunidad y cuyo diámetro está en función del caudal que se obtiene al multiplicar el número total de emisores por su caudal del catálogo. Ésta, usualmente, consiste en una válvula de tres vías, un piloto reductor y un Galit.

La válvula de tres vías permite el control del flujo hidráulico en tres posiciones que son abierto, cerrado y automático. Asimismo, permite la apertura o cierre manual de la válvula hidráulica, en caso de falla operacional.

El piloto hidráulico es el elemento que actuará para ajustar la presión de salida que tendrá el agua. Por lo tanto, el piloto fija la presión aguas abajo independientemente de la presión de entrada. En caso de que la presión aguas arriba sea menor que la presión regulada, el piloto dejará la válvula hidráulica abierta y actuará únicamente cuando la presión aguas abajo supere la presión establecida.

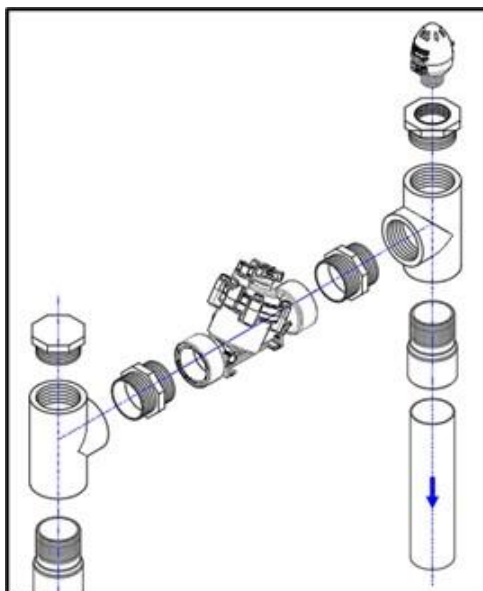
El relé hidráulico Galit permite instalar válvulas hidráulicas a largas distancias utilizando microtubos de control sin perder eficiencia y velocidad de respuesta entre el solenoide y la válvula hidráulica. Amplifica el mando hidráulico aprovechando la presión en la red de impulsión para dar continuidad al mando de apertura y cierre de válvulas en largos recorridos o cuando se producen desniveles (M-T Hydraulics, 2019).



**Figura 9: Relé hidráulico Galit**

FUENTE: M-T Hydraulics

Entonces, cada válvula hidráulica recibirá una presión aguas arriba y será regulada a la presión de la subunidad de riego determinado por el *software* Irricad. Esto se conoce como un arco de riego, que, a parte de la válvula, también se instala una válvula de aire cinética de 1" o 2" dependiendo del flujo de la subunidad de riego, cuya función permitirá el ingreso de aire para evitar la succión de partículas de tierra de los emisores cuando el sistema de riego se apague y, la expulsión de burbujas de aire cuando el sistema se vuelva a encender. En la Figura 10 se muestra el esquema del arco de riego instalado en el proyecto.



**Figura 10: Arco de riego horizontal con válvula cinética de 1”**

En el recorrido de las tuberías principales y secundarias es necesario colocar válvulas de aire de doble propósito en los puntos más altos. De esta forma, al igual que la válvula cinética, permite el ingreso y expulsión de aire cuando el sistema se apague y enciende, respectivamente. La distancia entre cada válvula de aire va a depender, también, del desnivel topográfico en el terreno; por ejemplo, en un terreno plano la ubicación de las válvulas de aire serían cada 500 m, y para un terreno con desnivel pronunciado se ubicaría cada 8 m de desnivel.

Tener en cuenta, que no hay literatura que defina exactamente lo descrito, sino que se recomienda a partir de la experiencia de las distintas empresas dedicadas al comercio de válvulas de protección para sistemas de riego. Sin embargo, existe software especializado como el programa *KYPipe*, que permite la simulación de una red de conducción donde se verifica si la ubicación previa de la válvula de aire u otro elemento de protección, tales como válvulas de alivio, anticipadoras de onda y reguladoras, es la óptima.

## **2.11. Condiciones agroclimáticas y principales labores para el cultivo de cítrico**

### **2.11.1. Clima**

El clima es uno de los factores más importantes en las características de las plantas porque influyen en la altura, aspecto de las hojas, en el tamaño y calidad de los frutos. Los cítricos se cultivan en regiones tropicales y subtropicales adaptándose entre los paralelos 44° Norte, 41° Sur (González y Tullo, 2019).

La temperatura en regiones tropicales hace que los frutos crezcan más rápido que en zonas subtropicales; sin embargo, el crecimiento de mandarinas se interrumpe cuando la temperatura es menor de 12.5 °C y el metabolismo se puede incrementar cuando asciende hasta 30 °C, resaltando que las temperaturas óptimas varían de 21 °C a 27 °C. Por otro lado, las temperaturas muy altas podrían afectar la floración y el cuajado del fruto. (Morales y López, 2007).

### **2.11.2. Suelo**

Los cítricos se adaptan a diferentes tipos de suelo, desde francos, en la costa, hasta arcillosos, en la selva del Perú. Además, las características del suelo determinan en cierta medida la productividad, longevidad, sanidad y la calidad de las frutas. Por ello, antes de elegir un terreno, es importante verificar las condiciones del suelo para elegir el patrón más adecuado. Lo recomendable es que el suelo tenga buena aireación, sea permeable, buen drenaje para evitar encharcamientos y como mínimo 1 a 2 m de profundidad para que el sistema radicular se desarrolle por completo (González y Tullo, 2019).

Por otro lado, se debe conocer las propiedades químicas del suelo para determinar la proporción de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes minerales. El análisis químico del suelo, también, brinda información acerca del pH, es decir del grado de acidez o alcalinidad del suelo, siendo los valores entre 5.5 y 6.5 los que tienen una gran disponibilidad de elementos. Los suelos con pH por encima o debajo de estos valores, deben corregirse (González y Tullo, 2019).

Los mejores suelos para mandarinas son: los que tienen textura media; con 20% de arcilla, para que se desarrollen las raíces entre los 40 a 60 cm; con buen drenaje; pH de 5 a 6 y de una buena disponibilidad de nutrientes y materia orgánica (Morales y López, 2007).

### **2.11.3. Riego**

La dotación de agua es indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, pues interviene en los procesos fisiológicos tales como fotosíntesis, respiración, reacciones metabólicas, absorción de nutrientes, entre otras. Se ha determinado que los cítricos requieren entre 889 mm y 1219 mm de agua/año; darle a la planta una cantidad menor de agua podría detener su desarrollo normal alterando los procesos de floración y fructificación. El déficit hídrico aumenta la caída fisiológica, reduce el calibre de los frutos que logran cuajar y éstos tendrán bajo contenido de zumo, lo que conlleva a tener un menor rendimiento (Ferreira y Selles van S, 2011).

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1. Ubicación política

El proyecto se encuentra en el fundo Campo Verde, en el distrito de Huacho, provincia de Huaura, región Lima.

#### 3.2. Ubicación geográfica

Está situado en las siguientes coordenadas:

Latitud : 11° 11.244'S

Longitud : 77° 32.371'O

Altitud : 151 m

En la Figura 11 se muestra la imagen satelital de la localización del fundo Campo Verde, obtenida del *Google Earth Pro*.



Figura 11: Ubicación geográfica del fundo Campo Verde

### **3.3. Extensión y topografía**

El área del proyecto comprende 24.82 ha netas de campos de cultivo de mandarina de la variedad Satsuma. La topografía se representa con curvas de nivel cada 1 m, donde el sector sur tiene pendientes pronunciadas en comparación al sector norte. En ambas zonas se tiene presencia de cerros en algunos lotes del proyecto (Anexo 12).

### **3.4. Fuente de agua**

La fuente de agua proviene de un pozo tubular, del cual se extrae un caudal de 20 l/s (ANEXO 11). A pesar de que no se cuenta con un estudio de calidad de agua del pozo, se considera uno de referencia de una zona aledaña, cuyo pH es de 7.71 y posee una conductividad eléctrica de 1.09 mS/cm (Anexo 5).

### **3.5. Clima**

Según la clasificación ecológica de Holdridge, el clima corresponde a una zona de vida de desierto desecado subtropical (dd-S), donde la precipitación es de 15-30 mm anuales; la temperatura media, 17-24 °C; la humedad relativa mensual promedio, 82%; la evaporación total mensual promedio, 83.4 mm; y, la dirección predominante del viento, de sur a suroeste (INDECI, 2007).

### **3.6. Suelo**

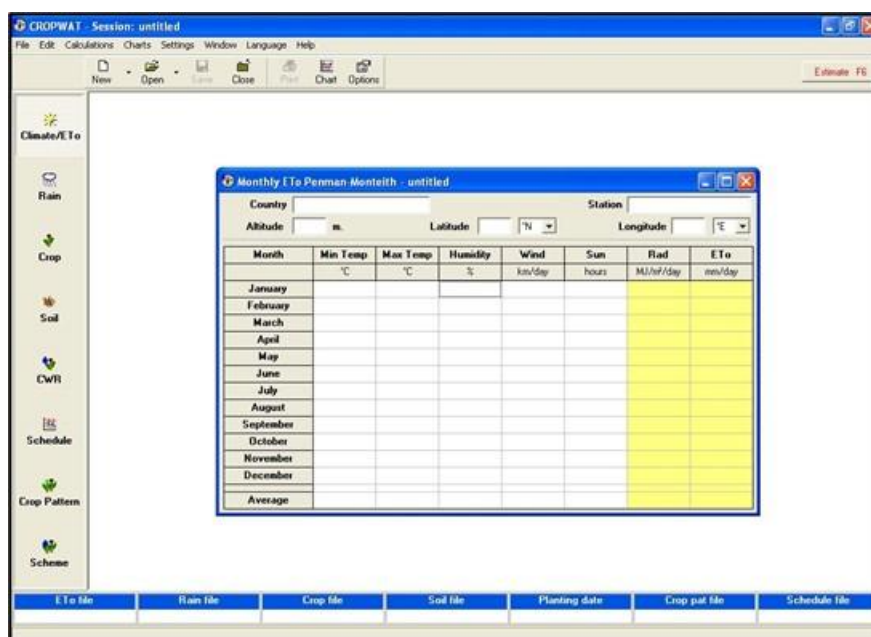
Asimismo, se puede diferenciar dos tipos de texturas de suelos. En el sector norte, se tiene un suelo de tipo franco arenoso, y en el sur, de tipo pedregoso. Para el suelo arenoso, se tiene una capacidad de campo promedio del 14%, punto de marchitez promedio del 5% y un porcentaje promedio de agua disponible del 9%.

### **3.7. Diseño agronómico**

#### **3.7.1. Consideraciones de las necesidades hídricas del cultivo**

Las necesidades hídricas del cultivo están ligadas completamente a las interacciones en el ambiente y de las necesidades según la edad del cultivo. En resumen, se calculó la evapotranspiración mediante la determinación de la evapotranspiración de referencia y el coeficiente del cultivo, para lo cual se utilizó el *software* CROPWAT, que necesita datos

meteorológicos mensuales, como la temperatura mínima y máxima, porcentaje de humedad, velocidad de viento y horas de sol.



**Figura 12: Interfaz de usuario del software CROPWAT**

Como se observa de la Figura 12, el *software* muestra una ventana donde se tiene que completar los datos meteorológicos ya mencionados. Es por ello, que se trabaja con la base de datos CLIMWAT, que contiene información de más de 5000 estaciones meteorológicas alrededor del mundo, entre ellas estaciones localizadas en territorio peruano. Para fines de este trabajo, se utilizó los datos meteorológicos de la estación Von Humboldt, debido a que no se tiene otra estación cercana a la zona del proyecto y las condiciones agroclimáticas son similares. El periodo de tiempo que cubre el registro de datos es desde 1971 al 2000. Estos datos se utilizaron de forma referencial agregándoles un porcentaje de seguridad cuando se realizó el cálculo del coeficiente del cultivo (Kc).

### **3.7.2. Consideración del emisor y número de mangueras por hilera**

Según la revisión bibliográfica, durante el periodo de producción, para poder obtener una superficie de humedad adecuada de al menos el 40% de la proyección de la copa, es recomendable el uso de dos laterales por hilera de cultivo espaciados entre 30 y 40 cm.

La determinación del caudal del emisor está en función a cuantas horas máximas de riego el cliente posee y a la lámina que se quiere reponer. Para las condiciones del proyecto, se tiene



un límite de 12 horas máximo por día y una lámina de 6 mm a reponer diariamente. Asimismo, el marco de plantación es de 3.5 m x 3 m para la variedad Satsuma, la profundidad radicular puede llegar hasta una profundidad de 1.5 m y el porcentaje de área mojada deberá ser al menos el 25% de la superficie sombreada por la copa de la planta (Sánchez, 2012).

### 3.7.3. Consideraciones del tiempo de riego por turno

La pluviometría, llamada también capacidad de riego del sistema, se define como la capacidad que posee del sistema en recuperar la lámina de riego en un tiempo determinado. Se presenta la ecuación para determinar el cálculo de la pluviometría.

$$C.R. = \frac{\text{Caudal de gotero } \left(\frac{l}{h}\right) * \text{Cantidad de laterales por hilera de cultivo}}{\text{Distanciamiento entre goteros (m)} * \text{Distanciamiento entre hileras de cultivo (m)}} \text{ mm/h}$$

Una vez determinada la capacidad de riego del sistema, se puede calcular el tiempo de riego del sistema y de esta manera determinar cuánto tiempo requiere el sistema para reponer la lámina diaria. La fórmula para calcular lo descrito es:

$$\text{Tiempo de riego por turno (h)} = \frac{\text{lámina de riego a reponer } \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}}\right)}{\text{capacidad de riego } \left(\frac{\text{mm}}{h}\right)}$$

Luego, se procede a calcular el número de turnos dividiendo el tiempo máximo de riego por día sobre el tiempo de riego por turno calculado.

$$\text{Número de turnos} = \frac{\text{Tiempo de riego máximo por día (h)}}{\text{tiempo de riego por turno (h)}}$$

Este resultado permite lotizar el terreno en áreas similares, de tal forma que se obtenga puntos de operación con caudal similar al momento de dimensionar el equipo de bombeo. Asimismo, se pudo determinar el caudal promedio de un turno, multiplicando la capacidad de riego por el área promedio de un turno, que es la división del área neta total sobre el número de turnos.

$$\text{Caudal promedio por turno} = C.R. \left(\frac{m^3/h}{Ha}\right) * \frac{\text{Área neta total (Ha)}}{\text{Número de turnos}}$$

### 3.8. Diseño hidráulico

Comprende el dimensionamiento de tuberías principales, secundarias, terciarias y válvulas e hidráulicas. Para el dimensionamiento de lo descrito, se hace uso del software *Irricad*, que hace uso de iteraciones de la fórmula de Hazen-Williams para la determinación del diámetro de las tuberías de manera eficiente según una database cargada al *software*, el cual contiene información de diámetros internos, valor de rugosidad; así mismo, dependerá de la forma de diseño que se elija, entre los cuales el *software* presenta, un diseño a criterio de velocidad en el cual se prioriza el uso de diámetro menor con la mayor velocidad permitida según criterios del diseñador.

#### 3.8.1. Criterio de velocidad

En la Figura 13 se especifica los parámetros del diseño editables, a consideración del proyectista, siendo los principales, los parámetros hidráulicos.

*Maximum zone velocity*: máxima velocidad permitida en las tuberías terciarias.

*Maximum mainline velocity*: máxima velocidad en las tuberías principal y secundaria.

*Minimum lateral length*: distancia mínima del lateral.

The image shows a screenshot of the 'Design Parameters' dialog box in the Irricad software. The dialog has three tabs: 'Hydraulic Parameters', 'Economic Parameters', and 'Analysis Parameters'. The 'Hydraulic Parameters' tab is active. It contains several sections of parameters:

- Hydraulic Parameters:**
  - Maximum zone velocity: 1.9 m/s
  - Maximum mainline velocity: 2 m/s
  - Minimum lateral length: 5 m
  - Virtual PRV Minimum Loss: 0 m
- Flushing Parameters:**
  - Required velocity: 0.3 m/s
  - Manifold back pressure: 0 m
  - Assign Virtual Manifolds:
  - Virtual manifold size: 10 laterals
- Hazen-Williams C Factor Adjustment:**
  - None (selected), Scale, Absolute
  - Value: 1
- Rationalization Parameters:**
  - Zone Pipe Sizes:
  - Mainline Pipe Sizes:
  - Zone Design to Pressure Rating:
  - Mainline Design to Pressure Rating:
- Misc Parameters:**
  - Calculate travel times:
  - Exclude mainline minor losses:
  - Use "U" usage for unconnected spraylines:

At the bottom of the dialog, there are buttons for 'Restore Defaults', 'Save As Defaults', 'Aceptar', 'Cancelar', and 'Ayuda'.

Figura 13: Parámetros de diseño – Irricad

Se asignó el valor 1.9 m/s como máxima velocidad permitida en las tuberías terciarias, y 2 m/s para las tuberías principal y secundaria.

### 3.8.2. Criterio de seguridad

El presente trabajo considera el uso de un factor de seguridad en el caudal del sistema de 2% adicional al caudal por gotero. De esta manera, se prevé que el sistema de riego funcione adecuadamente frente a posibles contingencias en la operación y mantenimiento. Asimismo, se establece un valor de presión mínima dos unidades por encima del valor por defecto del fabricante (Anexo 1).

En la Figura 14 se presenta la database del lateral de riego, el cual contiene información de diámetro nominal e interno, coeficiente de rugosidad, presión mínima y máxima, presión nominal, descarga de la manguera de goteo por cada 100 m, constante y exponente del emisor, coeficiente de pérdidas por fricción en cada gotero, espaciamiento entre emisores y la mínima presión de compensación. Los valores descritos son ingresados en la database del *software* Irricad (Anexo 2).

The screenshot shows the 'Edit Tape' window with the following configuration:

Tape Number		517	
Tape Description		Hydro PC 16mm/35 3.6 lph @ 0.4 mt. [+2%]	
Usage	L Lateral	Default Inlet Pressure	10 m
Warehouse Code	MANGUERA AUTOCOMPENSADA	Minimum Pressure	8 m
Supplier Cost Code	IPHY Label	Maximum Pressure	30 m
Pipe Type	LPE COV 0	Zone Pressure Tolerance	200 % above
Nominal Diameter	16 mm	Zone Pressure Tolerance	20 % below
Actual Diameter	13.8 mm	Nominal Specific Discharge Rate	918 lph/100m
Tape Roughness	140 C	Flow Calculation Type	Iteration <input checked="" type="checkbox"/>
Allowable Pressure	30 m	Emitter Constant	3.672
Wholesale Cost	0 per meter	Emitter Index	0
Retail Price	0 per meter	Emitter Barb Factor	0.85
Plotting Line Type		Spacing	0.4 m
Plotting Color		Minimum PC Pressure	0 m

Buttons: Save, Cancel

Figura 14: Database del lateral de riego HYDRO PC

### 3.8.3. Dimensionamiento de válvulas hidráulicas

Se determina en base a la capacidad de riego del sistema, calculado en el diseño agronómico, y el área de una subunidad de riego.

En la Figura 15 se muestra los datos ingresados al *software*, en el cual se consideró el diámetro de entrada y salida de la válvula, valores para formular la ecuación de la válvula en función a la pérdida de carga con cierto caudal de paso, caudal mínimo y máximo, entre otros. También, se aprecia los valores de caudales de 19 m<sup>3</sup>/h y 25 m<sup>3</sup>/h, el primero está relacionado con la válvula de un diámetro menor anterior, es decir, la válvula Bermad S100 2", que presenta una pérdida de carga de 3 m cuando se tiene un caudal de 19 m<sup>3</sup>/h. Esta misma analogía se aplica para las válvulas de diámetros superiores.

Control Valve Number	504
Valve Description	VAL. BERMAD S200 2"
Usage	Y (selectable)
Warehouse Code	VAL. BERMAD S100 2"
Supplier Cost Code	SUP2
Inlet Connection Type	PVC, F, S
Outlet Connection Type	PVC, F, S
Inlet Diameter	63 mm
Outlet Diameter	63 mm
Headloss Equation Constant (K)	0.002871
Headloss Equation Index (n)	2.09284
Headloss Equation Intercept (C)	0.000975
Minimum Flow	19.001 m <sup>3</sup> /h
Maximum Flow	25 m <sup>3</sup> /h
Wholesale Cost	0
Retail Price	0
Plotting Symbol	Valve
Symbol Size	25
Plotting Color	Green

Figura 15: Datos de válvula hidráulica Bermad

### 3.8.4. Determinación de la orientación de siembra y ubicación de válvulas hidráulicas

Es importante determinar el sentido de siembra, debido a que una mala orientación ocasionaría que el lateral de riego presente un excesivo drenaje cuando el sistema de riego no esté funcionando. Para evitar lo descrito, la orientación de los laterales está en función a la distribución de las curvas del nivel del terreno, obteniendo así, distintas orientaciones de siembra. La distribución de curvas de nivel en el plano topográfico está cada 1 m (Anexo 12).

Como se observa en la Figura 16, se tiene hasta dos tipos de orientación de siembra en la parcela número 23, alineadas a la distribución de las curvas de nivel en dicha zona. En la parcela número 1, se aplicó el mismo criterio.



**Figura 16: Orientación del sentido de siembra en las parcelas 1 y 23**

Una vez determinada la orientación para todas las parcelas delimitadas, se trazó los laterales, considerando el espaciamiento y número de laterales por hilera de cultivo, calculados en el diseño agronómico. Luego, se realizó la corrida hidráulica por velocidad para determinar los diámetros de las tuberías terciarias y de la válvula hidráulica de la subunidad de riego. Estas válvulas se ubicaron en las curvas con mayor elevación de cada subunidad.

Una vez determinado el diámetro de las válvulas hidráulicas se procedió a realizar el trazo de las tuberías principal y secundarias, desde la caseta hacia todas las válvulas de cada subunidad de riego a través de los caminos delimitados. Luego, se agrupó las válvulas hidráulicas en turnos considerando que el caudal de cada uno sea lo más cercano al caudal promedio por turno calculado en el diseño agronómico.

Finalmente, se ejecutó la corrida hidráulica por velocidad y se determinó el diámetro de la tubería matriz y, por lo tanto, la ubicación de las parcelas críticas, cuyas presiones de regulación junto al caudal de cada turno se utilizaron para el dimensionamiento de la bomba de riego.

### **3.9. Diseño de los equipos de cabezal de riego**

#### **3.9.1. Dimensionamiento de la bomba hidráulica de riego**

Dentro de los múltiples factores que influyen en la selección del equipo de bombeo como viscosidad del fluido, altura negativa de succión, tipo de eje de impulsión, disponibilidad energética, cálculo de NSPH, entre otros. Los datos más importantes que se requieren son el caudal y la altura dinámica total del sistema de riego, debido a que con estos dos valores se podrá realizar un preseleccionamiento del modelo de la bomba a utilizar en función a las curvas de las bombas proporcionadas por el fabricante.

Estos dos valores se obtienen luego de haber realizado la agrupación de válvulas hidráulicas en turnos de riego y el dimensionamiento de los diámetros de las tuberías principal y secundaria a través del *software* Irricad. Este programa, da un reporte de presión y caudal en el cabezal de riego para cada turno, donde al valor de la presión se le sumará 10 m, que es la máxima pérdida de carga por el filtro y un porcentaje de seguridad del 2% para posibles

contingencias en la operación del sistema. Este margen, también se aplica para el caudal de cada turno, que además se le tendrá que añadir el caudal de retrolavado del filtro de gravas. Asimismo, es importante tener en consideración el cálculo del NPSH requerido y disponible, en especial, cuando se tienen succiones negativas, debido a que, si se excede al valor disponible, se tendría problemas de cavitación en la bomba que terminará dañando su eje impulsor. Por lo tanto, siempre se debe cumplir que el NPSH disponible sea mayor que el requerido, cuando se presenta un tipo de succión negativa.

Para su cálculo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$NPSH_{disponible} = \frac{P_a - P_v}{S} + H_{succion} + hf$$

Donde:

Pa: presión atmosférica (m).

Pv: presión de vapor a la temperatura de bombeo.

S: gravedad específica

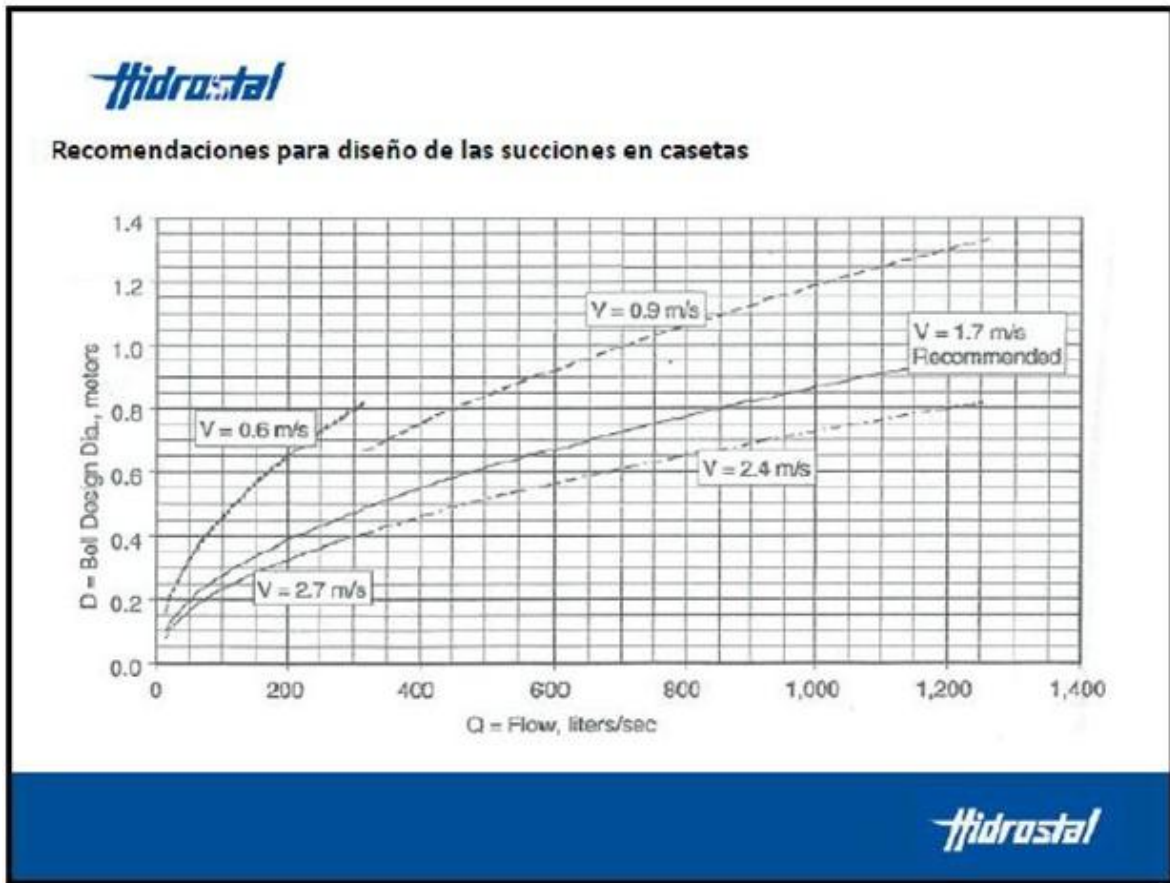
Hsucción: altura de succión (m).

Hf: pérdida de carga por fricción (m).

El NPSH requerido está en función del tipo y diseño de la bomba, la velocidad de rotación, y el máximo caudal descargado.

### **3.9.2. Dimensionamiento del manifold**

En el dimensionamiento del diámetro de succión y descarga del manifold se recomienda que la velocidad sea menor a 1.7 y 2.5 m/s. Estos valores están en función del diámetro del manifold y la suma del caudal máximo del sistema y del caudal de retrolavado del filtro de grava. En el tramo de la succión va instalado la bomba hidráulica, que como se observa en la Figura 17, es recomendable dimensionar el diámetro del manifold para obtener una velocidad de 1.7 m/s.



**Figura 17: Velocidad recomendada en la succión de la bomba**

FUENTE: Hidrostat (2019).

### 3.9.3. Dimensionamiento del filtro de riego

Para lograr la conformación de los equipos del cabezal de riego fue necesario considerar los siguientes criterios proporcionados por los fabricantes:

- La calidad de agua y el máximo caudal del sistema que determina el diámetro de entrada y salida del filtro.
- La cantidad de tanques de filtro de grava y el diámetro de las tuberías de acero para la succión y descarga del sistema está en función al máximo caudal de los turnos del equipo de riego. A este valor se le suma el caudal de retrolavado del filtro para el cálculo de la bomba hidráulica.
- El caudal de retrolavado del filtro de grava está en función al diámetro interno del tanque que, usualmente, son de 24, 36 y 48", con caudales de 25, 55 y 96 m<sup>3</sup>/h, respectivamente.
- Mientras mayor sea el diámetro interno del tanque, mayor es el caudal de retrolavado y, por lo tanto, influirá en el cálculo de la bomba hidráulica.



- El cálculo del caudal por cuerpo en retrolavado se realiza considerando una unidad menos del total de la batería de filtrado. Este valor, se verifica en el catálogo del caudal máximo de retrolavado por tanque; y, en caso, sea mayor o igual, se añade una unidad hasta que el resultado sea menor.
- La grava, de preferencia de sílice debe tener un tamaño entre 0.3 y 1.5 mm, de modo que el orificio de paso entre ellos sea menor a 100 micras y se efectúe la retención de partículas orgánicas e inorgánicas que pudieran bloquear los goteros.

### **3.10. Diseño de la automatización**

Se instaló nodos de control de la marca WiseConn, que son los modelos RF-X1 y RF-C1. Estos transforman la señal enviada por el *Gateway* en un impulso eléctrico que actúa sobre los solenoides, normalmente sobre una barra, responsables de la apertura o cierre para permitir el paso del agua a través de los microtubos de 8 mm y poder así activar las válvulas hidráulicas. Para el dimensionamiento del sistema de automatización, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Los nodos RF-X1 se ubicaron en el trazo de la red matriz, de preferencia en los cruces de caminos, para tener una correcta visualización y alimentación de presión para la apertura de las válvulas hidráulicas. La distancia máxima entre los RF-X1 está en función de la visibilidad que se tenga de un nodo hacia otro, debido a que cada uno actúa como repetidor.
- La diferencia topográfica entre los nodos y las válvulas hidráulicas es determinante para su apertura y cierre, que debe ser máxima, a favor de la pendiente de 8 m y en contra pendiente, de 7 m de desnivel, como máximo.
- En la condición más desfavorable de topografía, se usa un nodo RF-X1 por válvula hidráulica.
- La longitud del microtubo, desde el nodo hacia la válvula hidráulica tiene que ser menor a 400 m.
- A cada solenoide le corresponde la apertura de una válvula hidráulica.
- En la caseta de riego, se instaló el controlador RF-C1, que se encarga del monitoreo de los equipos de control en el cabezal como caudalímetro, mesa de fertilización y bombas hidráulicas.
- Finalmente, para poder subir a la nube los registros de información del controlador RF-C1 y de los nodos RF-X1, se establece un *Gateway* o una puerta de acceso que

permita el intercambio de información con el servidor a través de un chip de celular 4G. Este se implementó en el nodo RF-X1-8, debido a una mejor conectividad de internet por parte del proveedor del chip.

### **3.11. Experiencias y aportes personales**

Se describen los casos problemáticos presentados en el ejercicio de la carrera y los aportes brindados a la empresa IPESA HYDRO S.A.C durante el periodo del planeamiento, diseño y desarrollo del proyecto. Asimismo, la solución que se brindó para cada caso, desde un análisis de contribución profesional adquirido durante la etapa universitaria.

#### **Caso 1: Presencia de piedras en el fundo Campo Verde y el uso mixto del PVC y HDPE**

Con respecto a la textura del suelo, en el sector norte el suelo es arenoso, y en el sur, pedregoso. Por ello, inicialmente, se estimó que en la totalidad del proyecto se instalaría tubería de HDPE, con la tubería principal a una profundidad menor a la de PVC; y, las divisoras, superficialmente, por su mayor resistencia al tipo de suelo descrito, y que no necesita de una cama de arena.

Como la propuesta económica para esta opción era más costosa, y al estar compitiendo con otros proveedores, se reconsideró esta decisión, optando por un sistema mixto, con tubería de PVC, para las zonas con presencia de arenas; y, de HDPE, para las zonas pedregosas y de laderas. En la Figura 18, se observa la presencia de piedras en la excavación de zanjas para la instalación del tubo HDPE de 110 mm.

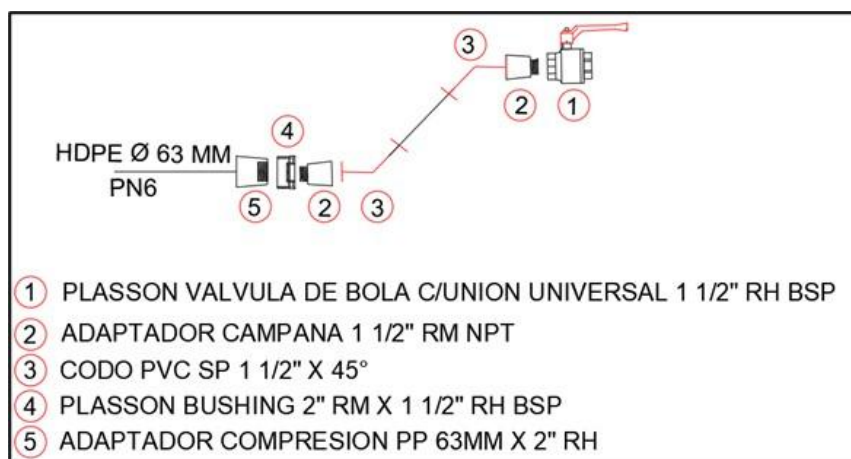
Donde se usó los dos tipos de materiales, se tuvo que utilizar, como elemento de interconexión, bridas termofusionadas para el HDPE; y, bridas con campana UF, para el PVC (Figura 19). Esta técnica se utilizó para la conexión de las tuberías principales y secundarias; en las terciarias y laterales, se usó conexiones roscadas a compresión (Figura 20).



**Figura 18: Presencia de piedras en la excavación de zanjas**



**Figura 19: Esquema de conexión tubo de HDPE y PVC de 200 mm**



**Figura 20: Esquema de conexión del desfogue de tubería terciaria de 63 mm**

## **Caso 2: Consideración de área adicional de 0.7 ha en el replanteo del proyecto**

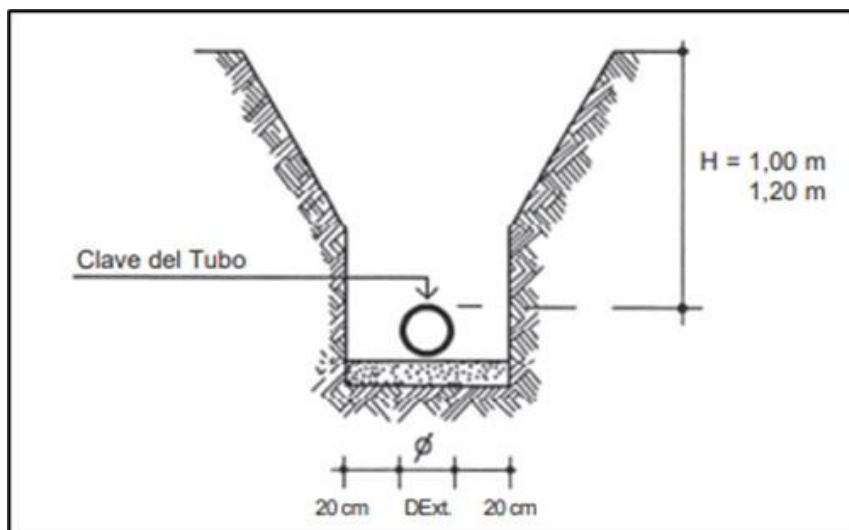
Inicialmente, el área neta del proyecto era de 24.11 ha, que fue el valor con el que se vendió la propuesta económica. Sin embargo, el cliente solicitó adicionar un área de 0.7 ha, que no se había contemplado en la planificación, por lo que, estaba fuera del diseño hidráulico. En la Figura 21, se observa el área inicial no considerada, porque presentaba lomas con un desnivel topográfico no favorable para el proyecto.

Como ya se tenía un trazo de tuberías principal y terciarias, se tuvo que realizar una reingeniería hidráulica para que la incorporación de esta nueva área, cuya elevación máxima era de 172 m, no afectara el punto de operación con el que se había dimensionado la bomba. Sin embargo, el turno crítico con el que se había diseñado el sistema presentaba una elevación máxima de 177 m y se encontraba más alejada de la caseta de bombeo, por lo que, se pudo añadir la nueva área al diseño hidráulico sin comprometer la performance de la bomba. En la Figura 22, se observa el diseño hidráulico final con el área adicional, con un área total neta de 24.82 ha.

De los dos casos presentados, es importante tener en claro los conceptos de diseño hidráulico de un sistema de riego, interpretación de curvas de nivel, normas técnicas peruanas y resistencia de materiales. Estos temas fueron abordados en los cursos de riegos 1 y 2, hidráulica, topografía 1 y 2, dibujo en ingeniería, técnicas de la construcción, maquinaria para obras y resistencia de materiales.

Asimismo, en el primer caso, en la excavación de zanjas para la instalación de tuberías de PVC se tuvo en cuenta las recomendaciones del proveedor Nicoll, que indica que la altura mínima de relleno sobre la clave de los tubos debe ser de 1 m como mínimo en zonas de tráfico corriente y de 1.2 m en zonas de tráfico pesado, con encamado y relleno de arena o material fino selecto compacto hasta por lo menos 30 cm sobre la clave del tubo (Figura 23).





**Figura 23: Detalle de zanja para la instalación de tubo de PVC**

FUENTE: Nicoll (2006).

### **3.12. Beneficios de la empresa debido a la contribución profesional**

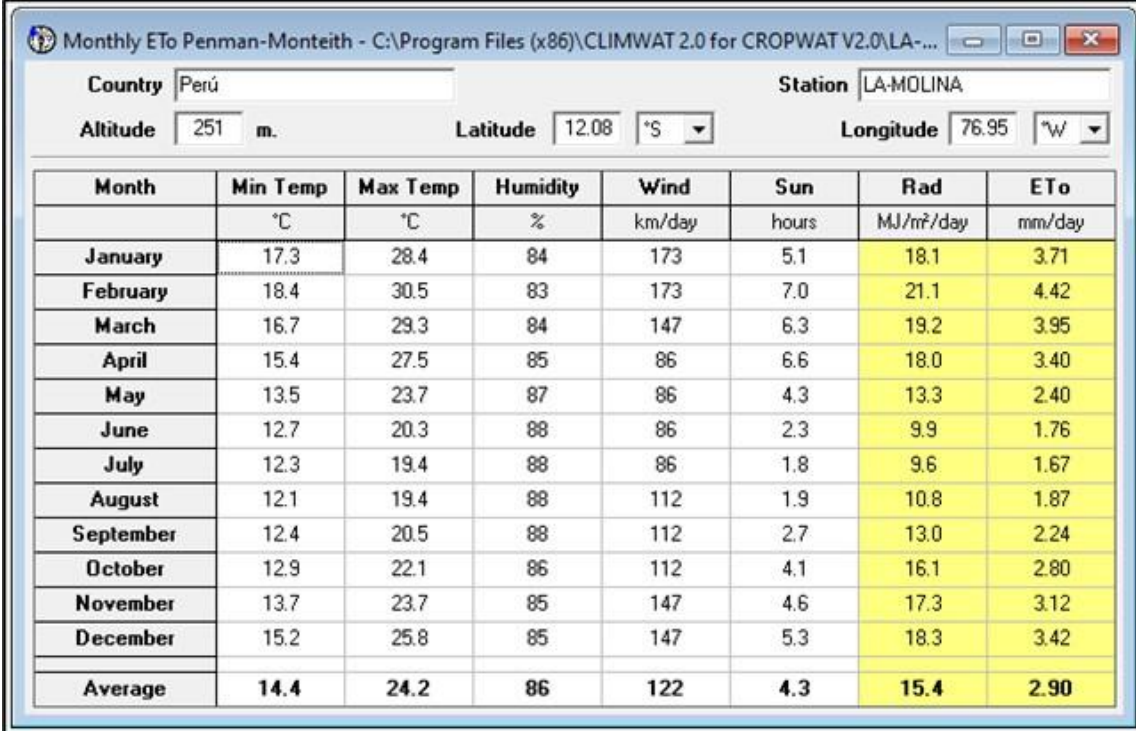
Según lo descrito en los casos propuestos, el beneficio obtenido por la empresa IPESA HYDRO S.A.C. fue ganar la licitación, y brindar el seguimiento oportuno en la ejecución, a pesar de, las contingencias ocurridas en el replanteo e instalación del proyecto. Además, el seguimiento posventa, charlas de capacitación y elaboración de manuales de operación y mantenimiento del sistema de riego por goteo, afianzó las relaciones entre el cliente y la empresa, mejorando así su prestigio, a nivel nacional e internacional, que reforzó su certificación de calidad ISO 9001; y, adicionando un caso de éxito más a su portafolio de proyectos.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diseño agronómico

#### 4.1.1. Cálculo de las necesidades hídricas del cultivo

En la Figura 24 se muestra el cálculo de la ETo del *software* CROPWAT, cuya información meteorológica fue completada a través de la base de datos CLIMWAT para la estación Von Humboldt de La Molina. Con la finalidad de lograr el correcto dimensionamiento de los equipos del sistema de riego se realizó el cálculo con el mayor valor de evapotranspiración y de esta manera garantizar el uso del sistema en cualquier momento del año. Asimismo, para el cálculo de la ETo, se consideró un valor máximo de 4.42 mm/día de lámina perdida por evapotranspiración en febrero.



The screenshot shows the 'Monthly ETo Penman-Monteith' software interface. The title bar indicates the file path: 'C:\Program Files (x86)\CLIMWAT 2.0 for CROPWAT V2.0\LA-...'. The input fields are: Country: Perú, Station: LA-MOLINA, Altitude: 251 m., Latitude: 12.08 °S, and Longitude: 76.95 °W. Below the input fields is a table with 8 columns: Month, Min Temp (°C), Max Temp (°C), Humidity (%), Wind (km/day), Sun (hours), Rad (MJ/m²/day), and ETo (mm/day). The table contains data for each month from January to December, plus an 'Average' row. The ETo values are highlighted in yellow.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ETo mm/day
January	17.3	28.4	84	173	5.1	18.1	3.71
February	18.4	30.5	83	173	7.0	21.1	4.42
March	16.7	29.3	84	147	6.3	19.2	3.95
April	15.4	27.5	85	86	6.6	18.0	3.40
May	13.5	23.7	87	86	4.3	13.3	2.40
June	12.7	20.3	88	86	2.3	9.9	1.76
July	12.3	19.4	88	86	1.8	9.6	1.67
August	12.1	19.4	88	112	1.9	10.8	1.87
September	12.4	20.5	88	112	2.7	13.0	2.24
October	12.9	22.1	86	112	4.1	16.1	2.80
November	13.7	23.7	85	147	4.6	17.3	3.12
December	15.2	25.8	85	147	5.3	18.3	3.42
Average	14.4	24.2	86	122	4.3	15.4	2.90

Figura 24: Evapotranspiración de referencia (ETo) para la estación Von Humboldt

#### 4.1.2. Cálculo del coeficiente de cultivo (Kc)

Para dimensionar el sistema de riego, se consideró los resultados con una máxima demanda del cultivo y de las condiciones en la cual se encontraba el coeficiente del cultivo (Kc) y la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>).

$$\begin{aligned} Etc &= Eto \times Kc \\ Etc &= 4.42 \frac{mm}{día} \times 1.1 \\ Etc &= 4.86 \text{ mm/día} \end{aligned}$$

Se consideró el factor de eficiencia de riego por goteo (90%), se estimó una lámina diaria de recuperación de:  $\frac{4.86}{0.9} = 5.4$  mm/día. Sin embargo, la empresa agrícola Campo Verde pidió considerar el valor de lámina de riego máxima a 6.00 mm/día, como una forma de protección al incremento de temperatura debido al cambio climático y, también, por el suelo pedregoso, de la zona sur del proyecto, que requiere aplicaciones constantes de agua debido al drenaje característico de este tipo de suelo.

#### 4.1.3. Cálculo de reservorio según oferta y demanda hídrica del cultivo

En el fundo Campo Verde se tiene una oferta de agua de 20 l/s, de un pozo tubular, caudal que es bombeado hacia un reservorio R1, ubicado a 5 m de la caseta de bombeo. Del reservorio R1, se realiza la conducción por gravedad hacia el reservorio R2, que es el que se utiliza para el proyecto y donde se instaló el cabezal de filtrado (Anexo 11). El reservorio R2 posee una capacidad de 850 m<sup>3</sup>, sin embargo, se determinó que el almacenamiento no era suficiente para cubrir la demanda del cultivo para las 24.82 ha netas.

Para ello, se calculó el volumen del reservorio multiplicando el área neta del proyecto y el valor de la lámina de riego por el factor de conversión para transformar las unidades a m<sup>3</sup>/ha.

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = 24.82 \text{ ha} * (6 * 10) \frac{\text{m}^3}{\text{ha}} = 1489.2 \text{ m}^3$$

El volumen calculado excede en 640 m<sup>3</sup> a la capacidad del reservorio actual. Cabe resaltar que, tal resultado es para un día de almacenamiento. En la figura 25 se muestra la conducción por gravedad desde el reservorio R1 hacia el R2.



#### 4.1.4. Selección del emisor de riego

Se propuso un emisor autocompensado de la marca Rivulis debido a las pendientes fuertes existente en la ladera. Las características de dicho emisor son:

- Modelo: HYDRO PC
- Espesor de pared: 35 000
- Caudal: 3.6 l/h.
- Distanciamiento entre goteros: 40 cm.

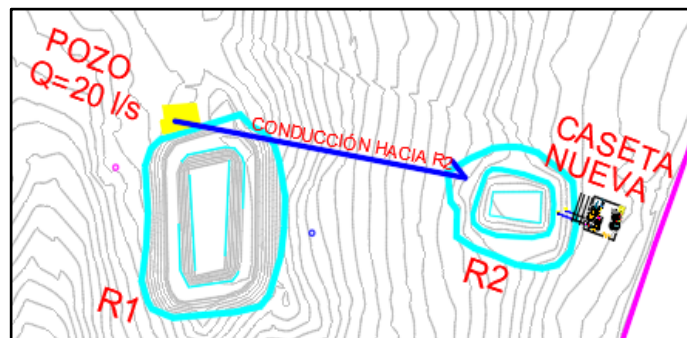


Figura 25: Conducción por gravedad de R1 a R2

#### 4.1.5. Cálculo de la capacidad de riego del sistema y tiempo de riego por turno

Se obtuvo al dividir el resultado de multiplicar el caudal del emisor por el número de mangueras por hilera entre el producto del espaciamiento entre goteros por la distancia entre hileras del cultivo.

$$C.R. = \frac{3.6 \left(\frac{l}{h}\right) * 2}{0.4 m * 3.5 m}$$
$$C.R. = 5.14 mm/h$$

El resultado indica que el sistema tendrá la capacidad de reponer una lámina de 5.14 mm por cada hora de riego. Luego, se procedió a calcular el tiempo de riego por turno:

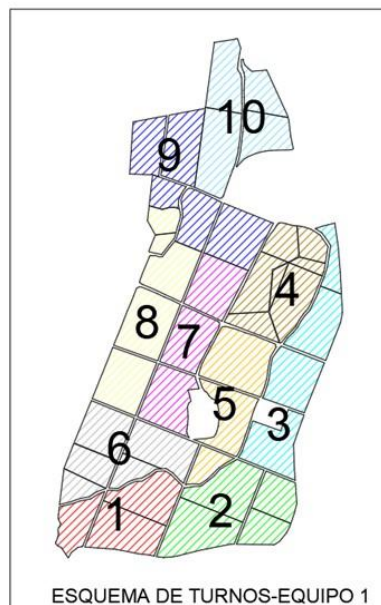
$$\text{Tiempo de riego por turno (h)} = \frac{6.0 \left(\frac{mm}{día}\right)}{5.14 \left(\frac{mm}{h}\right)}$$
$$\text{Tiempo de riego por turno (h)} = 1.17 h$$

Este valor se interpretó como el tiempo que el sistema tarda en reponer la lámina de riego

diaria. Asimismo, el cliente indicó que dispone de 12 horas de riego como máximo por día. Por lo tanto, la cantidad de turnos del sistema de riego se estimó como:

$$\text{Cantidad de turnos} = \frac{12 \text{ h}}{1.17 \text{ h}}$$
$$\text{Cantidad de turnos} = 10.2 \approx 10 \text{ turnos}$$

El número de turnos permitió determinar la cantidad de divisiones que puede tener el terreno, donde cada uno tiene un tiempo de riego de 1.17 horas. Asimismo, se estableció el caudal promedio por módulo del sistema de riego. En la Figura 26 se muestra el resultado de la distribución de turnos de riego considerado para el proyecto.



**Figura 26: Distribución de turnos de riego del proyecto Campo Verde**

En la Tabla 2 se presenta el resumen del diseño agronómico del proyecto donde se detalla la distancia y el número de laterales por hilera del cultivo, el área de cada turno de riego, el caudal y espaciamiento de los goteros, la capacidad y tiempo de riego del sistema, y el caudal promedio por turno.

La división de los turnos se realizó considerando una distribución de áreas equitativas, debido a que permitiría que la bomba hidráulica seleccionada presente una mejor performance en su operación.

## **4.2. Diseño hidráulico**

### **4.2.1. Diseño de las subunidades de riego**

Es el dimensionamiento de la válvula y las tuberías terciarias de las parcelas delimitadas del proyecto, cuyo caudal está en función a la capacidad de riego calculado en el diseño agronómico y al área que abarca el sector.

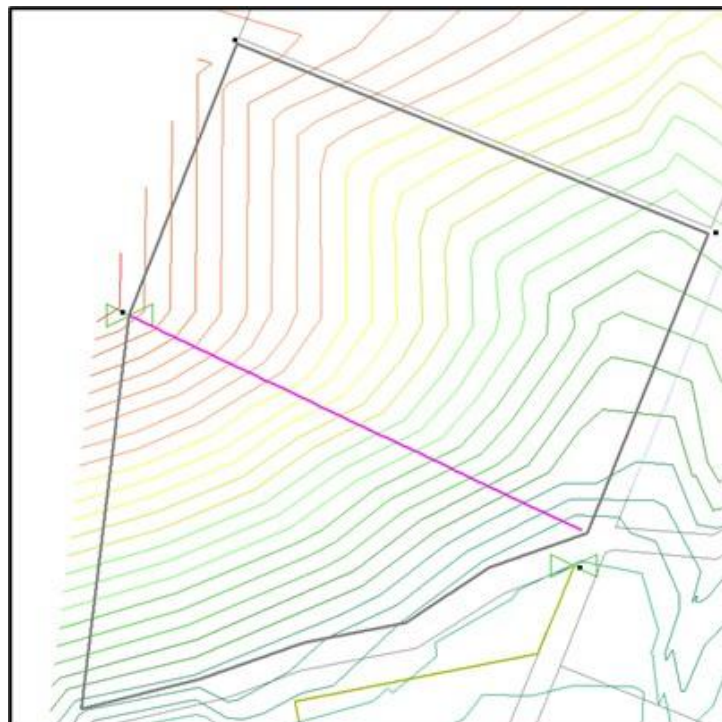
**Tabla 2: Resumen del diseño agronómico del proyecto**

PROYECTO CAMPO VERDE											
DATOS TECNICOS SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO											
SECTOR DE RIEGO	TURNO 1	TURNO 2	TURNO 3	TURNO 4	TURNO 5	TURNO 6	TURNO 7	TURNO 8	TURNO 9	TURNO 10	
CULTIVO	CÍTRICOS										
DISTANCIA ENTRE HILERAS	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	mt
LATERALES POR HILERA	2	2	2	2	2	2	2	2.00	2.00	2.00	
DEMANDA MÁXIMA TEÓRICA	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	mm/día
SUPERFICIE HABILITADA		2.72	2.54	2.30	2.12	2.42	2.36	2.76	2.92	2.55	has.
TIEMPO DISPONIBLE DE RIEGO	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	hr.
LATERAL SELECCIONADO	HYDROPC 35MIL / 16 MM										
DISTANCIA ENTRE LATERALES	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	mt
CAUDAL DEL GOTERO	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	<b>2.50</b>	lt/hr
DISTANCIA ENTRE GOTEROS	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	mt
CAUDAL DEL LATERAL	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	<b>6.25</b>	lt/hr/mt
METROS DE LATERAL POR HA	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	5714.29	mt
TOTAL METROS POR SECTOR		15542.86	14514.29	13142.86	12114.29	13828.57	13485.71	15771.43	16685.71	14571.43	mt
CAUDAL POR HA	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	35714.29	lt/hr
CAUDAL POR HA	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	lt/sg
PRECIPITACIÓN HORARIA	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	mm/hr
PRECIPITACIÓN HORARIA POR HA	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	35.71	m3/hr/ha
TIEMPO DE RIEGO POR SECTOR	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	hr
ÁREA SECTOR		2.72	2.54	2.30	2.12	2.42	2.36	2.76	2.92	2.55	ha
CAUDAL MODULO		97.14	90.71	82.14	75.71	86.43	84.29	98.57	104.29	91.07	m3/hr
CAUDAL MODULO		<b>26.98</b>	<b>25.20</b>	<b>22.82</b>	<b>21.03</b>	<b>24.01</b>	<b>23.41</b>	<b>27.38</b>	<b>28.97</b>	<b>25.30</b>	lt/sg
	<b>RIEGO MAXIMO EN 24 HORAS</b>										
TIEMPO DE RIEGO POR SECTOR	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	hr
CAUDAL MODULO	0.00	97.14	90.71	82.14	75.71	86.43	84.29	98.57	104.29	91.07	m3/hr
PRECIPITACIÓN HORARIA	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57	mm/hr
APLICACIÓN MÁXIMA	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	4.29	mm
APLICACIÓN MÁXIMA POR HA AL DÍA	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	42.86	m3/día
APLICACIÓN MÁX. PROYECTO AL DÍA	0.00	116.57	108.86	98.57	90.86	103.71	101.14	118.29	125.14	109.29	m3/día

Se ubicó la válvula hidráulica en la curva de nivel, cuya elevación es de 175 m, la más alta de la subunidad 23 (Figura 27), debido a que posicionarlo en una cota intermedia o inferior ocasionaría que la presión de regulación en la válvula sea mucho mayor. Luego, se realizó la corrida hidráulica y se obtuvo los diámetros de 90, 75 y 63 mm de tubería de HDPE, para un caudal de 36 m<sup>3</sup>/h de la subunidad de riego y una presión de regulación en la válvula hidráulica de 9 m. En la Figura 28 se indica la ubicación de la presión máxima y mínima en la subunidad de riego, cuyos valores (8 y 29.8 m), están dentro del rango de presión del emisor proporcionado por el fabricante.

Ubicando la válvula en la curva de nivel cuya elevación es de 153 m (Figura 29), se realizó el mismo procedimiento descrito líneas arriba y se obtuvo una presión de regulación en la válvula de 35 m y una presión mínima y máxima de 8 y 35 m, que son mayores al rango de presión del emisor proporcionado por el fabricante.

Para los lotes restantes se utilizó el mismo criterio de la ubicación de la válvula en la cota superior máxima de la parcela delimitante. En la Tabla 3 se indica la presión de regulación de cada válvula hidráulica de las subunidades de riego y el diámetro de éstas, en función al caudal.



**Figura 27: Ubicación de válvula hidráulica en la subunidad de riego 23**



**Figura 28:** Presión máxima y mínima de subunidad 23 (válvula en elevación 175 m)



**Figura 29:** Presión máxima y mínima de subunidad 23 (válvula en elevación 153 m)

#### **4.2.2. Diseño de la matriz e identificación de parcelas críticas**

Las parcelas críticas son las que obtuvieron un valor de presión aguas arriba y presiones requeridas iguales (Anexo 7); es decir, son las que demandan más presión en el sistema.

En la Figura 30 se muestra la ubicación de las parcelas críticas por turno de riego. Se observa que no necesariamente las parcelas críticas son las más alejadas de la caseta de bombeo. Esto se debe a la presión de regulación de las válvulas hidráulicas de las subunidades de riego y al desnivel existente entre estas válvulas y la caseta de riego.

En el Anexo 7 se muestra las presiones aguas arriba de las subunidades por cada turno de riego. Sin embargo, el análisis solo se realizó para las parcelas críticas.

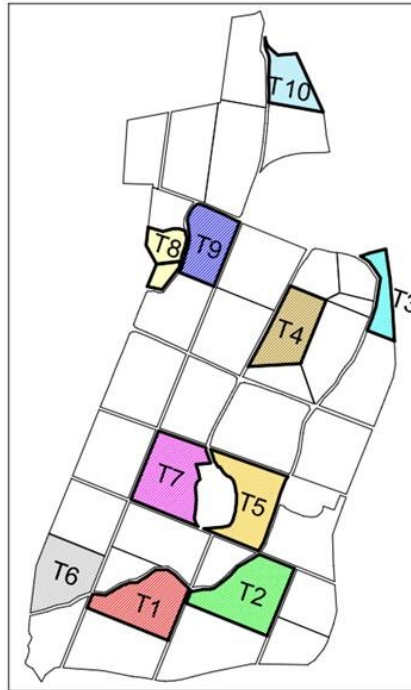
De la Tabla 4, se obtuvo distintos caudales para los diversos tramos del recorrido, desde la caseta hasta la válvula hidráulica para el turno 1. Asimismo, la velocidad se consideró en función al caudal que transcurre en dicho tramo y el diámetro de la tubería matriz que lo conduce (Anexo 13).

El valor final de 11.8 m, es la pérdida total por fricción en la tubería de conducción de cada tramo. Asimismo, este valor debe sumarse a la presión requerida en la parcela más el valor de la pérdida de carga en la válvula hidráulica (Anexo 7). Este procedimiento se realizó para los demás turnos y se obtuvo lo mostrado desde las Tablas 4 a 13.

**Tabla 3: Presión de regulación, caudal y diámetro de válvula de cada subunidad**

<b>Subunidad</b>	<b>Presión de regulación (m)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Diámetro de válvula (pulgadas)</b>
Área N°1	15.00	26.89	3"
Área N°2	16.00	39.77	3"
Área N°3	19.00	46.07	3"
Área N°4	15.00	46.59	3"
Área N°5	16.00	50.84	3"
Área N°6	13.00	26.03	3"
Área N°7	12.00	22.11	2"
Área N°8	14.00	38.45	3"
Área N°9	13.00	41.84	3"
Área N°10	14.00	38.63	3"
Área N°11	13.00	14.51	1.5"
Área N°12	9.00	14.17	1.5"
Área N°13	14.00	37.11	3"
Área N°14	15.00	31.98	3"
Área N°15	9.00	17.18	1.5"
Área N°16	9.00	18.23	1.5"
Área N°17	15.00	57.38	3"L
Área N°18	15.00	38.53	3"
Área N°19	9.00	15.21	1.5"
Área N°20	16.00	43.07	3"
Área N°21	13.00	14.27	1.5"
Área N°22	18.00	36.18	3"
Área N°23	9.00	35.95	3"
Área N°24	15.00	43.95	3"
Área N°25	15.00	39.32	3"
Área N°26	17.00	41.99	3"
Área N°27	15.00	44.3	3"
Área N°28	15.00	49.44	3"
Área N°29	19.00	36.53	3"
Área N°30	10.00	16.04	1.5"
Área N°31	16.00	44.97	3"
Área N°32	15.00	30.26	3"
Área N°33	17.00	66.01	3"L
Área N°34	16.00	13.22	1.5"
Área N°35	15.00	49.85	3"
Área N°36	13.00	28.77	3"
Área N°37	15.00	22.02	2"
Área N°38	14.00	33.42	3"





**Figura 30: Ubicación de parcelas críticas**

**Tabla 4: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 1**

CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 1 - VÁLVULA 2										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-2	48.57	31.31	-0.42	-0.86%	-6.1	-6.52	1.17	0.69	200-PN6	PN6
2-4	114	23.84	-0.53	-0.46%	-3.3	-3.83	0.89	2.13	200-6	PN6
4-12	149.89	23.84	-3.95	-2.64%	2.5	-1.45	1.82	1.37	140-6	PN6
						-11.8				

**Tabla 5: Pérdida de carga total - parcela crítica del turno 2**

CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 2 - VÁLVULA 4										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-4	162.57	40.44	-2.11	-1.30%	-9.3	-11.41	1.51	1.79	200-6	PN6
						-11.41				

**Tabla 6: Pérdida de carga total - parcela crítica del turno 3**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 3 - VÁLVULA 11</b>											
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE	
C-2	48.57	37.06	-0.58	-1.19%	-6.1	-6.68	1.38	0.59	200	PN6	
2-44	52.54	26.38	-0.85	-1.62%	2	1.15	1.45	0.60	160	C-5	
44-46	50.24	14.76	-0.27	-0.54%	0	-0.27	0.81	1.03	160	C-5	
46-55	67.53	14.76	-2.07	-3.07%	-0.1	-2.17	1.72	0.65	110	C-5	
55-56	117.63	4.03	-2.04	-1.73%	-0.5	-2.54	1.01	1.94	75	C-5	
						-10.51					

**Tabla 7: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 4**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 4 - VÁLVULA 14</b>											
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE	
C-2	48.57	32.96	-0.47	-0.97%	-6.1	-6.57	1.23	0.66	200	PN6	
2-46	102.78	32.96	-2.49	-2.42%	2	-0.49	1.82	0.94	160	C-5	
46-47	64.1	32.96	-1.61	-2.51%	-15.2	-16.81	1.93	0.55	160	PN6	
47-48	0.75	29.03	-0.1	-13.33%	0	-0.1	1.7	0.01	160	PN6	
48-50	92.75	18.72	-1.64	-1.77%	-0.5	-2.14	1.43	1.08	140	PN6	
						-26.11					

**Tabla 8: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 5**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 5 - VÁLVULA 18</b>											
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE	
C-2	48.57	30.86	-0.41	-0.84%	-6.1	-6.51	1.15	0.70	200	PN6	
2-15	115.77	26.64	-0.64	-0.55%	-16.6	-17.24	1	1.93	200	PN6	
						-23.75					

**Tabla 9: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 6**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 6 - VÁLVULA 23</b>											
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE	
C-2	48.57	35.96	-0.55	-1.13%	-6.1	-6.65	1.34	0.60	200	PN6	
2-20	247.22	24.00	-1.19	-0.48%	-9.8	-10.99	0.9	4.58	200	PN6	
20-22	95.25	24.00	-2.41	-2.53%	0.1	-2.31	1.83	0.87	140	PN6	
22-23	25.69	13.95	-0.84	-3.27%	4.7	3.86	1.72	0.25	110	PN6	
23-27	147.4	9.99	-6.51	-4.42%	-13.5	-20.01	1.85	1.33	90	PN6	
						-36.1					

**Tabla 10: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 7**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 7 - VÁLVULA 24</b>										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-2	48.57	34.79	-0.52	-1.07%	-6.1	-6.62	1.3	0.62	200	PN6
2-17	126.55	34.79	-1.24	-0.98%	-16.1	-17.34	1.3	1.62	200	PN6
						-23.96				

**Tabla 11: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 8**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 8 - VÁLVULA 30</b>										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-19	243.14	40.64	-3.18	-1.31%	-18.5	-21.68	1.52	2.67	200	PN6
19-29	58.16	28.34	-0.32	-0.55%	1.7	1.38	1	0.97	200	C-5
29-30	107.02	14.60	-0.17	-0.16%	6.9	6.73	0.51	3.50	200	C-5
30-32	145.8	4.46	-0.03	-0.02%	3.1	3.07	0.16	15.19	200	C-5
32-33	68.44	4.46	-0.04	-0.06%	2.4	2.36	0.25	4.56	160	C-5
33-36	41.23	4.46	-0.42	-1.02%	-2.7	-3.12	0.77	0.89	90	C-5
36-37	60.61	4.46	-1.42	-2.34%	-14	-15.42	1.18	0.86	75	PN6
						-26.68				

**Tabla 12: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 9**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 9 - VÁLVULA 32</b>										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-19	243.14	42.91	-3.52	-1.45%	-18.5	-22.02	1.6	2.53	200	PN6
19-31	262.16	42.91	-3.06	-1.17%	10.8	7.74	1.51	2.89	200	C-5
31-32	48.82	30.41	-0.31	-0.63%	0.9	0.59	1.07	0.76	200	C-5
32-33	68.56	30.41	-1.25	-1.82%	-1.9	-3.15	1.68	0.68	160	C-5
33-35	36.22	12.08	-2.33	-6.43%	-2.3	-4.63	2.1	0.29	90	C-5
35-35a	19.17	8.41	-0.7	-3.65%	-1.1	-1.8	1.46	0.22	90	C-5
						-23.27				

**Tabla 13: Pérdida de carga total – parcela crítica del turno 10**

<b>CÁLCULO HIDRÁULICO PARA PARCELA CRÍTICA - TURNO 10 - VÁLVULA 37</b>										
TRAMO	LARGO (m)	CAUDAL (l/s)	JL (m)	JL%	$\Delta Z$ (m)	Hf Total (m)	V (m/s)	Tiempo mínimo	DIÁM. (mm)	CLASE
C-19	243.14	37.24	-2.71	-1.11%	-18.5	-21.21	1.39	2.92	200	PN6
19-40	468.48	37.24	-4.23	-0.90%	7.7	3.47	1.31	5.96	200	C-5
40-41	6.7	23.39	-0.22	-3.28%	-0.2	-0.42	1.68	0.07	140	C-5
41-42	60.41	15.40	-0.6	-0.99%	-3.7	-4.3	1.11	0.91	140	C-5
						-22.46				

Entonces, para que el sistema de riego funcione adecuadamente, la presión ofertada de salida a campo, que se calibra en la válvula reguladora-sostenedora, debe ser el mayor valor del resultado que se obtiene al sumar la pérdida de carga calculada para cada parcela crítica de cada turno más la presión de regulación en la válvula hidráulica más la pérdida de carga que el flujo origina al pasar por éste.

$$\text{Turno 1: } P_{req} = 11.8 \text{ m} + 14 \text{ m} + 3.5 \text{ m} = 29.3 \text{ m}$$

$$\text{Turno 2: } P_{req} = 11.41 \text{ m} + 15 \text{ m} + 2.13 \text{ m} = 28.5 \text{ m}$$

$$\text{Turno 3: } P_{req} = 10.51 \text{ m} + 13 \text{ m} + 1.67 \text{ m} = 25.2 \text{ m}$$

$$\text{Turno 4: } P_{req} = 26.11 \text{ m} + 15 \text{ m} + 0.97 \text{ m} = 42.1 \text{ m}$$

$$\text{Turno 5: } P_{req} = 23.75 \text{ m} + 15 \text{ m} + 1.43 \text{ m} = 40.2 \text{ m}$$

$$\text{Turno 6: } P_{req} = 36.1 \text{ m} + 9 \text{ m} + 1.24 \text{ m} = 46.3 \text{ m}$$

$$\text{Turno 7: } P_{req} = 23.96 \text{ m} + 15 \text{ m} + 1.88 \text{ m} = 40.8 \text{ m}$$

$$\text{Turno 8: } P_{req} = 26.68 \text{ m} + 10 \text{ m} + 2.06 \text{ m} = 38.7 \text{ m}$$

$$\text{Turno 9: } P_{req} = 23.27 \text{ m} + 15 \text{ m} + 0.87 \text{ m} = 39.1 \text{ m}$$

$$\text{Turno 10: } P_{req} = 22.46 + 15 \text{ m} + 1.86 \text{ m} = 39.3 \text{ m}$$

Los requerimientos de presión obtenidos por turno, en comparación a los del Anexo 7, muestran una leve diferencia, debido a que el *software* Irricad emplea una cantidad mayor de decimales y hace un cálculo más preciso de la diferencia topográfica.

#### **4.2.3. Puntos de operación de la bomba de riego y dimensionamiento**

En la Tabla 14, se muestra los valores de presión por turno calculados por el *software* Irricad (Anexo 8), denominada presión antes de cabezal.

- El valor de 2.5 m en la columna válvula hace referencia a la pérdida en los distintos accesorios del cabezal y en el recorrido hasta la válvula de la parcela crítica.

**Tabla 14: Cálculo de ADT por turno de riego**

<b>Turno</b>	<b>P. Antes de Cabezal</b>	<b>Válvula</b>	<b>Succión</b>	<b>Filtros</b>	<b>Margen de seguridad</b>	<b>A.D.T.</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(%)</b>	<b>(m)</b>
1	29.43	2.5	-1	10	2.10	43.03
2	28.40	2.5	-1	10	2.05	41.95
3	25.49	2.5	-1	10	1.90	38.89
4	41.81	2.5	-1	10	2.72	56.03
5	40.06	2.5	-1	10	2.63	54.19
6	45.81	2.5	-1	10	2.92	60.23
7	40.85	2.5	-1	10	2.67	55.02
8	43.58	2.5	-1	10	2.80	57.88
9	39.62	2.5	-1	10	2.61	53.73
10	40.84	2.5	-1	10	2.67	55.01

- El valor de -1 en la columna succión hace referencia a que se tiene una carga positiva de 1 m desde el reservorio hacia el sistema. Esto es favorable, debido a que el nivel del agua siempre estaría por encima del eje del equipo de bombeo; caso contrario, es cuando se encuentra por debajo y se considera la altura máxima de succión para evitar problemas de cavitación en la bomba de riego.
- El valor de 10 m en la columna de filtros indica la presión máxima de pérdida permitida en el filtro.
- A la suma de los valores de las columnas descritas anteriormente, se le adiciona un porcentaje de seguridad del 5%. De esta manera, se obtiene el valor final, indicado en la Tabla 14, como altura dinámica total (ADT) con el que se dimensionó la bomba hidráulica.

En la Tabla 15, se agrega un 5% adicional al caudal obtenido por el diseño hidráulico. De esta forma, se obtiene los valores finales de presión y caudal, que se utilizó para el cálculo del equipo de bombeo.

**Tabla 15: Cálculo de caudal con 5% de seguridad por turno de riego**

Turno	Caudal	Caudal (5%)	Caudal (5%)
	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(l/s)
1	112.73	118.37	32.88
2	145.57	152.85	42.46
3	135.71	142.50	39.58
4	115.99	121.79	33.83
5	111.11	116.67	32.41
6	129.48	135.95	37.77
7	125.26	131.52	36.53
8	147.57	154.95	43.04
9	158.43	166.35	46.21
10	142.00	149.10	41.42

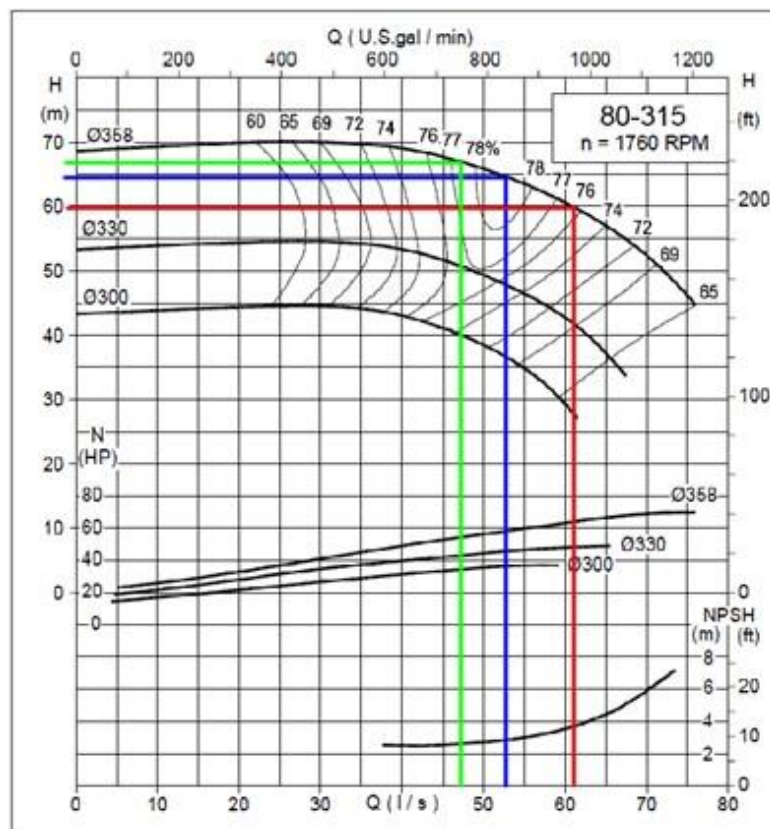
En la Tabla 16, se detalla los puntos de operación del sistema, conformados por la ADT y el caudal del sistema, la presión ofertada por la bomba hidráulica y la diferencia de presiones, donde el valor mínimo se establece para el turno 8, siendo éste el crítico del equipo de riego. Asimismo, en la Figura 31 se muestra las curvas de operación de la bomba, de la marca Hidrostral, modelo 80-315 con un diámetro impulsor de 358 mm y una potencia nominal de 75 HP. La proyección de los caudales por turno sobre la curva del diámetro impulsor descrito brinda la presión ofertada.

**Tabla 16: Puntos de operación del sistema y presión ofertada de la bomba de riego**

Turno	A.D.T	Caudal	Presión Ofertada	Diferencia
	(m)	(m <sup>3</sup> /hr)	(m)	(m)
1	43.0	172.37	66.00	23.0
2	41.9	206.85	61.00	19.1
3	38.9	196.50	63.00	24.1
4	56.0	175.79	66.00	10.0
5	54.2	170.67	67.00	12.8
6	60.2	189.95	64.00	3.8
7	55.0	185.52	65.00	10.0
8	57.9	208.95	61.00	3.1
9	53.7	220.35	62.50	8.8
10	55.0	203.10	62.50	7.5

Cabe resaltar que estos puntos de operación consideran el caudal de retrolavado del filtro de grava (55 m<sup>3</sup>/h), que es el escenario más crítico en la operación del sistema, debido a que desplazan los caudales proyectados hacia la derecha de la curva, disminuyendo la presión ofertada por el equipo de bombeo.

Asimismo, se observa que para los turnos 1, 2 y 3 se tiene una diferencia mayor de 20 m a favor del sistema. Esto justifica el uso de un tablero variador de velocidad como tipo de arranque de la bomba, debido a que en estos turnos se modificaría las revoluciones del motor de la bomba, de tal modo que la diferencia sea mínima y, por lo tanto, permita un ahorro de energía a largo plazo.



**Figura 31: Puntos de operación en la curva de la bomba 80-315**

#### 4.3. Dimensionamiento del manifold de succión y descarga

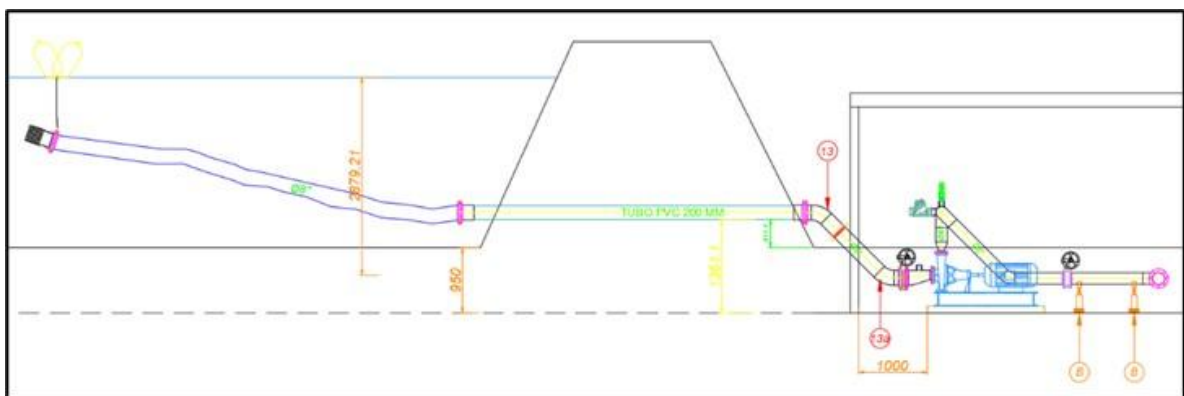
Se tiene un caudal de 60 l/s en la succión (Tabla 17), considerando los 15 l/s del caudal de retrolavado adicional del filtro de grava de 36"; y, un caudal de 45 l/s en la descarga del manifold. Asimismo, se especificó el tipo de material (Acero SCH-40) del manifold, y los

diámetros externos en la succión de 10” y descarga de 6” que determinó, finalmente, las velocidades de 1.16 m/s y 2.41 m/s, respectivamente.

**Tabla 17: Diámetro de la succión y descarga del manifold**

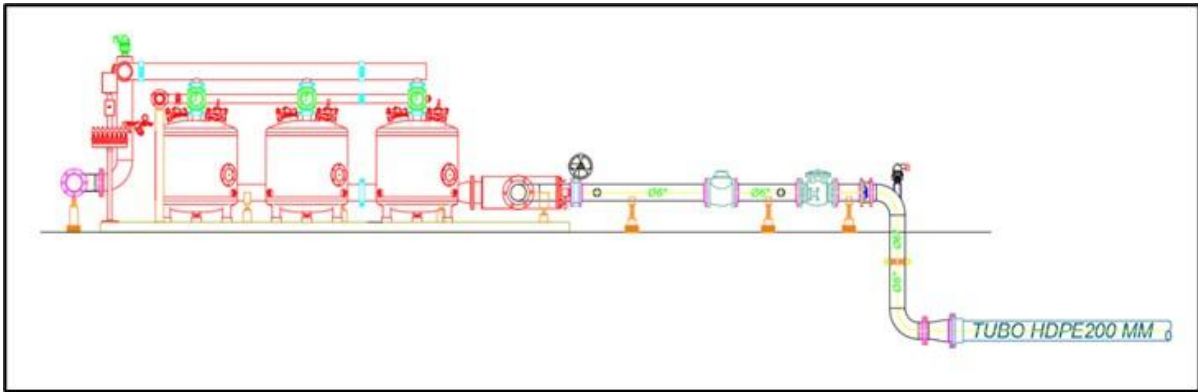
	Caudal (l/s)	Caudal (m³/h)	Tipo	Diámetro (pulg.)	Diámetro interno (m)	Velocidad (m/s)
<b>Succión</b>	60	216	Acero SCH-40	10	0.2545	1.16
<b>Descarga</b>	45	162	Acero SCH-40	6	0.1541	2.41

Asimismo, se tiene una válvula de pie con canastilla en la succión para evitar el ingreso de objetos que puedan dañar la bomba. Adicionalmente, se considera una manguera flotante sujeta con boyas para evitar que la succión del agua se realice desde el fondo del reservorio, que es en donde se asientan la mayor cantidad de sedimentos. Cabe resaltar que los dispositivos mencionados son del mismo diámetro de la succión calculada, es decir, 10”. En la Figura 32 se observa una válvula mariposa en la succión de la bomba para cuando se quiera cortar el flujo y realizar el mantenimiento de los componentes del cabezal; y en la Figura 33, se muestra el filtro de grava, el medidor de caudal, la válvula reguladora-sostenedora y la válvula check. Todos los componentes descritos son del mismo diámetro de descarga del manifold, es decir de 6”.



**Figura 32: Succión positiva con manguera flotante**





**Figura 33: Esquema de la descarga del cabezal de riego**

Como elementos de protección se tiene una válvula check, tres válvulas de aire de 2" de doble propósito, ubicadas en los puntos altos del manifold; y, una válvula de alivio de 3" en la descarga de la bomba.

#### **4.4. Cálculo del número de tanques del filtro de gravas**

Se tuvo en cuenta el caudal de filtración por cuerpo, caudal de retrolavado y diámetro del tanque de grava para determinar el número de tanques de grava. En la Tabla 18 se detalla el diámetro, caudal de operación, retrolavado y área de filtración según el modelo de filtro. Para un caudal de 46.2 l/s se dimensionó una batería de filtrado de 36", modelo F650.

$$\text{Cantidad de cuerpos en 36"} = \frac{(46.2 * 3.6) \text{ m}^3/\text{h}}{38 \text{ m}^3/\text{h}} = 4.38 \approx 5$$

$$\text{Cantidad de cuerpos en 36"} = 5 \text{ cuerpos}$$

$$\text{Caudal por cuerpo en retrolavado} = \frac{(46.2 * 3.6 + 55 \text{ m}^3/\text{h})}{(5 - 1)} = 55.33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Caudal por cuerpo en retrolavado} = 55.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Tabla 18: Diámetro de tanque, caudal de operación y retrolavado según modelo**

Modelo	D Ent/Sal (in)	D1 (mm) (in)		Caudal de operación* (m <sup>3</sup> /h) (gpm)		Caudal de retrolavado (m <sup>3</sup> /h)(gpm)		Área de filtración (m <sup>2</sup> ) (pies <sup>2</sup> )	
F605	1	323	12	3.5-5	15-22	6	26	0.07	0.75
F610	1.5	390	16	5.3-9	23-39	10	44	0.12	1.29
F620	2	480	20	8-13.5	35-59	17	75	0.20	2.15
F630	3	480	20	8-13.5	35-59	17	75	0.20	2.15
F635	2	610	24	13.5-20	59-88	25	110	0.29	3.12
F636	3	610	24	13.5-20	59-88	25	110	0.29	3.12
F640	3	762	30	20-30	88-132	38	167	0.44	4.73
F650	3	900	36	32--44	140-193	55	242	0.64	6.89
F655	3	1050	42	39-57	171-250	74	326	0.87	9.36
F660	4	1200	48	55-79	242-348	96	423	1.13	12.16

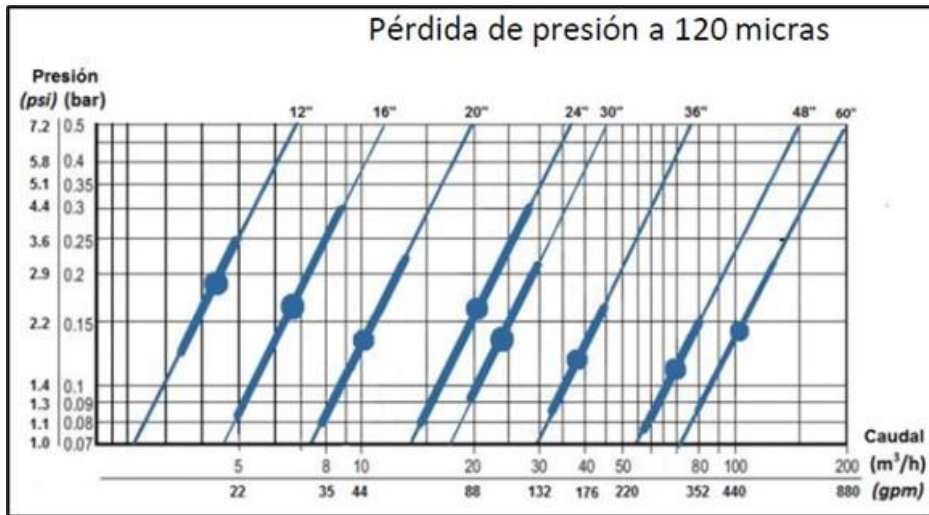
FUENTE: Yamit Filtration (2017)

Como se observa, el resultado de 55.3 m<sup>3</sup>/h es mayor al valor máximo permitido según la Tabla 18. Sin embargo, no es recomendable trabajar al límite ya que esto significaría una mayor pérdida de carga según la Figura 32. Por ello, es necesario agregar un cuerpo más para poder reducir el caudal por cuerpo en retrolavado y obtener así una menor pérdida de carga.

Entonces, el caudal corregido por tanque de grava es:

$$\text{Caudal por tanque de grava} = \frac{46.2 * 3.6}{6} = 27.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

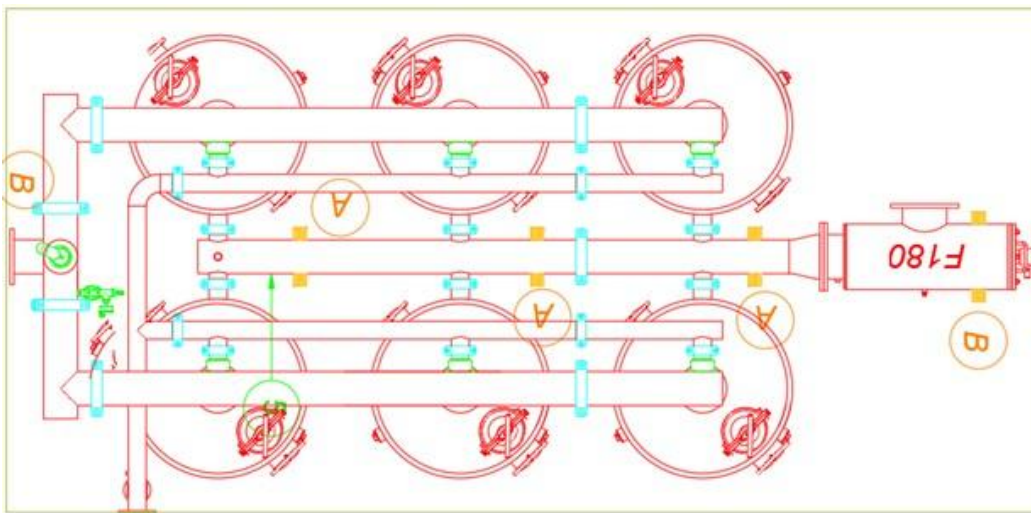
$$\text{Caudal por cuerpo en retrolavado} = \frac{46.2 * 3.6 + 50}{6 - 1} = 43.3 \text{ m}^3/\text{h}$$



**Figura 34: Pérdida de carga en filtro según caudal de retrolavado**

FUENTE: Yamit Filtration (2017)

En conclusión, el filtro de grava seleccionado fue el modelo F650 de 6 cuerpos de 36", tal como se muestra a en la Figura 35.



**Figura 35: Filtro de grava de 6 cuerpos de 36" modelo F650**

#### 4.5. Diseño del equipo de fertilización

Se consideró la tasa de inyección de fertilización en l/h para poder dimensionar los canales del equipo de inyección de fertilizante. Esta información fue brindada por el agrónomo del fundo para la preparación de una solución máxima de fertilizante de 480 l. El cálculo de este valor está fuera del alcance de este trabajo, debido a que va a depender del manejo que se le quiera dar al cultivo durante cada etapa fenológica.

La aplicación del fertilizante se debe realizar en la mitad del tiempo de riego por turno, cuyo valor es de 1.17 horas (estimado en el diseño agronómico). Entonces, el tiempo de aplicación de fertilizante sería de 35 min. Por lo tanto, la tasa de inyección de fertilizante es de 13.71 l/min o de 825 l/h.

Considerando los fertilizantes a aplicarse con el riego, se determinó el número de tanques de almacenamiento y la cantidad de canales de inyección de la mesa de fertilización.

Para poder dimensionar, en su totalidad, la mesa de fertilización fue importante tener en cuenta las presiones del sistema de riego en el punto de inyección y en la toma de agua, debido a que la bomba booster vertical en la mesa debe tener la suficiente potencia para vencer la presión en el punto de inyección. Estos datos fueron de 70 y 62.5 m para la presión del sistema de riego y la presión en el punto de inyección, respectivamente. Estos parámetros descritos se resumen en la Tabla 19, que, a su vez, es enviado al proveedor para que pueda dimensionar y cotizar la mesa de fertilización.

**Tabla 19: Parámetros de operación de la mesa de fertilización**

Equipo 01	Caudal turno más grande (m <sup>3</sup> /h)	Presión del sistema de riego (m)	Presión salida a campo (m)	Presión en el punto inyección (m)	Caudal de fertilizante a inyectar de N-P-K (l/h)
N	165	70	51.5	62.5	825.00
P	165	70	51.5	62.5	825.00
K	165	70	51.5	62.5	825.00

Los otros componentes, que también forman parte de la mesa de fertilización, son: venturis; válvulas *normally close*; medidor de flujo; válvulas check, de bola y de aire; fertímetros; y, accesorios de conexión. En la Figura 36 se muestra el equipo de fertilización instalado en el proyecto Campo Verde.

Finalmente, para tener completo el sistema de fertilización, se consideró la implementación de un tanque de dilución de 2500 l, junto a una bomba Q-Pump de 7.5 HP (Figura 37), cuya función es realizar la mezcla del fertilizante con el agua, para luego ser impulsados hacia los

tres tanques de almacenamiento de 1100 l, donde se extraerá la mezcla hacia la mesa de fertilización para su posterior inyección al sistema de riego.



**Figura 36: Mesa de fertilización con tres canales de inyección**

Para evitar la sedimentación del fertilizante en los tanques de almacenamiento, estos son conectados a un soplador o *blower* cuya función es suministrar burbujas de aire a la mezcla a través de tubos de PVC, conectados en cada tanque para que haya una constante recirculación y así evitar el asentamiento en el fondo del depósito (Ver Figura 38).



**Figura 37: Tanque de dilución de 2500 l y bomba Q-pump de 7.5 HP**

#### **4.6. Diseño de la automatización**

En la Tabla 20 se detalla el número de salidas y las válvulas que comandan los nodos RF-X1. Por ejemplo, el nodo 1, que tiene cuatro salidas, apertura y cierra las válvulas 21, 22 y 23. En el Anexo 14, se presenta la distribución de todos los nodos, en el plano hidráulico, en función a la topografía y distancia máxima permitida.

En la Figura 39 se puede observar que para los nodos RF-X1-2, 3 y 5 se tiene un solo controlador por válvula, debido a que, están ubicadas en cotas elevadas y distantes de la distribución de las demás válvulas, y, por lo tanto, no son factibles de agruparse. Estos casos son muy recurrentes en relieves accidentados, como en el caso del fundo Campo Verde.

Asimismo, en las Figuras 40 y 41 se pueden observar los nodos RF-C1 y RF-X1 instalados en el proyecto, respectivamente.



**Figura 38: Tanques de almacenamiento de 1100 l y bomba blower de 3.5 HP**

**Tabla 20: Nodos asignados para las válvulas hidráulicas del proyecto**

# UNIDAD	SALIDAS	ENLACE	VÁLVULAS
1	4/0	1	23
		2	21
		3	22
2	1/0	1	1
3	1/0	1	3
4	8/0	1	5
		2	2
		3	20
		4	19
		5	4
		6	8
		7	6
5	1/0	1	7
6	4/0	1	9
		2	10
		3	11
7	8/0	1	12
		2	13
		3	14
		4	15
		5	16
8	8/0	1	18
		2	17
		3	25
		4	24
		5	27
		6	28
		7	29
		8	26
9	4/0	1	30
		2	34
		3	32
		4	33
10	8/0	1	31
		2	35
		3	36
		4	37
		5	38





Figura 39: Tanques de almacenamiento de 1100 l y bomba blower de 3.5 HP



Figura 40: Ubicación de nodos RF-X1 en válvulas 1, 3 y 7



**Figura 41: Nodo RF-C1 instalado en la caseta de riego**



**Figura 42: Nodo RF-X1 con barra de 7 solenoides BERMAD**

## V. CONCLUSIONES

- Se diseñó el sistema de riego por goteo para 28.65 ha de cultivo de mandarina en ladera en el fundo Campo Verde, de acuerdo con los datos básicos de oferta de agua, clima, topografía, suelo y fuente de energía.
- En el diseño agronómico se estimó la lámina diaria de reposición del cultivo. Asimismo, se determinó el número de laterales por hilera, el caudal y espaciamiento de los goteros, tiempo de riego y números de turnos por día, parámetros que fueron importantes para el desarrollo del diseño hidráulico.
- Se realizó el diseño hidráulico del sistema de riego para la red de tuberías principal, secundarias y terciarias. Estas fueron de HDPE, en el sector norte del proyecto, debido al suelo pedregoso; y, de PVC, en el sector sur, donde se tiene suelo arenoso. Los diámetros nominales de los tubos de HDPE y PVC, para la línea principal y secundaria, son 200, 160, 140, 110, 90 y 75 mm (clase PN8, PN6 y C-5); y, para las terciarias, 110, 90, 75, 63 y 50 mm (clase PN6, C-5 y C-7.5), que fueron diseñadas para velocidades no mayores a 2 m/s.
- Se desarrolló el diseño de la automatización de los equipos de control del cabezal de riego; así como de las válvulas hidráulicas en campo, utilizando el controlador Wiseconn y sus nodos RF-X1 y RF-C1. Debido al desnivel topográfico y distancia entre las válvulas hidráulicas se consideró un total de 10 nodos RF-X1.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Dimensionar el equipo de bombeo considerando un factor de seguridad del 5%, de este modo se permite el ajuste necesario para suplir las necesidades del cultivo frente a cualquier contingencia en la operación del sistema.
- Ubicar las válvulas hidráulicas de una subunidad de riego en la curva de nivel con mayor elevación dentro del área que abarque. De esta forma, para obtener presiones de regulación que no excedan las establecidas para el funcionamiento adecuado del gotero.
- Instalar válvulas de aire de doble propósito en los puntos altos de la tubería principal y secundaria del sistema de riego; y el uso de válvulas de aire cinéticas en todos los arcos de riego del proyecto.
- Usar nodos RF-X1 independientes para válvulas hidráulicas que presenten desniveles topográficos elevados respecto a las demás y no sea posible juntar con otro grupo de válvulas.
- Usar tableros eléctricos con variadores de velocidad cuando se tiene turnos de riego que requieren una mayor presión con respecto a los demás. Este tipo de arranque permite regular las revoluciones del motor de la bomba de tal modo que la presión ofertada se adecue para cada turno de riego, obteniéndose un ahorro en el consumo energético.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S. y Raes, D. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO: Estudios FAO Riego y Drenaje.
- Ernst, B. (26 de enero de 2021). Cítricos 2020: Un gran año gracias a la pandemia. <http://www.topinfo.com.ar/2021/01/26/citricos-2020-un-gran-ano-gracias-a-la-pandemia/>
- Fernández, R., Yruela, M., Milla, M., García, J. y Oyonarte, N. (2010). Manual de riego para agricultores módulo 4: riego localizado. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Ferreira, R. y Selles van S, G. (2011, junio). Algunas consideraciones para el manejo de riego en cítricos. Tierra adentro. no. 94. <http://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/5246>
- Fuentes, J. (2003). Técnicas de riego (4.a ed.). Mundi-Prensa Libros.
- García, C. I. (2003). Sistemas de riego: por aspersión y goteo. Editorial Trillas.
- González, L. y Tullo, C. (2019). Guía técnica cultivo de cítricos. Universidad Nacional de Asunción.
- Groppa, M. (1983). Riego por goteo. Palmas, 35-36.
- Hidrostral. (2013). Bombas centrífugas: conceptos básicos.
- Iberico, J. (2016). Abastecimiento de agua para la agricultura en la costa. Moneda, 35-39.
- Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2007). Mapa de peligros de la ciudad de Huacho.
- Mendoza, A. (2013). Riego por goteo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”.
- Morales, J. y López, J. (2007). Aspectos básicos para el cultivo de la mandarina. AGROSAVIA.
- Moya, J. (2008). Riego localizado y fertirrigación. Ediciones Mundi-Prensa.3
- M-T Hydraulics. (2021). Galit. <http://m-t-hydraulics.com/es/galit-esp/>

- Netafim. (2020). Dripline, connectors and accesories [Conectores y accesorios para mangueras] (Vol.2).  
<https://www.netafim.com/4ad490/globalassets/products/connectors/accessories--connectors-catalog-2020.pdf>
- Nicoll Perú S.A. (2006). Manual de instalación de tubos y accesorios de PVC.
- Pizarro, F. (1994). Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Saldarriaga, J. (2006). Hidráulica de tuberías: Abastecimiento de agua, redes, riegos. Alfaomega.
- Sánchez, M. (2010). Asistencia técnica dirigida en riego tecnificado en el cultivo de cítricos. UNALM.
- Seva, F. (2020, septiembre). Retos y desafíos de la citricultura peruana. <https://agraria.pe/columna/retos-y-desafios-de-la-citricultura-peruana-22447>
- Wiseconn. (2019). Componentes principales del sistema Dropcontrol. [http://sites.google.com/a/wiseconn.cl/wiki\\_es/introduction/main-components](http://sites.google.com/a/wiseconn.cl/wiki_es/introduction/main-components)

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1: CATÁLOGO DEL EMISOR**



RIVULIS HYDRO PC  
DATOS DE RENDIMIENTO

Ø Nominal	Espesor de pared		Ø Interno	Ø Externo	Caudal	Intervalo de presión de trabajo	Longitud del rollo	Distancia longitudinal máxima x Separación entre goteros (cm) sobre un terreno plano							
	(mil)	(mm)						15	20	30	40	50	60	75	100
(mm)	(mil)	(mm)	(mm)	(mm)	(l/h)	(bar)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
12	35	0.89	10.4	12.2	1.05	0.75 - 3.0	600	59	76	109	138	166	192	229	284
12	40	1.02	10.4	12.4		0.75 - 3.5		63	82	117	149	179	206	246	306
16	35	0.89	13.8	15.6	1.2	0.6 - 3.0	400	90	117	166	211	253	292	347	431
16	40	1.02	13.8	15.8		0.6 - 3.5		97	125	178	227	272	314	374	464
16	45	1.14	13.8	16.1		0.6 - 3.5		97	125	178	227	272	314	374	464
17	40	1.02	15.3	17.3	1.2	0.6 - 3.5	350	122	157	222	281	336	386	458	565
17	45	1.14	15.3	17.6		0.6 - 3.5		122	157	222	281	336	386	458	565
17	47	1.19	15.3	17.7		0.6 - 3.5		122	157	222	281	336	386	458	565
20	40	1.02	17.6	19.6	1.2	0.75 - 3.5	300	160	206	289	364	434	499	590	727
20	45	1.14	17.6	19.9		0.75 - 3.5		160	206	289	364	434	499	590	727
20	47	1.19	17.6	20.0		0.75 - 3.5		160	206	289	364	434	499	590	727
16	35	0.89	13.8	15.6	1.6	0.75 - 3.0	400	75	97	137	175	210	242	288	358
16	40	1.02	13.8	15.8		0.75 - 3.5		80	104	148	188	226	260	310	385
16	45	1.14	13.8	16.1		0.75 - 3.5		80	104	148	188	226	260	310	385
17	40	1.02	15.3	17.3	1.6	0.75 - 3.5	350	101	130	184	233	278	320	380	470
17	45	1.14	15.3	17.6		0.75 - 3.5		101	130	184	233	278	320	380	470
17	47	1.19	15.3	17.7		0.75 - 3.5		101	130	184	233	278	320	380	470
20	40	1.02	17.6	19.6	1.6	0.75 - 3.5	300	133	170	240	302	360	415	490	604
20	45	1.14	17.6	19.9		0.75 - 3.5		133	170	240	302	360	415	490	604
20	47	1.19	17.6	20.0		0.75 - 3.5		133	170	240	302	360	415	490	604
16	35	0.89	13.8	15.6	2.2	0.75 - 3.0	400	61	78	112	142	171	197	234	291
16	40	1.02	13.8	15.8		0.75 - 3.5		65	84	120	153	183	212	252	313
16	45	1.14	13.8	16.1		0.75 - 3.5		65	84	120	153	183	212	252	313
17	40	1.02	15.3	17.3	2.2	0.75 - 3.5	350	82	106	149	190	227	261	309	382
17	45	1.14	15.3	17.6		0.75 - 3.5		82	106	149	190	227	261	309	382
17	47	1.19	15.3	17.7		0.75 - 3.5		82	106	149	190	227	261	309	382
20	40	1.02	17.6	19.6	2.2	0.75 - 3.5	300	108	138	195	246	293	337	398	492
20	45	1.14	17.6	19.9		0.75 - 3.5		108	138	195	246	293	337	398	492
20	47	1.19	17.6	20.0		0.75 - 3.5		108	138	195	246	293	337	398	492
16	35	0.89	13.8	15.6	3.6	0.75 - 3.0	400	44	57	81	103	124	143	171	212
16	40	1.02	13.8	15.8		0.75 - 3.5		47	61	87	110	133	154	184	228
16	45	1.14	13.8	16.1		0.75 - 3.5		47	61	87	110	133	154	184	228
17	40	1.02	15.3	17.3	3.6	0.75 - 3.5	350	59	77	108	138	165	190	224	279
17	45	1.14	15.3	17.6		0.75 - 3.5		59	77	108	138	165	190	224	279
17	47	1.19	15.3	17.7		0.75 - 3.5		59	77	108	138	165	190	224	279
20	40	1.02	17.6	19.6	3.6	0.75 - 3.5	300	78	100	141	179	213	245	290	358
20	45	1.14	17.6	19.9		0.75 - 3.5		78	100	141	179	213	245	290	358
20	47	1.19	17.6	20.0		0.75 - 3.5		78	100	141	179	213	245	290	358

**“ TENEMOS MÁS DE 1,2 MILLONES DE METROS DE LÍNEA DE GOTEO RIVULIS HYDRO PC, QUE SE INSTALARON EN NUESTRO CAMPO DE ALMENDRAS HACE MUCHOS AÑOS. LOS EMISORES SIGUEN FUNCIONANDO COMO EL PRIMER DÍA ”**

TIM ORR, LAKE CULLULLERAINE, AUSTRALIA



**ANEXO 2: BASE DE DATOS DEL FABRICANTE DEL EMISOR DE RIEGO**



# JOHN DEERE WATER

update: 29-5-2011

## TECHNICAL DATA FOR JDW DRIPLINES - Metric Units (meter)

	Flow Rate (lph)	Internal Diameter (mm)	Nominal Diameter (mm)	DRIP. CONST. (K) (for m, lph)	DRIP EXP. (X)	kd	Min pressure (m)	seal (m)	MOVEX
<b>Hydro PC</b>									
12-/25/35/40	1.05	10.4	12	1.05	0	1.33	7.5		02040-
0									
16-/35/40/45	1.2	13.8	16	1.2	0	0.85	6		02040-
	1.6	13.8	16	1.6	0	0.85	7.5		02040-
	2.2	13.8	16	2.2	0	0.85	7.5		02040-
	3.6	13.8	16	3.6	0	0.85	7.5		02040-
17-/35/40/45/47	1.2	15.3	17	1.2	0	0.6	6		02040-
	1.6	15.3	17	1.6	0	0.6	7.5		02040-
	2.2	15.3	17	2.2	0	0.6	7.5		02040-
	3.6	15.3	17	3.6	0	0.6	7.5		02040-
18/45 (USA)	1.2	15.8	18	1.2	0	0.68	6		02040-
	1.6	15.8	18	1.6	0	0.68	7.5		02040-
	2.2	15.8	18	2.2	0	0.68	7.5		02040-
	3.6	15.8	18	3.6	0	0.68	7.5		02040-
20-/35/40/45/47	1.2	17.6	20	1.2	0	0.45	7.5		02040-
	1.6	17.6	20	1.6	0	0.45	7.5		02040-
	2.2	17.6	20	2.2	0	0.45	7.5		02040-
	3.6	17.6	20	3.6	0	0.45	7.5		02040-
<b>Hydro PCND</b>									
12-/25/35/40	1.05	10.4	12	1.05	0	1.33	7.5	1.2	02040-
16-/35/40/45	1.35	13.8	16	1.35	0	0.85	6	1	02040-
	1.75	13.8	16	1.75	0	0.85	7.5	1	02040-
	2.35	13.8	16	2.35	0	0.85	7.5	1	02040-
	3.75	13.8	16	3.75	0	0.85	7.5	1	02040-
17-/40/45/47	1.35	15.3	17	1.35	0	0.6	6	1	02040-
	1.6	15.3	17	1.6	0	0.6	7.5	1	02040-
	2.35	15.3	17	2.35	0	0.6	7.5	1	02040-
	3.75	15.3	17	3.75	0	0.6	7.5	1	02040-
18/45 (USA)	1.35	15.8	18	1.35	0	0.68	6	1	02040-
	1.6	15.8	18	1.6	0	0.68	7.5	1	02040-
	2.35	15.8	18	2.35	0	0.68	7.5	1	02040-
	3.75	15.8	18	3.75	0	0.68	7.5	1	02040-
20/45-47	1.35	17.6	20	1.35	0	0.45	7.5	1	02040-
	1.75	17.6	20	1.75	0	0.45	7.5	1	02040-
	2.35	17.6	20	2.35	0	0.45	7.5	1	02040-
	3.6	17.6	20	3.6	0	0.45	7.5	1	02040-

kd equation=(0.0058\*d^2-0.2865\*d+3.69)

Min dripper spacing - 15 cm

Max work. pressure	(m)
12/25	25
12/35	30
12/40	35
16/35-40	30
16/45/47	35
17/35-40	30
17/45/47	35
18/45	35
20/35-40	30
20/45/47	35

**ANEXO 3: CATÁLOGO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS BERMAD SERIE 100**



## Serie IR-100 hYflow

Las válvulas de la serie IR-100 hYflow de BERMAD se encuentran en la vanguardia del diseño de válvulas de control; se trata de un producto totalmente exento de las típicas limitaciones relacionadas con las válvulas de control corrientes.

El conjunto integral de tapón equilibrado y diafragma Flexible Super Travel (FST) proporciona un pasaje sin interferencias y por consiguiente una regulación precisa y estable con capacidad de flujo ultra-elevada.

El diseño exclusivo del cuerpo de la válvula hYflow permite una perfecta adaptación en el sitio a una amplia gama de tipos y tamaños de conexiones. La conexión de brida articulada protege a la válvula contra los efectos de fuerzas y presiones en la tubería

\*Las válvulas de hasta 3" pueden configurarse como válvulas de cámara doble en el sitio de instalación

### Tamaños disponibles:

Oblicua (Y) - 1½", 2", 2"L, 2½", 3", 3"L, 4", 4"L, 6"R y 6" ; Angular - 2", 3", 3"L, 4" "T" y Doble (D) "T" - 3"



### Características y ventajas

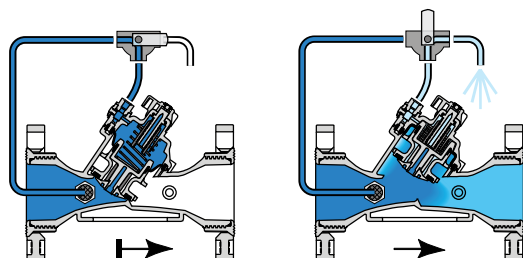
- Válvula de control hidráulica
  - Accionada por la presión en la línea
  - Control hidráulico On/Off
- Válvula de material compuesto con diseño de grado industrial
  - Adaptable en el terreno a una amplia variedad de conexiones de distintos tipos y tamaños
  - La conexión de brida articulada elimina las dos formas de estrés: mecánico e hidráulico
  - Altamente duradera y resistente a los agroquímicos y la cavitación
- Cuerpo de válvula hYflow en 'Y' con pasaje "Look Through" sin interferencias
  - Ultra-elevada capacidad de flujo - Baja pérdida de presión
- Conjunto integral de tapón equilibrado y diafragma Flexible Super Travel (FST)
  - Cierre suave
  - Baja presión de accionamiento
  - Previene la erosión y distorsión del diafragma
- Cómoda para el usuario
  - Inspección y mantenimiento en línea con facilidad

### Aplicaciones típicas

- Cabezal de control del riego
- Cabezal de control en el terreno
- LPS - Sistemas de bajas presiones
- Sistemas de riego que ahorran energía
- Sistemas de riego informatizados

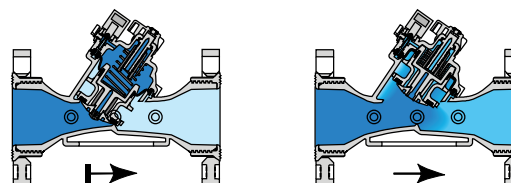


## Modos de operación (On/Off)



Control de 3 vías

La presión de la línea aplicada a la cámara de control genera una fuerza hidráulica que lleva a la válvula a la posición de cerrada y proporciona un cierre hermético a prueba de goteo. La descarga de presión de la cámara de control a la atmósfera hace que la presión de la línea debajo del tapón abra la válvula.



Control interno de 2 vías

La presión de la línea entra en la cámara de control a través de la restricción interna. El solenoide cerrado hace que se acumule presión en la cámara de control y cierre la válvula. La apertura del solenoide introduce más flujo de la cámara de control que el permitido por la restricción. Esto hace que disminuya la presión acumulada en la cámara de control y la válvula se abra.

## Especificaciones técnicas

### Formas y tamaños disponibles:

Oblicua (Y) - 1½"-6"; DN40-DN150 Angular (A) - 2", 3", 3"L, 4"; DN50, DN80, DN80L, DN100 "T" (T) y Doble (D) - 3"; DN80

### Conexiones disponibles:

**Rosca:** Hembra BSP-T/NPT (1½"-3"L; DN40-DN80L) Macho BSP-F (2" y 2½"; DN50 y DN65) Brida: 3", 3"L, 4", 4"L, 6"R y 6" "Corona" universal de plástico o metálica ISO, ANSI, AS, JIS

**PVC:** 75mm, 90mm, 110mm, 2.5", 3", 4" Adaptadores para PVC encolados para soldadura con cemento

### Victaulic: 2", 3", 4"

Adaptadores de plástico Victaulic (ranura)

### Presiones nominales: 10bar; 150psi

Rango de presiones de trabajo: 0.5-10bar; 7-150psi

Temperaturas: Agua hasta 60°C; 140°F

### Materiales estándar:

- **Cuerpo, tapa y tapón:** Poliamida (Nylon) 6 30GF Negro
- **Diafragma:** NR
- **Juntas:** NR
- **Resorte (muelle):** Acero inoxidable
- **Tornillos de la tapa:** Acero inoxidable

## Propiedades del flujo

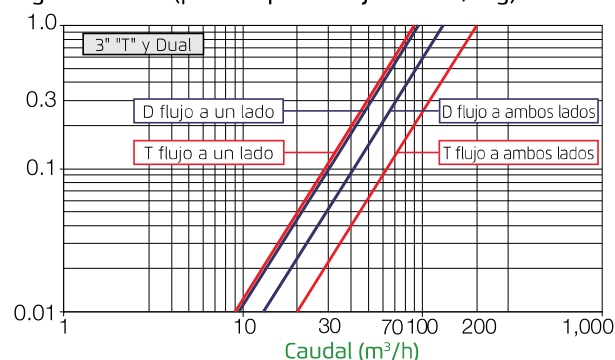
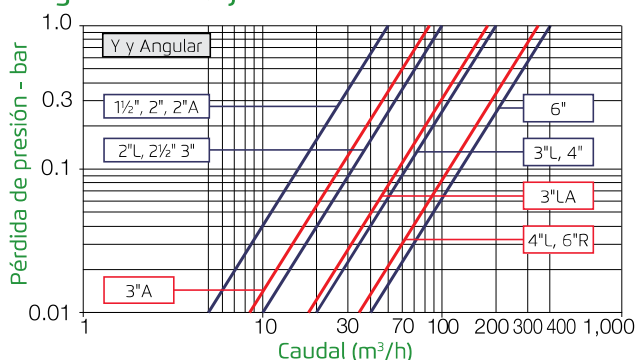
Tamaño	DN Pulgadas	40 1½	50 2	50 2	50L 2L	65 2½	80 3	80 3	80 3	80 3	80 3	80 3	80L 3L	80L 3L	100 4	100 4"	100L 4L	150R 6R	150 6
Forma		Y	Y	A	Y	Y	Y	A	T	TT	D	DD	Y	A	Y	A	Y	Y	Y
									Un lado	Dos lados	Un lado	Dos lados							
KV		50	50	50	100	100	100	85	95	130	90	200	200	190	200	190	340	340	400

$$\Delta P = \left( \frac{Q}{Kv} \right)^2$$

$Kv = m^3/h @ \Delta P \text{ of } 1 \text{ bar}$        $Cv = 1.155 Kv$   
 $Q = m^3/h$   
 $\Delta P = \text{bar}$

## Diagrama de flujo

Circuito de 2 vías "Pérdida de carga adicional" (para "V" por debajo de 2 m/seg): 0.3 bar





## Dimensiones y pesos

Tamaño Pulg.; DN	1½"; 40	2"; 50	2"; 50	2"L; 50L	2½"; 50L	3"; 80	3"; 80	
Forma	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	
Conexiones terminales	Rc 1½ (BSP.T)	Rc 2 (BSP.T)	G 2 (BSP.F)	Rc 2 (BSP.T)	G 2½ (BSP.F)	Rc 3 (BSP.T)	Bridas universales	
	1½" NPT	2" NPT	---	2" NPT	---	3" NPT	Metal	Plástico
L (mm)	200	230	230	230	230	298	308	308
H (mm)	173	173	173	187	187	199	244	244
H (mm)	40	40	40	43	43	55	100	100
W (mm)	97	97	97	135	135	135	200	200
CCDV (LIT)	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Peso (kg)	1.1	1.2	1.2	1.47	1.47	1.6	4.4	2.5

Tamaño Pulg.; DN	3"L; 80L	3"L; 80L	4"; 100	4"L; 100L			6"; 150			
Forma	Y	Y	Y	Y			Y "Boxer"			
Conexiones terminales	Rc 3 (BSP.T)	Bridas universales		Bridas universales		Bridas universales		Extremos Victaulic (ranura)	Bridas universales	
	3" NPT	Metal	Plástico	Metal	Plástico	Metal	Plástico			Plástico
L (mm)	298	308	308	350	350	442	442	470	480	504
H (mm)	278	317	317	329	329	340	340	377	198	286
H (mm)	60	100	100	112	112	112	112	149	100	143
W (mm)	168	200	200	224	224	226	226	287	475	475
CCDV (LIT)	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	1.15	1.15	1.15	2x0.62	2x0.62
Peso (kg)	3	4.4	3.5	7.5	4.6	13.5	10	16.5	11	12.5

Tamaño Pulg.; DN	2"; 50	3"; 80		3"L; 80L			4"; 100		3"; 80		3"; 80
Forma	A	A		A			A		Dual		T
Conexiones terminales	Rc 2 (BSP.T)	Rc 3 (BSP.T)	Bridas universales		Rc 3 (BSP.T)	Bridas universales		Bridas universales		Rc 3 (BSP.T)	Rc 3 (BSP.T)
	2" NPT	3" NPT	Metal	Plástico	3" NPT	Metal	Plástico	Metal	Plástico		
L (mm)	115	133	138	138	150	155	155	176	176	200	133
H (mm)	216	246	251	251	343	348	348	369	369	269	247
H (mm)	115	118	123	123	140	145	145	166	166	116	119
W (mm)	97	135	200	200	170	200	200	224	224	135	135
CCDV (LIT)	0.12	0.15	0.15	0.15	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	2x0.15	0.15
Peso (kg)	0.8	1.6	4.4	2.5	2.8	5.6	3.7	7.2	4.4	3.2	2.1

CCDV = Volumen de descarga (desplazamiento) en la cámara de control DC = Cámara doble Otros adaptadores para conexiones terminales están disponibles a pedido. Consulte al servicio al cliente respecto de las dimensiones y pesos de los adaptadores o de válvulas con adaptadores

**ANEXO 4: CATÁLOGO DE FILTROS DE GRAVAS YAMIT**



## FILTROS DE MEDIA – Serie F600

**Aplicación:** soluciones de filtrado de alta calidad para agua con una gran contaminación de material orgánico y algas.

**Características estándar:**

- **Cuerpo del filtro y conexiones:** acero al carbono ST37.2
- **Pre-tratamiento:** chorro de arena hasta nivel de Sa 2.5
- **Revestimiento interior y exterior:** recubrimiento en polvo epoxi-poliéster polimerizado en horno 150-200 micras.
- **Conexiones disponibles:** VIC, Rosca (hembra), Brida
- **Presión máxima de trabajo recomendada:** 8 bares (116 psi).
- **Crepinas tipo hongos con aperturas verticales**
- **Protección difusónica en los tornillos**



**Funcionamiento:**

El agua entra al filtro y fluye de forma uniforme por el lecho filtrante.

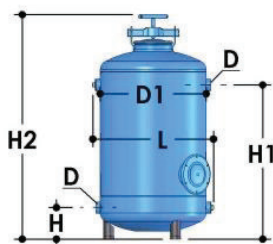
Las partículas de suciedad y materiales orgánicos quedan retenidas en la superficie del lecho filtrante. El agua limpia pasa a través del lecho filtrante y fluye hacia fuera a través de los crepinas tipo hongo.

El proceso de retrolavado de limpieza se realiza al cerrar la entrada del filtro y al permitir que el agua entre desde abajo, lo que provoca la elevación del lecho filtrante y la liberación de las partículas de suciedad que salen del filtro a través de la tubería de drenaje superior. Este proceso se puede controlar de manera automática.

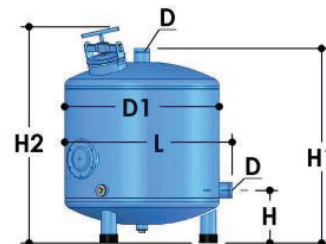
## FILTROS DE MEDIA – Series F600

Modelo	D Ent/Sal (in)	D1 (in)	H		H1		H2		L		Peso de unidad		No. sacos de grava de 25 kg (55 lb)
			(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(kg)	(lb)	
F605	1	12	150	5.91	785	30.91	1160	45.65	445	17.52	45	99	2
F610	1 ½	16	180	7.09	870	34.25	1175	46.23	457	17.99	48	106	3
F620	2	20	180	7.09	880	34.65	1280	50.4	548	21.57	60	132	5
F630	3	20	180	7.09	880	34.65	1280	50.4	617	24.29	60	132	5
F635	2	24	180	7.09	880	34.65	1285	50.6	696	27.4	85	187	7
F636	3	24	180	7.09	880	34.65	1285	50.6	750	29.53	85	187	7
F640	3	30	300	11.81	1070	42.13	1197	47.12	864	34.02	130	287	12
F650	3	36	300	11.81	1110	43.7	1242	48.9	1010	39.76	170	375	16
F655	3	42	300	11.81	1110	43.7	1224	48.19	1166	45.91			21
F660	4	48	330	11.81	1110	43.7	1189	46.81	1338	52.69	246	542	23

Nota: Conexión estándar 12" - 25" Rosca  
30" - 48" VIC/Brida



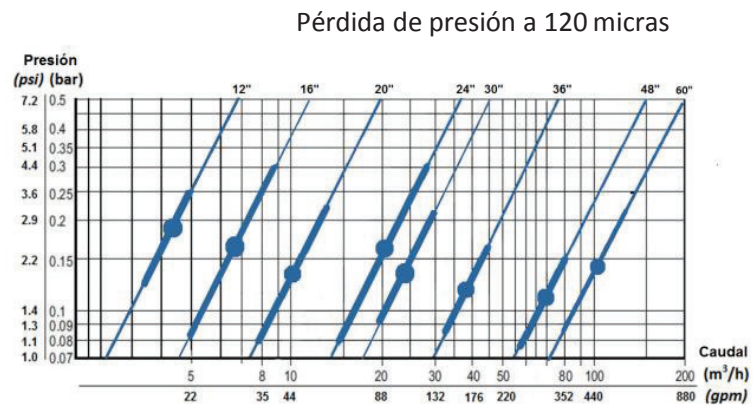
Modelo F605 – F635



Modelo F640 – F660

## FILTROS DE MEDIA – Serie F600

Modelo	D Ent/Sal (in)	D1 (mm) (in)	Caudal de operación*		Caudal de retrolavado		Área de filtración		
			(m <sup>3</sup> /h)	(gpm)	(m <sup>3</sup> /h)	(gpm)	(m <sup>2</sup> )	(pies <sup>2</sup> )	
F605	1	323	12	3.5-5	15-22	6	26	0.07	0.75
F610	1.5	390	16	5.3-9	23-39	10	44	0.12	1.29
F620	2	480	20	8-13.5	35-59	17	75	0.20	2.15
F630	3	480	20	8-13.5	35-59	17	75	0.20	2.15
F635	2	610	24	13.5-20	59-88	25	110	0.29	3.12
F636	3	610	24	13.5-20	59-88	25	110	0.29	3.12
F640	3	762	30	20-30	88-132	38	167	0.44	4.73
F650	3	900	36	32-44	140-193	55	242	0.64	6.89
F655	3	1050	42	39-57	171-250	74	326	0.87	9.36
F660	4	1200	48	55-79	242-348	96	423	1.13	12.16



## FILTROS DE MEDIA – Series F600

Tabla de recomendación de sistemas de grava:

Modelo	D Ent/salida (inada)	Caudal máximo (m3/h)	Configuración	Filtro de malla (*)
F635-02-130	3	40	2*24"	1*F130 (3")
F635-03-140	4	60	3*24"	1*F140 (4")
F635-04-140	4	80	4*24"	1*F140 (4")
F635-05-140	4	100	5*24"	1*F140 (4")
F635-06-160	6	120	6*24"	1*F160 (6")
F650-04-160	6	160	4*36"	1*F160 (6")
F650-05-160	6	200	5*36"	1*F160 (6")
F650-06-160	6	250	6*36"	1*F160 (6")
F650-07-180	8	300	7*36"	1*F180 (8")
F650-08-180	8	340	8*36"	1*F180 (8")
F660-05-180	8	350	5*48"	1*F180 (8")
F660-06-110	10	420	6*48"	1*F110 (10")
F660-07-110	10	500	7*48"	1*F110 (10")
F660-08-110	10	570	8*48"	2*F180 (8")
F660-09-110	10	630	9*48"	2*F180 (8")
F660-10-110	12	700	10*48"	2*F180 (8")

\* El filtro de control viene con malla estándar de 400 micras  
El sistema incluye: válvulas de retrolavado, válvula de límite flujo, controlador de retrolavado, grava, tuberías y accesorios.



## FILTROS DE MEDIA – Serie F600

### Tabla de Tratamiento de Hipoclorito en Filtros de Media

Proceso de tratamiento de cloro

1. Vaciar el agua que está en el filtro hasta la mitad del tanque.
2. Cargar el cloro de acuerdo a la tabla
3. Llenar nuevamente el filtro con agua, sin tener flujo de afuera
4. Cerrar la tapa del filtro y esperar entre 30 a 60min
5. Lavar nuevamente el filtro, 2 a 3 veces de forma consecutiva

Modelo	Diámetro de Filtro		Cantidad de hipoclorito de sodio Agua clorada-concentración de 3%		Cantidad de hipoclorito de sodio Líquido técnico- concentración de 10%	
	(in)	(mm)	(litros)	(gallons)	(litros)	(gallons)
F605	12	300	0.27	0.07	0.06	0.016
F610	16	400	0.50	0.13	0.10	0.026
F620	20	500	0.80	0.21	0.16	0.042
F630	20	500	0.80	0.21	0.16	0.042
F635	24	610	1.20	0.32	0.24	0.063
F636	24	610	1.20	0.32	0.24	0.063
F640	30	750	1.73	0.46	0.35	0.092
F650	36	900	2.48	0.65	0.50	0.132
F655	42	1050	3.45	0.91	0.70	0.185
F660	48	1200	4.50	1.19	0.90	0.238

## FILTROS DE MEDIA – Series F600

Conector VIC



Adaptador VIC brida



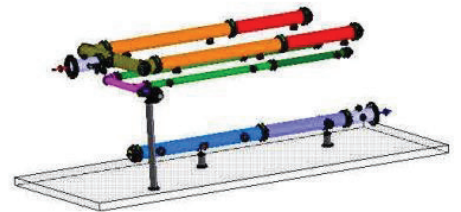
Adaptador VIC rosca hembra



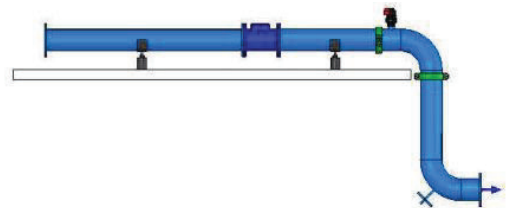
Adaptador VIC rosca macho



Manifold metálico



Manifold para caudalímetro y bajada



Patas de soporte



**ANEXO 5: ESTUDIO DE CALIDAD DE AGUA DE POZO ALEDAÑO AL  
PROYECTO**



LABORATORIO DE SUELOS

# ANALISIS COMPLETO DE AGUA

NOMBRE : QUNAQ FECHA: 19/05/2021  
DIRECCION : CABUYAL - LA ESPERANZA - HUARAL

N° de Laboratorio		021
DETERMINACIONES		<b>AGUA DE POZO</b>
C.E. mS/cm a 25°C		1.09
pH		7.71
Ca <sup>2+</sup>	meq/L	4.61
Mg <sup>2+</sup>	meq/L	1.73
Na <sup>+</sup>	meq/L	0.44
K <sup>+</sup>	meq/L	0.06
<b>Suma de Cationes</b>		<b>6.84</b>
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	0.00
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	5.30
Cl <sup>-</sup>	meq/L	1.05
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	meq/L	0.40
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	meq/L	0.08
<b>Suma de Aniones</b>		<b>6.83</b>
Fe	ppm	0.290
Zn	ppm	0.00009
Cu	ppm	0.0039
B	ppm	0.0027
SAR		0.25
CLASIFICACION		<b>C3S1</b>

Observaciones:

Agua de salinidad alta, que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad. Agua con bajo contenido en Sodio apta para el riego en la mayoría de los casos.

INIA  
Estación Experimental Agraria  
Donoso Kiyotada Miyagawa – Huaral

Dra. BEATRIZ SALES DAVILA

® LABORATORIO DE AGUA, SUELOS, FOLIARES Y  
ABONOS ORGANICOS



**ANEXO 6: DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS HIDRÁULICAS -  
IRRIGAD**

**Company :** Ipesa Hydro S.A.**Designer :** Jhonatan Chilet**Client :** Campo Verde**Design Date :** 1/13/2021**Site :****Report Date :** 6/08/2022 17:54:42**Notes :****File :** Proyecto Campo Verde - Módulo 1

Zone Name	Valve Description	Zone Flow (m3/h)	Zone Pressure (m)
Zone no. 7	VAL. BERMAD S200 2"	22.11	12.00
Zone no. 8	VAL. BERMAD S100 3"	38.45	14.00
Zone no. 9	VAL. BERMAD S100 3"	41.84	13.00
Zone no. 10	VAL. BERMAD S100 3"	38.63	14.00
Zone no. 11	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	14.51	13.00
Zone no. 12	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	14.17	9.00
Zone no. 13	VAL. BERMAD S100 3"	37.11	14.00
Zone no. 15	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	17.18	9.00
Zone no. 16	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	18.23	9.00
Zone no. 17	VAL. BERMAD S100 3"L	57.38	15.00
Zone no. 18	VAL. BERMAD S100 3"	38.53	15.00
Zone no. 19	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	15.21	9.00
Zone no. 2	VAL. BERMAD S100 3"	39.77	16.00
Zone no. 3	VAL. BERMAD S100 3"	46.07	19.00
Zone no. 4	VAL. BERMAD S100 3"	46.59	15.00
Zone no. 5	VAL. BERMAD S100 3"	50.84	16.00
Zone no. 6	VAL. BERMAD S100 3"	26.03	13.00
Zone no. 20	VAL. BERMAD S100 3"	43.07	16.00
Zone no. 21	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	14.27	13.00
Zone no. 22	VAL. BERMAD S100 3"	36.18	18.00
Zone no. 23	VAL. BERMAD S100 3"	35.95	9.00
Zone no. 24	VAL. BERMAD S100 3"	43.95	15.00
Zone no. 25	VAL. BERMAD S100 3"	39.32	15.00
Zone no. 26	VAL. BERMAD S100 3"	41.99	17.00
Zone no. 27	VAL. BERMAD S100 3"	44.30	15.00



Zone no. 28	VAL. BERMAD S100 3"	49.44	15.00
Zone no. 29	VAL. BERMAD S100 3"	36.53	19.00
Zone no. 31	VAL. BERMAD S100 3"	44.97	16.00
Zone no. 32	VAL. BERMAD S100 3"	30.26	15.00
Zone no. 33	VAL. BERMAD S100 3"L	66.01	17.00
Zone no. 34	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	13.22	16.00
Zone no. 35	VAL. BERMAD S100 3"	49.85	15.00
Zone no. 36	VAL. BERMAD S100 3"	28.77	13.00
Zone no. 37	VAL. BERMAD S200 2"	22.02	15.00
Zone no. 38	VAL. BERMAD S100 3"	33.42	14.00
Zone no. 1	VAL. BERMAD S100 3"	26.89	15.00
Zone no. 14	VAL. BERMAD S100 3"	31.98	15.00
Zone no. 30	VAL. BERMAD S200 1 1/2"	16.04	10.00

**ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE PARCELAS CRÍTICAS - IRRICAD**



Company : Ipesa Hydro S.A.

Designer : Jhonatan Chilet

Client : Campo Verde

Design Date : 1/13/2021

Site :

Report Date : 6/08/2022 17:54:58

Notes :

File : Proyecto Campo Verde - Módulo 1.dez

**System Flow - 1****Zones Operating**

Zone Name	(X,Y) (m)		Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)
Zone no. 1	222331.4	8761967.4	24.5	15.7	26.9
Zone no. 2	222469.2	8761977.5	17.5	17.5	39.8
Zone no. 3	222440.1	8761905.3	25.7	21.1	46.1

**Water Supplies**

Water Supply	(X,Y) (m)		Pressure (m)	Flow (m3/h)
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	29.5	-112.7

**System Flow - 2****Zones Operating**

Zone Name	(X,Y) (m)		Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)
Zone no. 4	222566.2	8762024.5	17.1	17.1	46.6
Zone no. 5	222464.8	8761955.8	19.4	18.6	50.8
Zone no. 6	222617.8	8762003.7	18.8	13.6	26.0
Zone no. 7	222591.6	8761938.8	26.9	13.9	22.1

**Water Supplies**

Water Supply	(X,Y) (m)		Pressure (m)	Flow (m3/h)
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	28.5	-145.6

**System Flow - 3**

<u>Zones Operating</u>					
Zone Name	(X,Y) (m)		Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)
Zone no. 8	222588.1	8762075.0	16.2	15.4	38.4
Zone no. 9	222624.9	8762180.9	19.6	14.7	41.8
Zone no. 10	222685.9	8762278.7	17.1	15.4	38.6
Zone no. 11	222729.7	8762386.4	14.7	14.7	14.5
<u>Water Supplies</u>					
Water Supply	(X,Y) (m)		Pressure (m)		Flow (m3/h)
Supply no. 1	222629.1	8762103.3		25.1	-133.4

**System Flow - 4**

<u>Zones Operating</u>					
Zone Name	(X,Y) (m)		Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)
Zone no. 12	222621.6	8762287.0	18.5	10.6	14.2
Zone no. 13	222623.6	8762287.8	18.2	15.3	37.1
Zone no. 14	222628.5	8762361.2	16.0	16.0	32.0
Zone no. 15	222629.1	8762362.3	16.0	11.4	17.2
Zone no. 16	222677.6	8762384.9	15.7	11.7	18.2
<u>Water Supplies</u>					
Water Supply	(X,Y) (m)		Pressure (m)		Flow (m3/h)
Supply no. 1	222629.1	8762103.3		42.2	-118.7

**System Flow - 5**

<u>Zones Operating</u>					
Zone Name	(X,Y) (m)		Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)
Zone no. 17	222499.1	8762173.3	16.2	15.8	57.4



Zone no. 18	222499.0	8762169.3	16.4	16.4	38.5
Zone no. 19	222502.9	8762050.1	18.8	10.8	15.2
<b><u>Water Supplies</u></b>					
<b>Water Supply</b>	<b>(X,Y) (m)</b>		<b>Pressure (m)</b>		<b>Flow (m3/h)</b>
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	40.1		-111.1

### System Flow - 6

<b><u>Zones Operating</u></b>					
<b>Zone Name</b>	<b>(X,Y) (m)</b>		<b>Valve Pressure (m)</b>	<b>Required Pressure (m)</b>	<b>Flow (m3/h)</b>
Zone no. 20	222499.0	8762051.3	24.1	17.8	43.1
Zone no. 21	222362.7	8762034.6	29.9	14.6	14.3
Zone no. 22	222368.7	8762059.8	26.1	19.3	36.2
Zone no. 23	222259.0	8762008.3	10.2	10.2	35.9
<b><u>Water Supplies</u></b>					
<b>Water Supply</b>	<b>(X,Y) (m)</b>		<b>Pressure (m)</b>		<b>Flow (m3/h)</b>
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	46.1		-129.5

### System Flow - 7

<b><u>Zones Operating</u></b>					
<b>Zone Name</b>	<b>(X,Y) (m)</b>		<b>Valve Pressure (m)</b>	<b>Required Pressure (m)</b>	<b>Flow (m3/h)</b>
Zone no. 24	222488.9	8762173.0	16.9	16.9	43.9
Zone no. 25	222490.0	8762176.7	16.9	16.5	39.3
Zone no. 26	222489.7	8762348.6	29.0	18.7	42.0
<b><u>Water Supplies</u></b>					
<b>Water Supply</b>	<b>(X,Y) (m)</b>		<b>Pressure (m)</b>		<b>Flow (m3/h)</b>
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	40.9		-125.2

### System Flow - 8

**Zones Operating**

Zone Name	(X,Y) (m)	Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)	
Zone no. 27	222404.4	8762148.1	23.6	16.9	44.3
Zone no. 28	222445.9	8762250.8	22.3	17.4	49.4
Zone no. 29	222485.9	8762350.1	29.0	20.3	36.5
Zone no. 30	222421.2	8762430.1	12.1	12.1	16.0

**Water Supplies**

Water Supply	(X,Y) (m)	Pressure (m)	Flow (m3/h)	
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	42.7	-146.3

**System Flow - 9****Zones Operating**

Zone Name	(X,Y) (m)	Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)	
Zone no. 31	222526.0	8762438.5	24.8	18.0	45.0
Zone no. 32	222469.5	8762461.2	15.9	15.9	30.3
Zone no. 33	222431.1	8762529.6	21.4	18.0	66.0
Zone no. 34	222462.2	8762477.8	17.6	17.4	13.2

**Water Supplies**

Water Supply	(X,Y) (m)	Pressure (m)	Flow (m3/h)	
Supply no. 1	222629.1	8762103.3	39.1	-154.5

**System Flow - 10****Zones Operating**

Zone Name	(X,Y) (m)	Valve Pressure (m)	Required Pressure (m)	Flow (m3/h)	
Zone no. 35	222574.9	8762637.5	21.7	17.5	49.9
Zone no. 36	222579.0	8762644.1	21.3	13.8	28.8
Zone no. 37	222579.9	8762704.5	16.9	16.9	22.0
Zone no. 38	222574.2	8762704.9	17.0	15.1	33.4

**Water Supplies**

Water Supply	(X,Y) (m)	Pressure (m)	Flow (m3/h)
--------------	--------------	-----------------	----------------





Supply no. 1	222629.1	8762103.3	39.5	-134.1
--------------	----------	-----------	------	--------

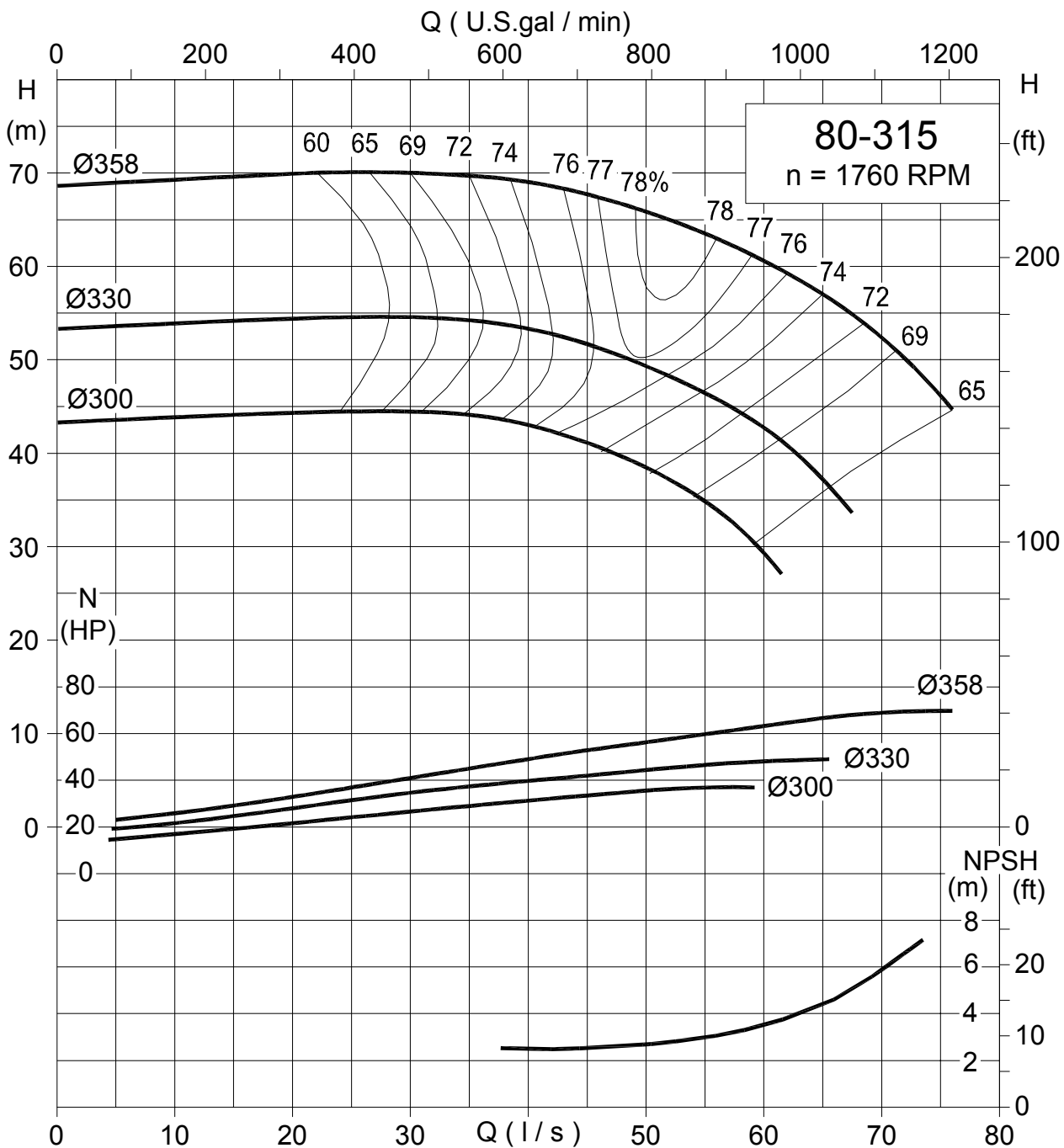
**ANEXO 8: PRESIÓN Y CAUDAL DEMANDANTE DE LOS TURNOS DE  
RIEGO - IRRICAD**

**Company :** Ipesa Hydro S.A.**Designer :** Jhonatan Chilet**Client :** Campo Verde**Design Date :** 1/13/2021**Site :****Report Date :** 6/08/2022 17:54:12**Notes :****File :** Proyecto Campo Verde - Módulo 1.dez**Water Supply :** Supply no. 1

Duty Number	On time	Off time	Pressure (m)	Flow (m3/h)
1	1 : 0 : 0	1 : 1 : 0	29.52	112.73
2	1 : 1 : 0	1 : 2 : 0	28.48	145.57
3	1 : 2 : 0	1 : 3 : 0	25.07	133.43
4	1 : 3 : 0	1 : 4 : 0	42.16	118.67
5	1 : 4 : 0	1 : 5 : 0	40.15	111.11
6	1 : 5 : 0	1 : 6 : 0	46.07	129.46
7	1 : 6 : 0	1 : 7 : 0	40.90	125.25
8	1 : 7 : 0	1 : 8 : 0	42.70	146.31
9	1 : 8 : 0	1 : 9 : 0	39.10	154.46
10	1 : 9 : 0	1 : 10 : 0	39.49	134.07

**ANEXO 9: CURVAS DE LA BOMBA DE RIEGO Y FICHA TÉCNICA**

### CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.  
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:2012 GRADO 2B.

**\*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.**

**HIDROSTAL S.A.**

**319-1000**  
[www.hidrostral.com.pe](http://www.hidrostral.com.pe)

- LIMA Sede central, Portada del Sol 722 - Lima 36, [ventas@hidrostral.com.pe](mailto:ventas@hidrostral.com.pe)
- LIMA Tienda, Paseo de la República 2500 - Lima 14, fax: 441-8560, [lince@hidrostral.com.pe](mailto:lince@hidrostral.com.pe)
- PIURA Zona industrial Mz. 229 Lote 1E, Telf.: (73) 331-031, [piura@hidrostral.com.pe](mailto:piura@hidrostral.com.pe)
- AREQUIPA Avenida Parra 306 - Cercado Telf.: (54) 214-090, [arequipa@hidrostral.com.pe](mailto:arequipa@hidrostral.com.pe)



BUSINESS ALLIANCE FOR SECURE COMMERCE  
PERULINDO1510



DESCRIPCION No. **HR09R**OFERTA No. **AMS-01137-20**  
ITEM No. **1****BOMBA CENTRÍFUGA**  
**TABLA TÉCNICA****MODELO DE EQUIPO ELECTROBOMBA 80-315-1HE-F530-0S-4R-1-70TG-75-18/358 TER****CÓDIGO**

<b>DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE</b>				<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA</b>	
Líquido a bombear:	Agua Limpia			Caudal (lps):	53.0
Temperatura fluido (°C):	20.0	NPSH disponible (m):	9.0	A.D.T. (m):	64.0
Gravedad específica:	1.0	Porcentaje de sólidos (%):	0.0	Eficiencia (%):	78.0
Nivel de pH:	7.0	Tamaño sólidos (mm):	0.0	Potencia absorbida (Hp):	58.0
Viscosidad (cP):	1.0	<b>Caudal (lps):</b>	<b>53.0</b>	Potencia absorbida máxima (Hp):	72.0
Temperatura ambiente (°C):	25.0	<b>A.D.T. (m):</b>	<b>64.0</b>	Velocidad de operación (rpm):	1,760
Altitud de operación (msnm):	500			NPSH requerido (m):	3.0

**DATOS BOMBA**

Marca:	Hidrostral
Tipo:	Centrífuga
Montaje:	Horizontal
Tipo de impulsor:	Cerrado
<b>Diámetro de impulsor:</b>	<b>358 mm</b>
Pasaje de sólidos máximo:	-
Lubricación soporte:	Grasa
Diámetro de succión:	125 mm
Diámetro de descarga:	80 mm
Tipo de conexiones:	Brida
Tipo de bridas:	DIS 2858

**MOTOR ELÉCTRICO**

Marca:	Weg
Tipo:	IE2 - Alta eficiencia
Norma de construcción:	IEC
Grado de protección:	IPW55
Aislamiento:	F
Frame:	225 S/M
Factor de servicio:	1.15
Potencia nominal (Hp):	75
<b>Potencia corregida (Hp):</b>	<b>75</b>
<b>Velocidad nominal (rpm):</b>	<b>1,775</b>
Voltaje:	<b>440 V</b>
Fases:	3
Frecuencia (Hz):	60
Tipo de arranque:	<b>Soft starter</b>

**SELLO DE LA BOMBA**

Tipo de sello:	Prensaestopa
Marca:	John Crane o similar
Materiales:	Fibra acrílica de teflón

**SISTEMA DE TRANSMISIÓN**

Tipo:	Acople directo
Marca:	Guardian Industries o similar
Modelo:	TG 1070

**MATERIALES DE FABRICACIÓN**

Ejecución metalúrgica:	<b>1HE</b>
Caja:	Fierro fundido gris ASTM A48 CL-30B
Impulsor:	Fierro fundido nodular ASTM A536-806006
Bocina eje:	Acero inoxidable AISI 420
Eje bomba:	Acero al carbono AISI 1045
Soporte:	Fierro fundido gris ASTM A48 CL-30B
Camiseta <sup>(1)</sup> :	-
Tapa de succión <sup>(1)</sup> :	-

**PLACA BASE**

Tipo:	4R-1
Materiales:	Acero estructural A36

**PRUEBAS**

Prueba de desempeño:	No.
Prueba hidrostática:	No.
Certificado NPSH:	No.
Otros:	-

<sup>(1)</sup> Aplicable a bombas Hidrostral con impulsor helicoidal**OBSERVACIONES**

Embalaje caja de madera

**SI**

## **ANEXO 10: PRESUPUESTO DEL PROYECTO**



## PRESUPUESTO DE PROYECTO

Código: PRY-M1.2.3-F-01

Rev.: 00

Fecha: 10.01.21

IPESA HYDRO S.A.

AV. REPUBLICA DE COLOMBIA N°470-478 SAN ISIDRO, LIMA

RUC 20475927550

San Isidro, 10 DE ENERO DEL 2021

COTIZACION

Señor(es): CAMPO VERDE

N° 2021- 0004

Atencion: ING. JUAN TABA

Proyecto: SISTEMA DE RIEGO CITRICO+ RIEGO DE CERCO PARA LOTES + RIEGO DE CERCO PERIMETRICO +RIEGO DE KING GRASS DENTRO DE LOTE

Area: 25.15 Has.

Ubicación

del HUARAL

proyecto:

TUBERIAS Y ACCESORIOS DE HDPE - PVC					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
1	TUBERIA HDPE 200 MM PN6 (TRAMOS DE 12 M)	METROS	444	10.036	4,455.980
2	TUBERIA HDPE 160 MM PN6 (TRAMOS DE 12M)	METROS	84	6.459	542.560
3	TUBERIA HDPE 140 MM PN6 (TRAMOS DE 12M)	METROS	372	4.930	1,833.960
4	TUBERIA HDPE 110 MM PN8	ROLLOS 100M	6	424.837	2,549.020
5	TUBERIA HDPE 90 MM PN8	ROLLOS 100M	9	246.406	2,217.650
6	TUBERIA HDPE 75 MM PN8	ROLLOS 100M	5	245.099	1,225.500
7	TUBERIA HDPE 63 MM PN8	ROLLOS 100M	17	124.184	2,111.130
8	TUBERIA PVC UF 110 MM C-7.5	TUBO X 6 M	5	27.428	137.140
9	TUBERIA PVC UF 90 MM C-7.5	TUBO X 6 M	15	19.103	286.550
10	TUBERIA PVC UF 63 MM C-7.5	TUBO X 6 M	15	9.532	142.980
11	TUBO PVC SP 1.1/2" X 5M C-7.5	TUBO X 5 M	168	4.128	693.500
12	TUBERIA PVC UF 200 MM C-5	TUBO X 6 M	83	59.483	4,937.090
13	TUBERIA PVC UF 160 MM C-5	TUBO X 6 M	31	39.236	1,216.320
14	TUBERIA PVC UF 140 MM C-5	TUBO X 6 M	23	30.000	690.000
15	TUBERIA PVC UF 110 MM C-5	TUBO X 6 M	57	18.659	1,063.560
16	TUBERIA PVC UF 90 MM C-5	TUBO X 6 M	75	12.671	950.330
17	TUBERIA PVC UF 75 MM C-5	TUBO X 6 M	82	9.048	741.940
18	TUBERIA PVC UF 63 MM C-5	TUBO X 6 M	88	6.683	588.100
19	ANILLOS DE JEBE	GL	1	382.000	382.000
20	ACCESORIOS DE HDPE - PVC	GL	1	11,514.003	11,514.000
SUB-TOTAL (US\$)					38,279.310

LATERALES DE GOTEYO Y ACCESORIOS DE MANGUERA					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
21	MANGUERA HYDRO PC 16MM 35MIL 3.6LPH 40CM - 400M (2OUT)	ROLLOS 400 M	367	76.113	27,933.470
22	MANGUERA LDPE 16 MM C-4	METROS	3,500	0.164	574.000
23	CONECTOR INICIAL 16 MM C/N JEBE	UND	3,500	0.210	735.000
24	JDW CONECTOR M/M 16MM X 16MM VERDE	UND	4,600	0.090	414.000
25	TERMINAL DE LINEA TIPO 8	UND	3,500	0.117	409.500
SUB-TOTAL (US\$)					30,065.970

VALVULAS DE CAMPO					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
26	BERMAD VALVULA HIDRAULICA REDUCTORA PRESION PLASTICA S-120 3"L RH BSP C/PILOTO (0.5-3 BAR) C/GALIT INBAR	UND	2	222.960	445.920
27	BERMAD VALVULA HIDRAULICA REDUCTORA PRESION PLASTICA S-120 3" RH BSP C/PILOTO (0.5-3 BAR) C/SAGIV + GALIT INBAR	UND	3	165.690	497.070
27	BERMAD VALVULA HIDRAULICA REDUCTORA PRESION PLASTICA S-100 2"L RH BSP C/PILOTO (0.5 - 3 BAR) C/SAGIV + GALIT INBAR	UND	23	164.456	3,782.490
28	BERMAD VALVULA HIDRAULICA REDUCTORA PRESION PLASTICA S-100 2" RH BSP C/PILOTO (0.5 - 3 BAR) C/GALIT INBAR	UND	2	218.500	437.000
29	BERMAD VALVULA HIDRAULICA REDUCTORA PRESION PLASTICA S-120 1 1/2" RH NPT C/PILOTO (0.5-3 BAR) C/SAGIV + GALIT	UND	8	156.049	1,248.390
30	ARI VALVULA DE AIRE DOBLE PROPOSITO DG-10 2" RM BSP	UND	48	65.797	3,158.260
31	ARI VALVULA DE AIRE DOBLE PROPOSITO DG-10 1" RM BSP	UND	8	51.038	408.300
31	VALVULA DE AIRE SIMPLE PROPOSITO 2"	UND	30	21.763	652.890
32	VALVULA DE AIRE SIMPLE PROPOSITO 1"	UND	8	12.292	98.340
32	VALVULA BOLA METALICA 3" RH NPT	UND	3	73.203	219.610
33	VALVULA DE BOLA PVC UN UNIVERSAL 2" RH BSP	UND	25	25.165	629.130
34	VALVULA DE BOLA PVC UN UNIVERSAL 1 1/2" RH BSP	UND	65	22.684	1,474.460
35	VALVULA DE ALIVIO 3" RH BSP	UND	1	374.846	374.850
SUB-TOTAL (US\$)					13,426.710



CABEZAL DE FILTRADO					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
36	FILTRO DE GRAVA 6X36" C/FILTRO DE SEGURIDAD DE MALLA C/FILTRON	UND	1	16,557.693	16,557.690
37	CALDERERIAS DE ACERO DEL CABEZAL FILTRADO (SUCCION 8", DESCARGA	GL	1	5,128.206	5,128.210
38	SUCCION FLOTANTE	GL	1	1,726.010	1,726.010
39	VALVULAS DEL CABEZAL DE FILTRADO	GL	1	3,665.250	3,665.250
40	TUBERIAS DE PVC	GL	1	512.821	512.820
<b>SUB-TOTAL (US\$)</b>					<b>27,589.980</b>

SISTEMA DE FERTILIZACION AUTOMATICO					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
41	MESA DE FERTILIZACION TIPO BY-PASS DE 3 INYECTORES VENTURI DE 825 L/H CADA UNO PARA FERTILIZANTES PARA UNA PRESION DE 52 MCA (SIN BOMBA)	UND	1	4,977.304	4,977.300
42	GRUNDFOS BOMBA ACERO INOXIDABLE 316 CRN 10-5 / 5.5 HP	UND	1	2,120.000	2,120.000
43	EMEC SENSOR DE PH Y CE C/CONTROLADOR LDPHCD 4-20MA	UND	1	2,986.667	2,986.670
42	ELECTROBOMBA Q-PUMP QC216 / 7.5 HP / 3600 RPM DE MEZCLA	UND	1	3,761.334	3,761.330
43	GOORUI BLOWER 3.5HP/60HZ + FILTRO DE AIRE EXTERNO + CONECCIONES N/P: GHBH 003 34 1R5	UND	1	268.800	268.800
44	TABLERO ELECTRICO ARRANQUE DIRECTO 1 X 7.5HP + 1 X 3.5HP / 440V / TRIFASICO	UND	1	1,204.000	1,204.000
45	TANQUE 1,100 L REFORZADO BLANCO + CONEXION VITON 2"	UND	3	216.275	648.830
46	TANQUE 2,500 L EXTRA REFORZADO BLANCO + CONEXION VITON 2" DE MEZCLA	UND	1	579.297	579.300
47	AGITADOR PARA TANQUE DE MEZCLA	UND	1	833.334	833.330
48	TABLERO PARA AGITADOR	UND	1	514.667	514.670
49	ACCESORIOS DE FERTILIZACION	GL	1	6,618.489	6,618.490
<b>SUB-TOTAL (US\$)</b>					<b>24,512.720</b>

SISTEMA DE AUTOMATIZACION VIA RADIO					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
50	WISECONN RF-C1 900MHZ NODE 900 HP	UND	1	2,206.061	2,206.060
51	WISECONN ANTENA OMI 6BDI C/CABLE EXTENSOR 8M SMA-N C/SOPORTE P/RF-X1/M1/C1	UND	1	264.728	264.730
51	WISECONN CABLE EXTENSOR ANTENA 8M SMA-SMA C/SOPORTE P/ACC-ANT-900-OM2	UND	1	79.419	79.420
52	WISECONN PANEL SOLAR 10W P/RF-X1/M1 ACC-ENERGY-SOLAR-10	UND	1	70.594	70.590
53	WISECONN ANTENA P/CELULAR 7DBI C/CABLE 3M C/SOPORTE Y PIGTAIL P/RF-X1/M1/C1	UND	1	176.485	176.490
54	WISECONN LICENCIA 3 AÑOS PARA 4 USUARIOS	UND	1	769.746	769.750
55	WISECONN GATEWAY RF-X1 NODE 900MHZ HP DIGI MESH 3G RF-X1	UND	1	1,235.394	1,235.390
56	WISECONN RF-X1 900MHZ NODE 900HP	UND	10	661.819	6,618.190
57	WISECONN EXPANSION CARD LATCH 1X SALIDA SOLENOIDE 1X ENTRADA DIGITAL P/RF-X1	UND	3	61.770	185.310
58	WISECONN EXPANSION CARD LATCH 4X SALIDA SOLENOIDE 1X ENTRADA DIGITAL P/RF-X1	UND	11	105.891	1,164.800
59	WISECONN BATERIA DE LITIO ION 3.7V 13AHR P/RF-X1/M1/C1	UND	10	70.594	705.940
60	BERMAD BARRA 8 SOLENOIDES LATCH 12VDC/ 3W / 2 HILOS + ACCESORIOS CONEXION	UND	2	480.786	961.570
61	BERMAD BARRA 4 SOLENOIDES LATCH 12VDC/ 3W / 2 HILOS + ACCESORIOS CONEXION	UND	5	217.579	1,087.900
62	BERMAD BARRA 2 SOLENOIDES LATCH 12VDC/ 3W / 2 HILOS + ACCESORIOS CONEXION	UND	1	107.711	107.710
63	U TYPE MOUNTING CLAMPS	UND	50	3.352	167.600
64	RELE 24 VAC	UND	3	13.132	39.400
65	MANGUERA PE CIEGA 8MM	METROS	4,000	0.093	372.000
66	ACCESORIOS DE CONEXION	GL	1	4,577.670	4,577.670
<b>SUB-TOTAL (US\$)</b>					<b>20,790.520</b>

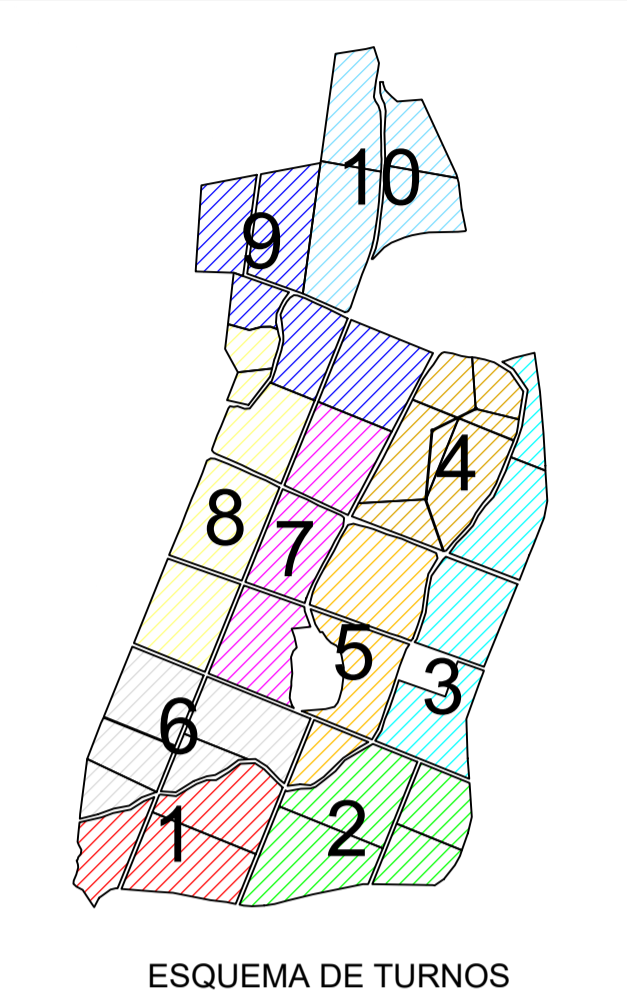
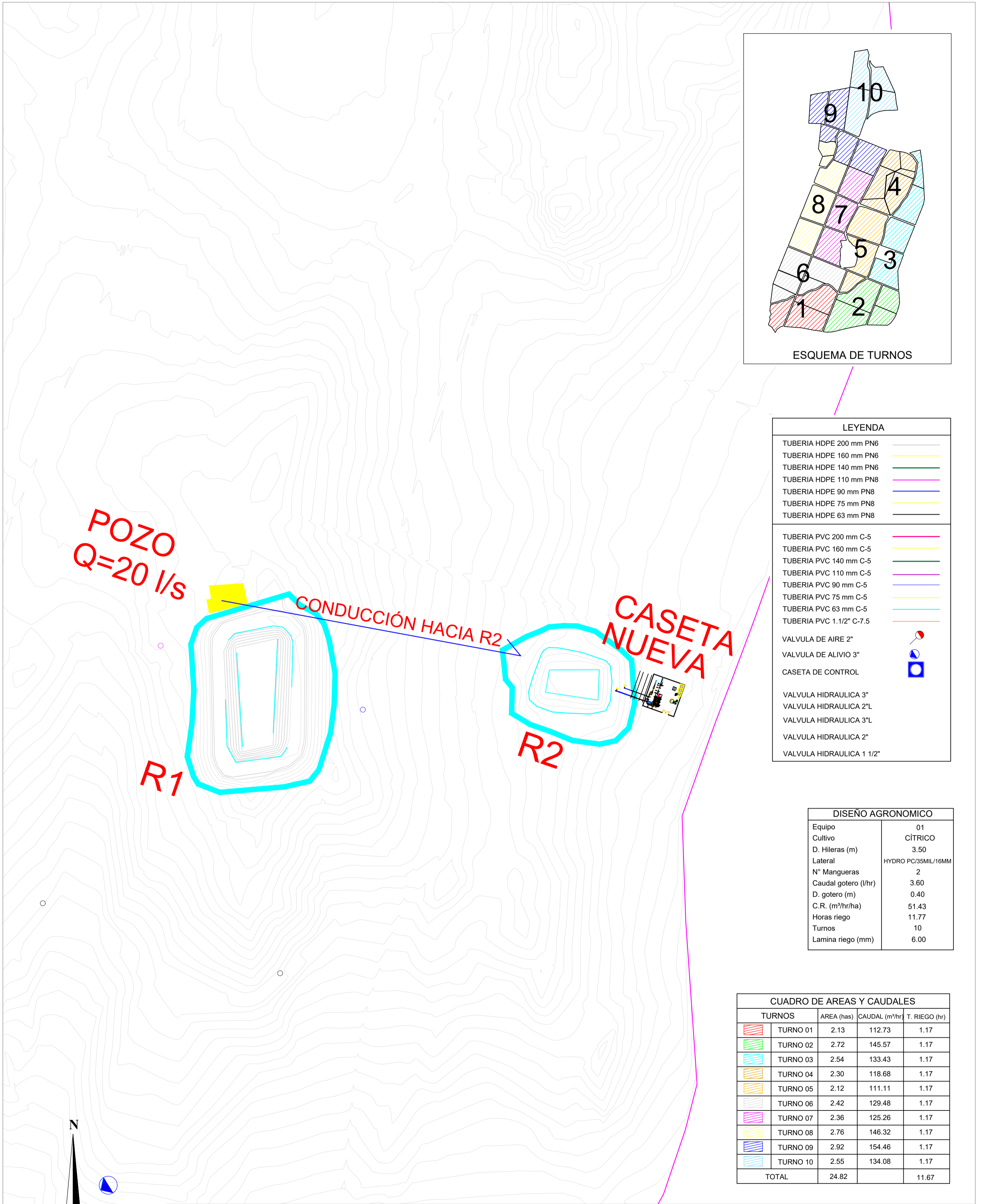
ELECTROBOMBAS Y TABLEROS ELÉCTRICOS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U VENTA (US\$)	PRECIO VENTA (US\$)
67	HIDROSTAL ELECTROBOMBA DE EJE HORIZONTAL 80-315 DE 75 HP	UND	1	7,603.975	7,603.980
68	TABLERO ELECTRICO SOFT STARTER 1 X 75 HP / 440V / TRIFASICO	UND	1	5,693.334	5,693.330
<b>SUB-TOTAL (US\$)</b>					<b>13,297.310</b>

<b>TOTAL VENTA DE MATERIALES (US\$)</b>	<b>167,962.520</b>
---	--------------------

SUBTOTAL (US\$)	167,962.52
IGV (US\$)	30,233.25
<b>TOTAL VALOR DE VENTA (US\$)</b>	<b>198,195.77</b>

**ANEXO 11: PLANO DE UBICACIÓN DEL POZO**

# UBICACIÓN DEL POZO Y CONDUCCIÓN HACIA R2



LEYENDA	
TUBERIA HDPE 200 mm PN6	—
TUBERIA HDPE 160 mm PN6	—
TUBERIA HDPE 140 mm PN6	—
TUBERIA HDPE 110 mm PN8	—
TUBERIA HDPE 90 mm PN8	—
TUBERIA HDPE 75 mm PN8	—
TUBERIA HDPE 63 mm PN8	—
TUBERIA PVC 200 mm C-5	—
TUBERIA PVC 160 mm C-5	—
TUBERIA PVC 140 mm C-5	—
TUBERIA PVC 110 mm C-5	—
TUBERIA PVC 90 mm C-5	—
TUBERIA PVC 75 mm C-5	—
TUBERIA PVC 63 mm C-5	—
TUBERIA PVC 1.1/2" C-7.5	—
VALVULA DE AIRE 2"	
VALVULA DE ALIVIO 3"	
CASETA DE CONTROL	
VALVULA HIDRAULICA 3"	
VALVULA HIDRAULICA 2"L	
VALVULA HIDRAULICA 3"L	
VALVULA HIDRAULICA 2"	
VALVULA HIDRAULICA 1 1/2"	

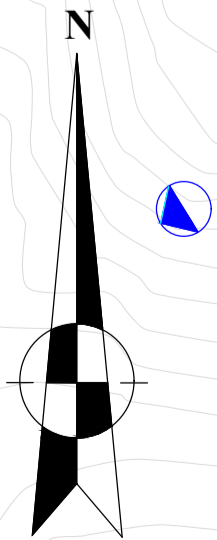
DISEÑO AGRONOMICO	
Equipo	01
Cultivo	CÍTRICO
D. Hileras (m)	3.50
Lateral	HYDRO PC/35MIL/16MM
N° Mangueras	2
Caudal gotero (l/hr)	3.60
D. gotero (m)	0.40
C.R. (m³/hr/ha)	51.43
Horas riego	11.77
Turnos	10
Lamina riego (mm)	6.00

CUADRO DE AREAS Y CAUDALES			
TORNOS	AREA (has)	CAUDAL (m³/hr)	T. RIEGO (hr)
TURNO 01	2.13	112.73	1.17
TURNO 02	2.72	145.57	1.17
TURNO 03	2.54	133.43	1.17
TURNO 04	2.30	118.68	1.17
TURNO 05	2.12	111.11	1.17
TURNO 06	2.42	129.48	1.17
TURNO 07	2.36	125.26	1.17
TURNO 08	2.76	146.32	1.17
TURNO 09	2.92	154.46	1.17
TURNO 10	2.55	134.08	1.17
TOTAL	24.82		11.67

//	//	//	//	Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente, la precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.			
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISIÓN	-	All rights reserved to Ipesa Hydro			
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:	REVISADO	DISEÑO:	DIBUJO:	T. PAPEL:	ESCALA:
				JCH	JCH	A2	1/2000

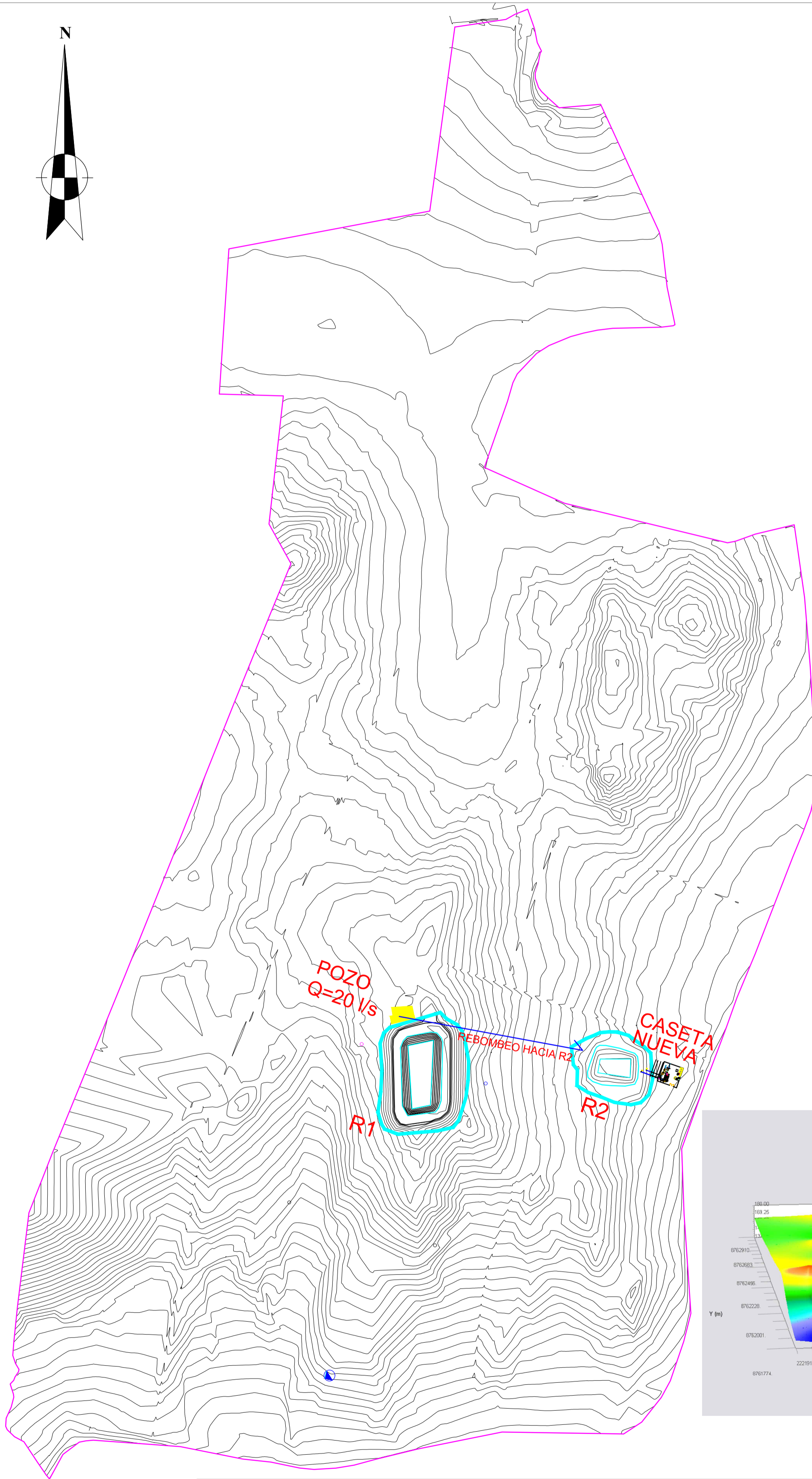
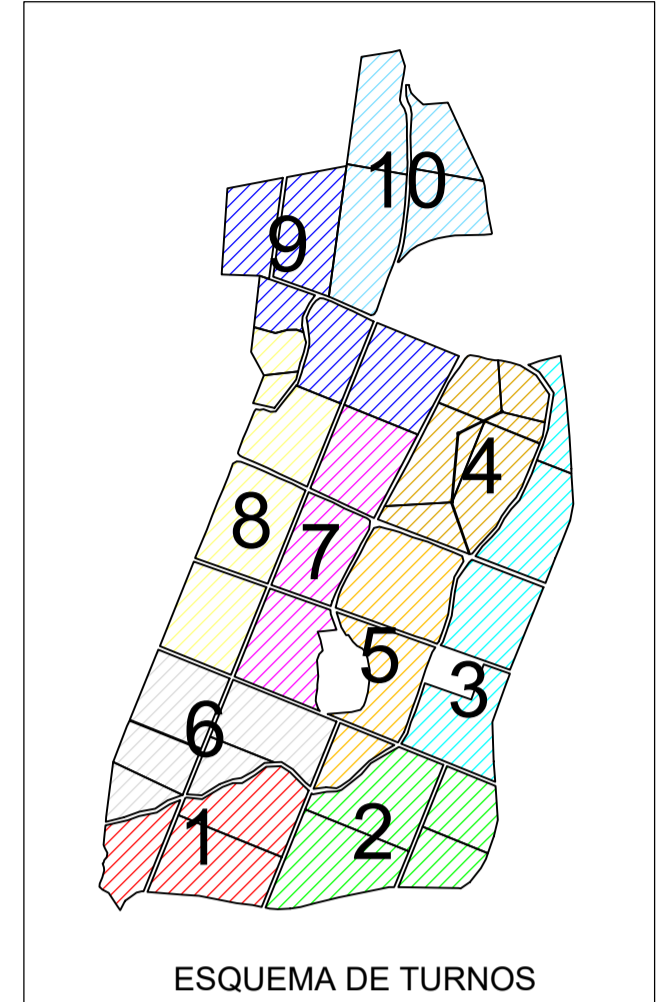
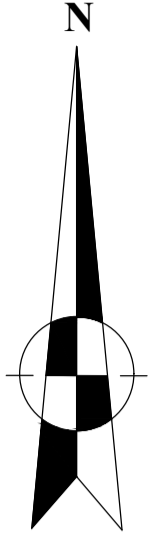


CLIENTE:	<b>CAMPO VERDE S.A.C.</b>		
PROYECTO:	<b>"SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN MANDARINA"</b>		
DEPARTAMENTO:	LIMA	LOCALIZACION:	HUACHO
CULTIVO:	MANDARINA	FECHA:	02.01.21
VERSION:	A		

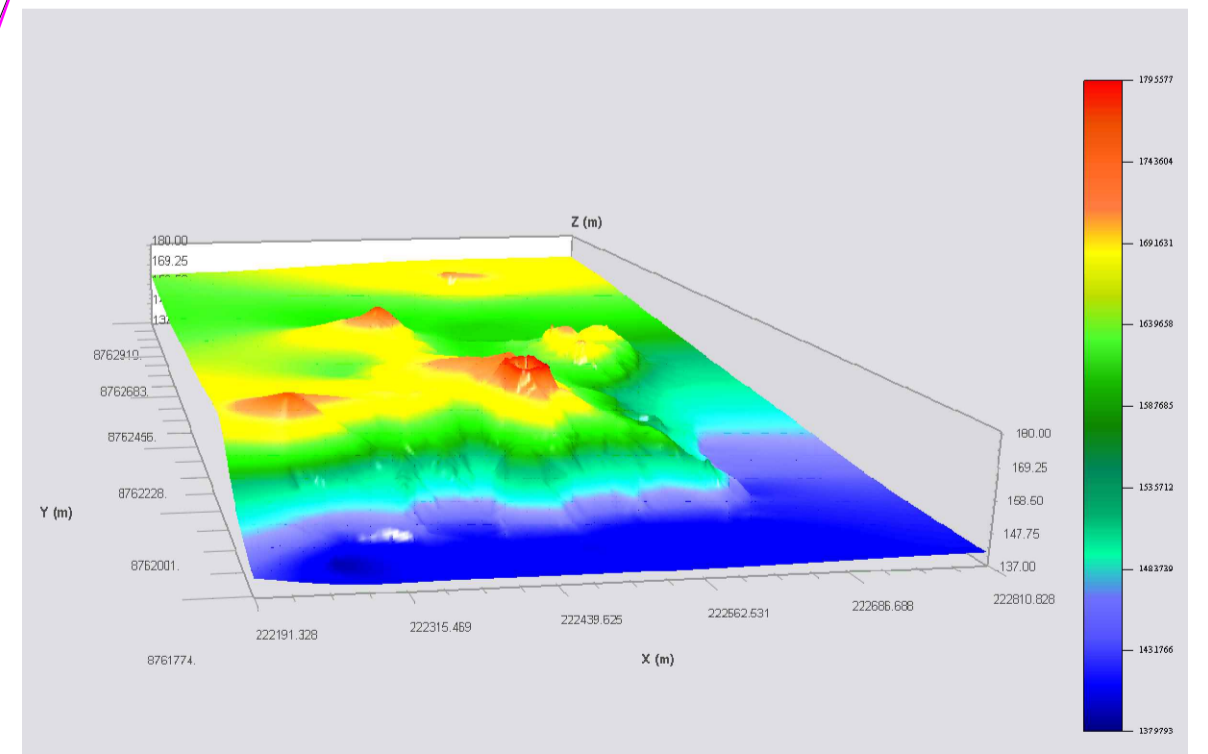


**ANEXO 12: PLANO TOPOGRÁFICO**

# PLANO TOPOGRÁFICO



LEYENDA	
TUBERIA HDPE 200 mm PN6	
TUBERIA HDPE 160 mm PN6	
TUBERIA HDPE 140 mm PN6	
TUBERIA HDPE 110 mm PN8	
TUBERIA HDPE 90 mm PN8	
TUBERIA HDPE 75 mm PN8	
TUBERIA HDPE 63 mm PN8	
TUBERIA PVC 200 mm C-5	
TUBERIA PVC 160 mm C-5	
TUBERIA PVC 140 mm C-5	
TUBERIA PVC 110 mm C-5	
TUBERIA PVC 90 mm C-5	
TUBERIA PVC 75 mm C-5	
TUBERIA PVC 63 mm C-5	
TUBERIA PVC 1.1/2" C-7.5	
VALVULA DE AIRE 2"	
VALVULA DE ALIVIO 3"	
CASETA DE CONTROL	
VALVULA HIDRAULICA 3"	
VALVULA HIDRAULICA 2"	
VALVULA HIDRAULICA 3"L	
VALVULA HIDRAULICA 2"	
VALVULA HIDRAULICA 1 1/2"	

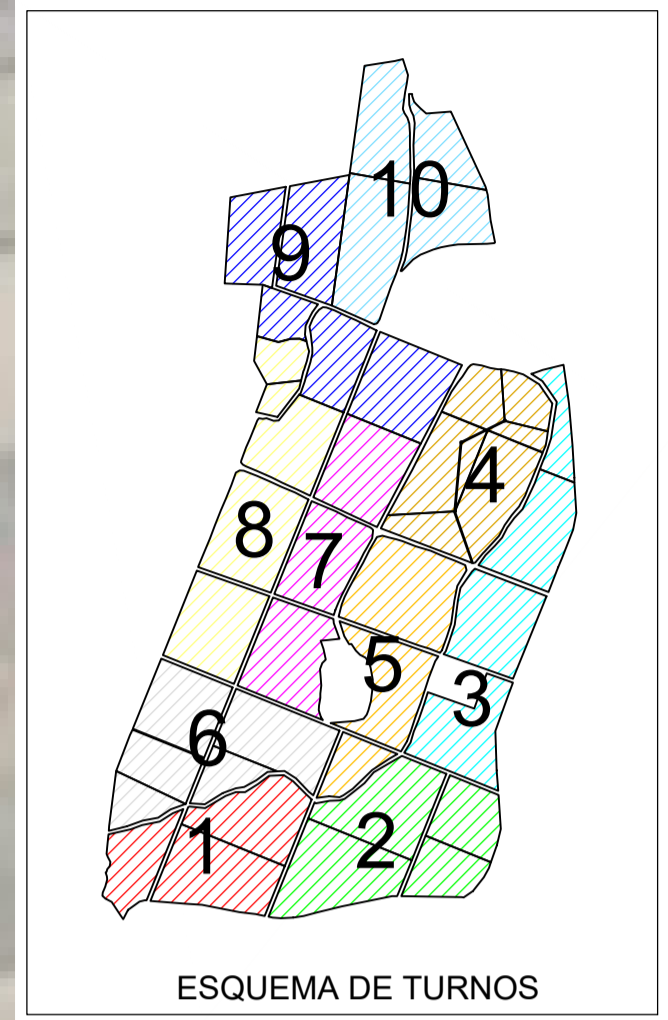
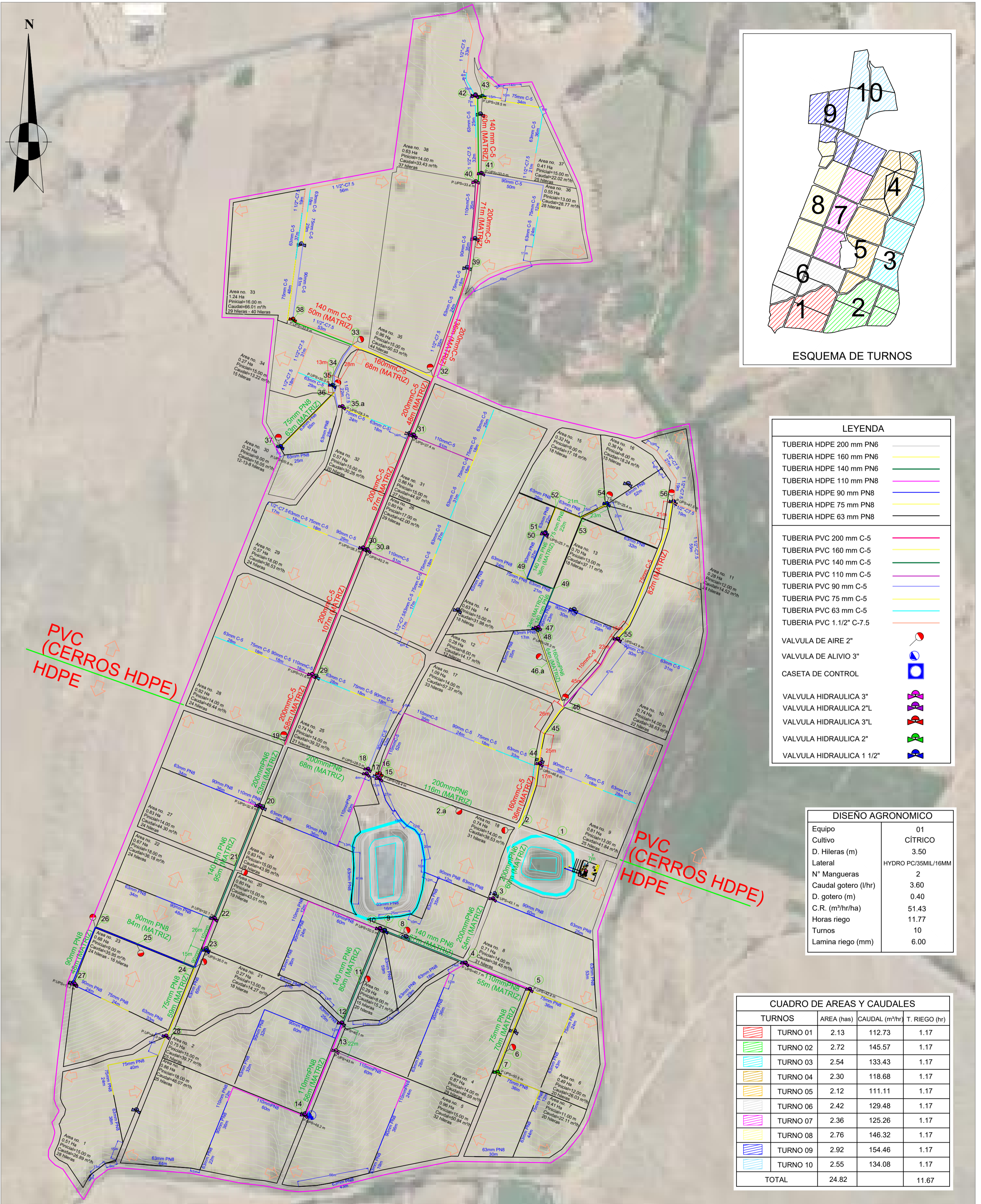


RELIEVE EN 3D

//	//	//	//	Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente, la precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.						CLIENTE:			
//	//	//	//	NOMBRE DEL ARCHIVO:		CAMPO VERDE S.A.C.							
//	//	//	//	PLANO DE INSTALACIÓN		PROYECTO:		"SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN MANDARINA"					
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISIÓN	-	All rights reserved to Ipesa Hydro		DEPARTAMENTO:		LIMA					
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:	REVISADO	DISEÑO:	DIBUJO:	T. PAPEL:	ESCALA:	PAGINA:	PROY. N°:	AREA:	CULTIVO:	FECHA:	VERSION:
				JCH	JCH	A2	1/2000	1/1	-	24.82 Ha	MANDARINA	02.01.21	A

**ANEXO 13: PLANO DE INSTALACIÓN**

# PROYECTO CAMPO VERDE



**LEYENDA**

TUBERIA HDPE 200 mm PN6	
TUBERIA HDPE 160 mm PN6	
TUBERIA HDPE 140 mm PN6	
TUBERIA HDPE 110 mm PN8	
TUBERIA HDPE 90 mm PN8	
TUBERIA HDPE 75 mm PN8	
TUBERIA HDPE 63 mm PN8	
TUBERIA PVC 200 mm C-5	
TUBERIA PVC 160 mm C-5	
TUBERIA PVC 140 mm C-5	
TUBERIA PVC 110 mm C-5	
TUBERIA PVC 90 mm C-5	
TUBERIA PVC 75 mm C-5	
TUBERIA PVC 63 mm C-5	
TUBERIA PVC 1.1/2" C-7.5	
VALVULA DE AIRE 2"	
VALVULA DE ALIVIO 3"	
CASETA DE CONTROL	
VALVULA HIDRAULICA 3"	
VALVULA HIDRAULICA 2"L	
VALVULA HIDRAULICA 3"L	
VALVULA HIDRAULICA 2"	
VALVULA HIDRAULICA 1 1/2"	

**DISEÑO AGRONOMICO**

Equipo	01
Cultivo	CÍTRICO
D. Hileras (m)	3.50
Lateral	HYDRO PC/35MIL/16MM
N° Mangueras	2
Caudal gotero (l/hr)	3.60
D. gotero (m)	0.40
C.R. (m³/hr/ha)	51.43
Horas riego	11.77
Turnos	10
Lamina riego (mm)	6.00

**CUADRO DE AREAS Y CAUDALES**

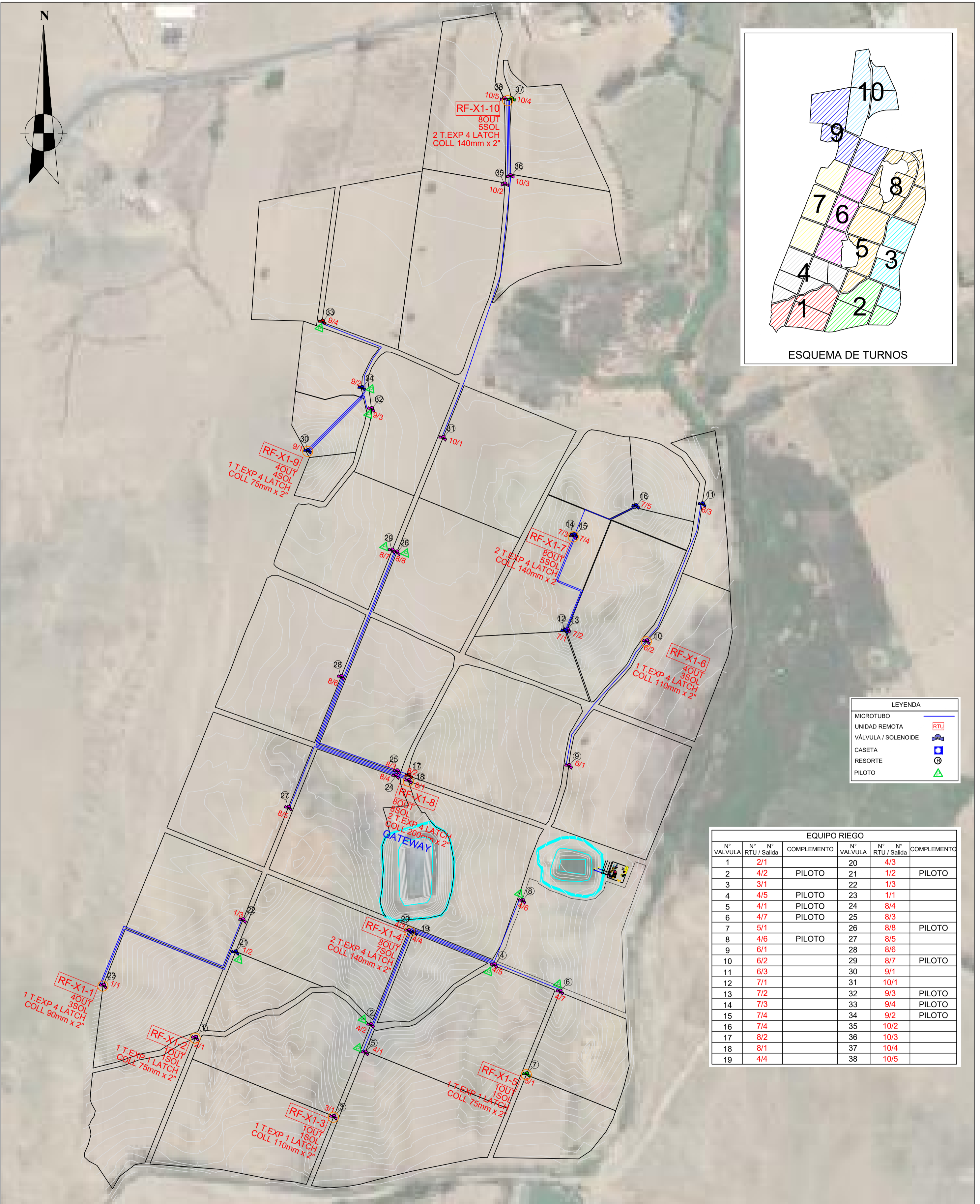
TURNOS	AREA (has)	CAUDAL (m³/hr)	T. RIEGO (hr)	
	TURNO 01	2.13	112.73	1.17
	TURNO 02	2.72	145.57	1.17
	TURNO 03	2.54	133.43	1.17
	TURNO 04	2.30	118.68	1.17
	TURNO 05	2.12	111.11	1.17
	TURNO 06	2.42	129.48	1.17
	TURNO 07	2.36	125.26	1.17
	TURNO 08	2.76	146.32	1.17
	TURNO 09	2.92	154.46	1.17
	TURNO 10	2.55	134.08	1.17
<b>TOTAL</b>	<b>24.82</b>	<b>1278.82</b>	<b>11.67</b>	

					Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente, la precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y solo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.		CLIENTE: <b>CAMPO VERDE S.A.C.</b>				
					PROYECTO: <b>"SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN MANDARINA"</b>						
						NOMBRE DEL ARCHIVO: PLANO DE INSTALACIÓN	DEPARTAMENTO: LIMA	LOCALIZACION: HUACHO			
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISION	-	-	All rights reserved to Ipesa Hydro	PAGINA: 1/1	PROY. N°: -	AREA: 24.82 Ha	CULTIVO: MANDARINA	FECHA: 02.01.21	VERSION: A
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:	REVISADO	DISEÑO:	DIBUJO:	T. PAPEL:	ESCALA:				

**ANEXO 14: PLANO DE AUTOMATIZACIÓN**



# PROYECTO CAMPO VERDE



LEYENDA

MICROTUBO	
UNIDAD REMOTA	
VALVULA / SOLENOIDE	
CASETA	
RESORTE	
PILOTO	

EQUIPO RIEGO

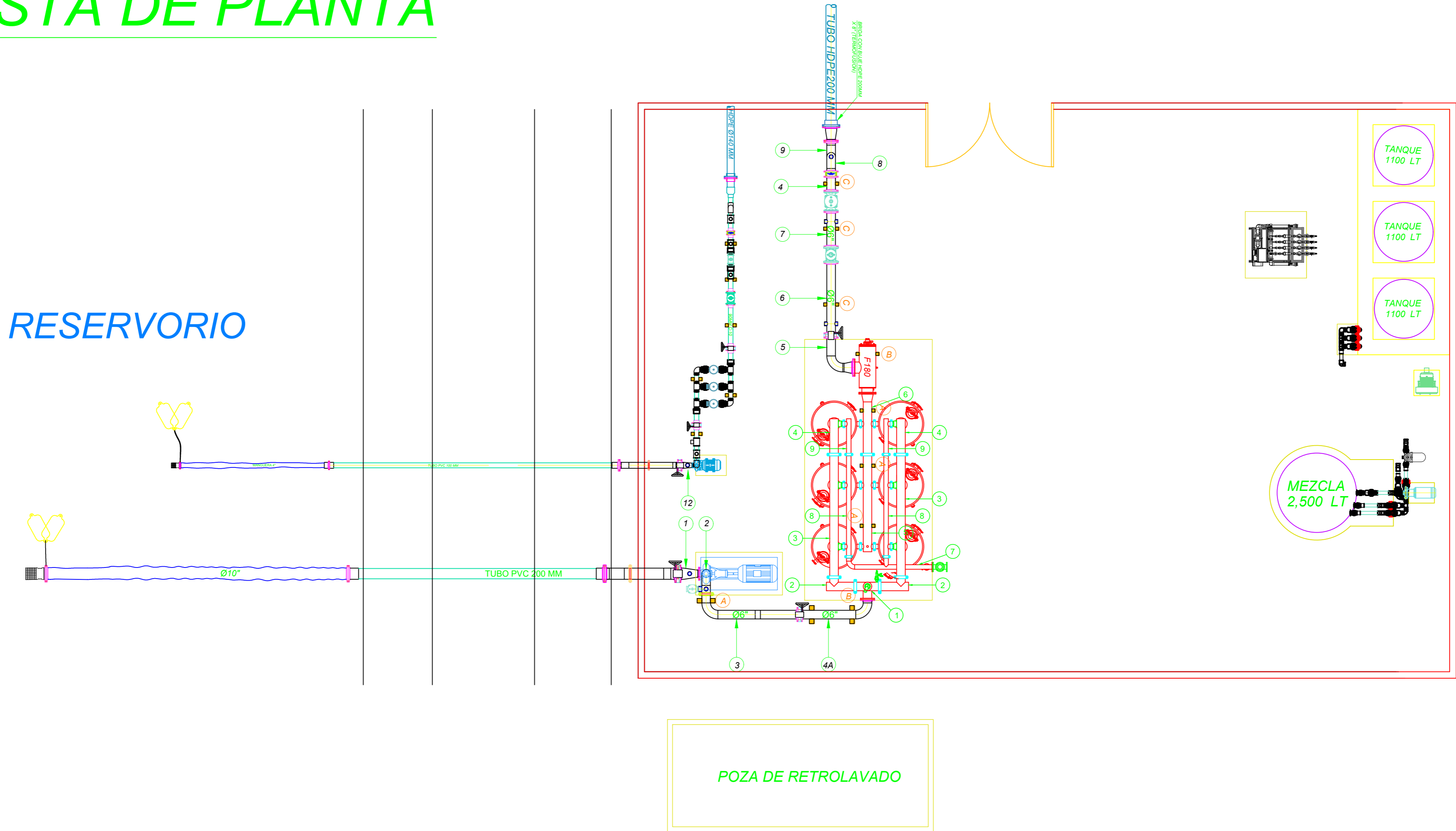
N° VALVULA	N° RTU / Salida	COMPLEMENTO	N° VALVULA	N° RTU / Salida	COMPLEMENTO
1	2/1		20	4/3	
2	4/2	PILOTO	21	1/2	PILOTO
3	3/1		22	1/3	
4	4/5	PILOTO	23	1/1	
5	4/1	PILOTO	24	8/4	
6	4/7	PILOTO	25	8/3	
7	5/1		26	8/8	PILOTO
8	4/6	PILOTO	27	8/5	
9	6/1		28	8/6	
10	6/2		29	8/7	PILOTO
11	6/3		30	9/1	
12	7/1		31	10/1	
13	7/2		32	9/3	PILOTO
14	7/3		33	9/4	PILOTO
15	7/4		34	9/2	PILOTO
16	7/4		35	10/2	
17	8/2		36	10/3	
18	8/1		37	10/4	
19	4/4		38	10/5	

				Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente, la precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.					CLIENTE: <b>CAMPO VERDE S.A.C.</b>				
				PROYECTO: "SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN MANDARINA"									
				NOMBRE DEL ARCHIVO: PLANO DE AUTOMATIZACIÓN			DEPARTAMENTO: LIMA	LOCALIZACIÓN: HUACHO					
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISIÓN		All rights reserved to Ipesa Hydro				CULTIVO: MANDARINA	FECHA: 02.01.21	VERSIÓN: A			
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:	REVISADO	DISEÑO:	DIBUJO:	T. PAPEL:	ESCALA:	PAGINA:	PROY. N°:	AREA:	CULTIVO:	FECHA:	VERSIÓN:

**ANEXO 15: PLANOS DE CABEZAL DEL FILTRADO**

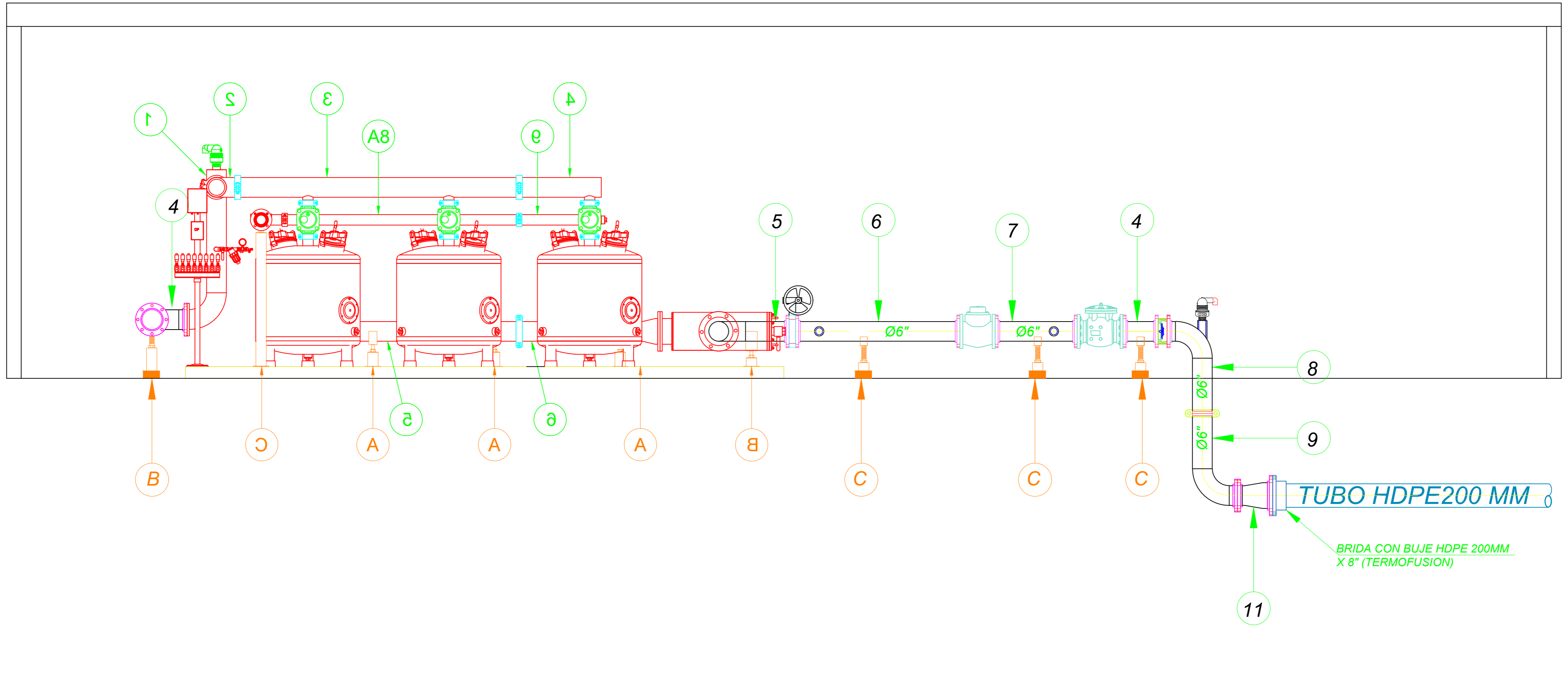
# PROYECTO CAMPO VERDE

## VISTA DE PLANTA



//		//		//		Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente, la precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.				CLIENTE:	
//		//		//		//				CAMPO VERDE S.A.C.	
//		//		//		//		NOMBRE DEL ARCHIVO:		DEPARTAMENTO:	
//		//		//		//		CABEZAL DE FILTRADO		LIMA	
//		//		//		//		VISTA DE PLANTA		LOCALIZACION:	
//		//		//		//		PAGINA: 1/1		HUACHO	
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISION		//		All rights reserved to Netafim © www.netafim.com		PROY. N°:		CULTIVO:	
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:		REVISADO		DISEÑO: JCH		DIBUJO: JCH		MANDARINA	
						T. PAPEL: A2		ESCALA: 1/50000		FECHA: 02.01.21	
								AREA: 24.82 Ha		VERSION: A	

VISTA DE PERFIL

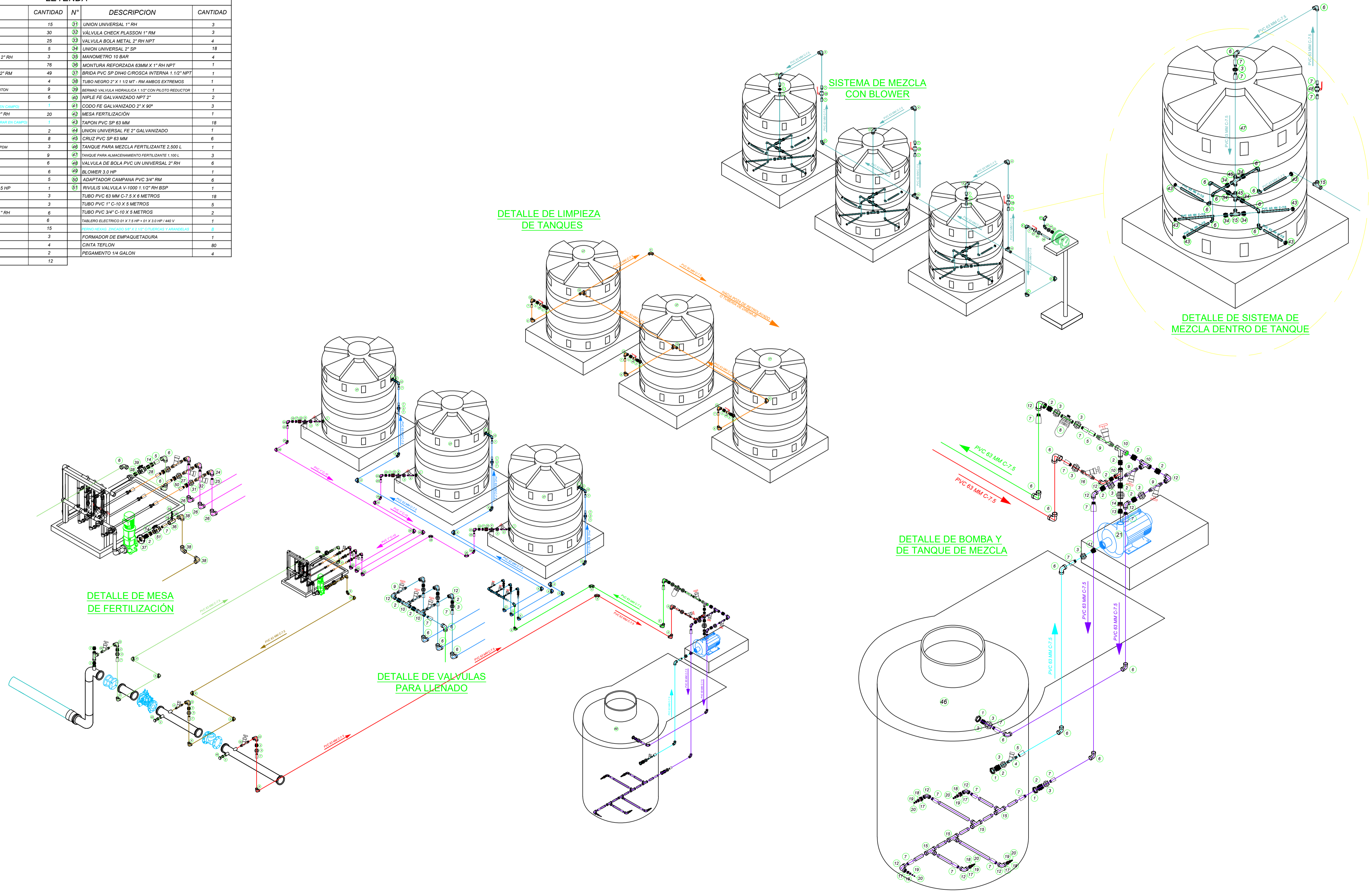



				Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos, que se presentó a Ipesa por el cliente. La precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Ipesa Hydro, y para los que no se hace responsable Ipesa Hydro. Este documento es propiedad exclusiva de Ipesa Hydro y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Ipesa Hydro. Este documento deberá ser devuelto a Ipesa Hydro por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Ipesa Hydro.						CLIENTE:			
										CAMPO VERDE S.A.C.			
								NOMBRE DEL ARCHIVO:		DEPARTAMENTO:			
								CABEZAL DE FILTRADO		LIMA			
								VISTA DE PERFIL		LOCALIZACION:			
										HUACHO			
VERSION		FECHA		DESCRIPCION DE REVISION:		REVISADO		PAGINA:	PROY. N°:	AREA:	CULTIVO:	FECHA:	VERSION:
A		02.01.21		EMITIDO PARA REVISION				1/1	-	24.82 Ha	MANDARINA	02.01.21	A

**ANEXO 16: PLANO DE ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN**

# PROYECTO CAMPO VERDE

LEYENDA					
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	N°	DESCRIPCION	CANTIDAD
01	CONEXION HEXAGONAL 2" RH VITON	15	37	UNION UNIVERSAL 1" RH	3
02	NIPLE PP PLASSON 2" RH	30	38	VÁLVULA CHECK PLASSON 1" RM	3
03	UNION UNIVERSAL 2" RH	25	39	VÁLVULA BOLA METAL 2" RH NPT	4
04	VÁLVULA CHECK PLASSON 2" RM	5	40	UNION UNIVERSAL 2" SP	18
05	ADAPTADOR CAMPANA PVC 63 MM X 2" RH	3	41	MANOMETRO 10 BAR	4
06	CODO PVC SP 90° X 63 MM	76	42	MONITURA REFORZADA 63MM X 1" RH NPT	1
07	ADAPTADOR CAMPANA PVC 63 MM X 2" RM	49	43	BRIDA PVC SP DN40 C/ROSCA INTERNA 1.1/2" NPT	1
08	FILTRO ANILLAS 2" RM	4	44	TUBO NEGRO 2" X 1.1/2 MT - RM AMBOS EXTREMOS	1
09	VÁLVULA ANGULAR PLASSON 2" RM ASIENTO VITON	9	45	BERNAL VALVULA HIDRAULICA 1.1/2" CON PILOTO REDUCTOR	7
10	TEE ROSCADA PP PLASSON 2" RH	6	46	NIPLE FE GALVANIZADO NPT 2"	2
11	CLAMP 1.1/2" COMPLE 1.1/2" RM SOLAR Y COMPROM EN CAMPO	1	47	CODO FE GALVANIZADO 2" X 90°	3
12	CODO ROSCADO PP PLASSON 90° X 2" RH	20	48	MESA FERTILIZACIÓN	1
13	CLAMP 1.1/2" COMPLE 1.1/2" RM SOLAR Y COMPROM EN CAMPO	1	49	TAPON PVC SP 63 MM	18
14	BUSHING PP PLASSON 2" X 1.1/2"	2	50	UNION UNIVERSAL FE 2" GALVANIZADO	1
15	TEE PVC SP 63 MM	8	51	CRUZ PVC SP 63 MM	6
16	VÁLVULA ANGULAR PLASSON 2" RM ASIENTO EPDM	3	52	TANQUE PARA MEZCLA FERTILIZANTE 2.500 L	1
17	BUSHING PP PLASSON 2" X 1"	9	53	TANQUE PARA ALMACENAMIENTO FERTILIZANTE 1.100 L	3
18	BUSHING PP PLASSON 1" X 1/2"	6	54	VÁLVULA DE BOLA PVC UN UNIVERSAL 2" RH	6
19	BUSHING PP PLASSON 1/2" X 1/4"	6	55	BLOWER 3.0 HP	1
20	CONECTOR MACHO 8 MM X 1/4" PE	5	56	ADAPTADOR CAMPANA PVC 3/4" RM	1
21	ELECTROBOMBA QPUMPS QC-216 / 7.5 HP	1	57	RIVULIS VALVULA V-1000 1.1/2" RH BSP	1
22	SOCKET PP PLASSON 2" RH	3	58	TUBO PVC 63 MM C-7.5 X 6 METROS	18
23	NIPLE PP PLASSON 1" RM	3	59	TUBO PVC 1" C-10 X 5 METROS	5
24	CODO ROSCADO PP PLASSON 90° X 1" RH	6	60	TUBO PVC 3/4" C-10 X 5 METROS	2
25	ADAPTADOR CAMPANA PVC 1" RM	6	61	TABLERO ELECTROICO 01 X 7.5 HP - 01 X 3.0 HP / 440 V	1
26	CODO PVC SP 90° X 1"	15	62	FORMADOR DE EMPAQUETADURA	1
27	BUSHING PP PLASSON 1" X 3/4"	3	63	CINTA TEFLON	80
28	NIPLE PP PLASSON 1.1/2" RM	4	64	PEGAMENTO 1/4 GALÓN	4
29	TAPON PLASSON ROSCADO 2" RH	2			
30	NIPLE PP PLASSON 3/4" RM	12			



					Este documento ha sido preparado de conformidad con las prácticas de ingeniería generalmente aceptadas. Se basa en los datos que se presentan a Netafim por el cliente. La precisión y/o veracidad de los cuales no fueron verificados por Netafim y para los que no se hace responsable Netafim. Este documento es propiedad exclusiva de Netafim y sólo puede ser utilizado en combinación con productos que pueden comprar de Netafim. Este documento deberá ser devuelto a Netafim por el cliente inmediatamente después de la solicitud de Netafim.				 <b>NETAFIM</b> <small>GROW MORE WITH LESS</small>			CLIENTE: <b>CAMPO VERDE S.A.C</b>			
A	02.01.21	EMITIDO PARA REVISION			All rights reserved to Netafim © www.netafim.com				NOMBRE DEL ARCHIVO: ESQUEMA DE FERTILIZACIÓN			DEPARTAMENTO: LIMA		LOCALIZACION: HUACHO	
VERSION	FECHA	DESCRIPCION DE REVISION:	REVISADO	DISEÑO:	DIBUJO:	T. PAPEL:	ESCALA:	PAGINA:	PROY. N°:	AREA:	CULTIVO:	FECHA:	VERSION:		
				JCH	JCH	A1	INDICADA	1/1	-	-	MANDARINA	02.01.21	A		