

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



“Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes– 2020”.

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola

Presentado por:

Bach. Lady Diana Lavalley Cruz

Tumbes – Perú
2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



“Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes– 2020”.

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente).....

Dr. Eber Gines Tafur (Miembro).....

Dr. Enrique Maceda Nicolini (Miembro).....

Tumbes – Perú
2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



“Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes– 2020”.

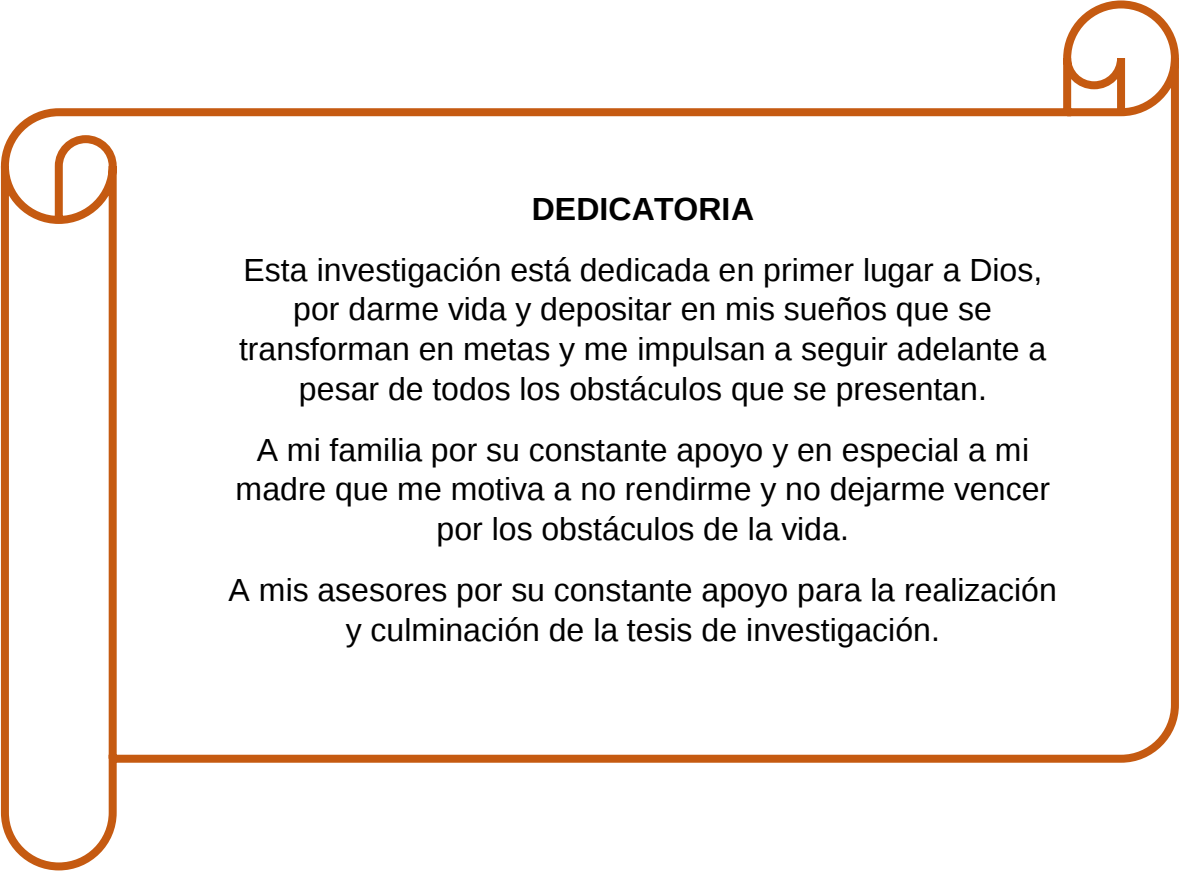
Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma.

Autor: Bach. Lady Diana Lavallo Cruz

Asesor: Ing. Desiderio Atoche Ortiz

Co-Asesor: Ing. Jaime Javier Aching Sánchez

**Tumbes – Perú
2020**



DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada en primer lugar a Dios,
por darme vida y depositar en mis sueños que se
transforman en metas y me impulsan a seguir adelante a
pesar de todos los obstáculos que se presentan.

A mi familia por su constante apoyo y en especial a mi
madre que me motiva a no rendirme y no dejarme vencer
por los obstáculos de la vida.

A mis asesores por su constante apoyo para la realización
y culminación de la tesis de investigación.

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme y permitirme cumplir mis sueños, y serle útil a la sociedad.

A mi familia porque siempre ha estado conmigo para motivarme, a mis padres por su amor, cariño, paciencia, que me transmiten desde muy pequeña, y por apoyarme en cada reto que decido emprender.

A mi asesor Ing. Deciderio Atoche Ortiz por su apoyo constante y asesoramiento en el presente proyecto de investigación.

Al ingeniero Héctor Osorio, creador del software SIGOPRAM, por su asesoramiento y apoyo en el desarrollo de la tesis, ya que sin su apoyo no hubiese sido posible la culminación del presente proyecto de investigación.

Al Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) y al Instituto de Investigación Agraria (INIA), por sus constantes capacitaciones en el ámbito de diseño e instalación de sistemas de riego tecnificado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**CAMPUS UNIVERSITARIO S/N "LA CRUZ"
SECRETARÍA ACADÉMICA
TUMBES - PERU**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los OCHO día (s) del mes de FEBRERO de dos mil veintiuno, se reunieron de manera virtual, los integrantes del jurado designados, según Resolución N° 037-2020/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (13-07-2020) y Resolución N° 049-2020/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D (22-09-2020) donde se aprueba el Proyecto de Tesis y ratifica el jurado; con el objeto de evaluar la sustentación de la tesis denominada: **Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes – 2020**, para optar el Título de Ingeniero Agrícola. **Cuyo Asesor de la mencionada tesis es el Ing. Deciderio Atoche Ortiz.**

A las SIETE horas con CINCO minutos y, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del jurado dio por iniciado el acto.

Luego de la exposición del trabajo, la formulación de preguntas y la deliberación del jurado lo declararon APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo de MUY BUENA.

Por lo tanto, la Bachiller: **LAVALLE CRUZ LADY DIANA**, queda apta para que el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes, le expida el Título Profesional de INGENIERO AGRÍCOLA de conformidad con lo estipulado en el Artículo 90 del Estatuto de la Universidad Nacional de Tumbes y a lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Siendo las OCHO horas con OCHO minutos, el presidente del jurado dió por concluido el presente acto académico y para mayor constancia de lo actuado firman en señal de conformidad todos los integrantes de este jurado, presentes en el acto de sustentación.

Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO
DNI N°00223850
Presidente

Dr. EBER GINES TAFUR
DNI N°17542075
Secretario

Dr. ENRIQUE ANTONIO MACEDA NICOLINI
DNI N°27750975
Vocal

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	17
CAPÍTULO I.....	38
I. ESTADO DEL ARTE	38
1.1. ANTECEDENTES	38
1.2. BASES TEÓRICOS-CIENTÍFICAS	41
1.2.1. Esquema de un sistema de riego presurizado:.....	41
1.2.2. Marco normativo.....	43
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	44
CAPÍTULO II.....	53
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
2.1. Materiales, Equipos, Instrumentos de recolección de datos	53
2.2. Características generales del área de estudio	54
2.2.1. Ubicación Geográfica:.....	54
2.2.2. Ubicación Geodésica:.....	54
2.3. Fisiografía.....	55
2.4. Climatología	55
2.5. Fuente de agua	56
2.6. Energía	56
2.7. Trabajo de Campo	56
2.7.1. Reconocimiento de la parcela	56
2.7.2. Levantamiento topográfico.....	57
2.7.3. Determinación de las características el suelo.....	57
2.7.4. Determinación de las características del agua de riego.....	57
2.8. DISEÑO AGRONÓMICO	58
2.8.1. Parámetros utilizados en el sistema de riego presurizado.	59
2.9. DISEÑO HIDRÁULICO	63
2.9.1. Software SIGOPRAM.....	63
2.9.2. Parámetros utilizados en los proyectos para el diseño hidráulico de riego presurizado. 64	
2.9.3. Esquema actual del sistema de riego localizado en el cultivo palto.	67
2.9.4. Esquema de cabezal de riego.	68
2.9.5. Emisores	69
2.9.6. Tuberías.....	71
2.9.7. Equipos para el cabezal de filtrado y fertirriego del nuevo diseño de sistema de riego presurizado.	75

2.9.8.	Filtrado y tratamiento de aguas	76
2.9.9.	Filtros de anillos	77
2.9.10.	Unión	79
2.9.12.	Válvula de alivio de presión	80
2.9.13.	Dispositivo anti-retorno de flujo	82
2.9.14.	Válvula de lavado	82
2.9.15.	Punto de medición de presión (manómetros)	84
2.9.16.	Interruptores de vacío	84
2.9.17.	Válvula de aire	85
2.9.18.	Válvula reguladora de presión	85
2.9.19.	Tanque de inyección de fertilizante.....	86
2.9.21.	Aparatos de control y medida	87
CAPÍTULO III.....		89
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	89
3.1.	Resultados	89
3.1.1.	Topografía	89
3.1.2.	Características del suelo	89
3.1.3.	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO	96
3.1.3.1.	Muestreo de agua de riego del reservorio	96
3.1.4.	DISEÑO AGRÓNOMICO.....	98
3.1.5.	DISEÑO HIDRÁULICO	102
3.1.6.	CABEZALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO QUE ACTUALMENTE EXISTE PARA EL CULTIVO –PALTO:	108
	PROPUESTA DE CABEZALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO – PALTO:	111
3.1.7.	ANÁLISIS DE LA OFERTA HÍDRICA.....	114
3.1.8.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA	116
3.1.9.	ANÁLISIS DEL BALANCE HIDRICO	118
3.1.10.	SIGOPRAM.....	120
3.1.11.	EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO.....	137
3.1.12.	Resumen de los resultados de la evaluación del cultivo de palto ya instalado y del propuesto:	149
3.2.	DISCUSIÓN	151
CAPÍTULO IV		152
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
4.1.	Conclusiones	152
4.2.	Recomendaciones	153
5.	Referencias Bibliográficas	154
ANEXOS		157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación caudal- presión	71
Tabla 2. Caracterización de partículas en el agua de riego.	78
Tabla 3. Compatibilidad química de la mezcla de fertilizantes.	87
Tabla 4. Resultados de las características del suelo del CET.	90
Tabla 5. Clasificación de la conductividad eléctrica del suelo.	91
Tabla 6. Clasificación del PH del suelo.....	92
Tabla 7. Clasificación del carbonato de calcio el suelo.....	93
Tabla 8. Clasificación de la materia orgánica del suelo.	93
Tabla 9. Clasificación del nitrógeno total del suelo.	93
Tabla 10. Clasificación de la relación carbono nitrógeno.	94
Tabla 11. Clasificación del fosforo asimilable del suelo.....	94
Tabla 12. Clasificación del extracto acuoso del suelo.....	94
Tabla 13. Clasificación del magnesio del suelo.....	95
Tabla 14. Clasificación del potasio del suelo.	95
Tabla 15. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.	96
Tabla 16. Conductividad eléctrica del agua de riego.....	97
Tabla 17. Clasificación de la conductividad eléctrica del agua de riego.	97
Tabla 18. Clasificación del potencial de hidrogeno del agua de riego.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Esquema para el cálculo de las necesidades hídricas en riegos localizados.	62
Ilustración 2. Esquema de una instalación de riego presurizado.	68
Ilustración 3. Relación q-h.....	70
Ilustración 4. Emisores autocompensantes y no autocompensantes.	71
Ilustración 5. Unidades de presión de tuberías de PVC, según norma ISO.....	72
Ilustración 6. Esquema de tuberías terciarias y laterales.	75
Ilustración 7. Válvula volumétrica o de control	76
Ilustración 8. Elección de las características de la válvula volumétrica.	76
Ilustración 9. Causas de las obturaciones.....	76
Ilustración 10. Filtro de anillas.....	77
Ilustración 11. Relación caudal presión en un filtro de anillas.	78
Ilustración 12. Selección del material de unión para el cabezal de filtrado.	79
Ilustración 13. Selección del tipo de unión.	79
Ilustración 14. Selección de válvulas de activación.....	80
Ilustración 15. Selección del material y diámetro a utilizar en la válvula.....	80

Ilustración 16. Selección de la válvula de alivio.....	81
Ilustración 17. Selección de los parámetros de la válvula de alivio.	81
Ilustración 18. Selección de la válvula check.	82
Ilustración 19. Selección del diámetro y características de la válvula check.	82
Ilustración 20. Selección de la válvula de retro lavado.	83
Ilustración 21. Gráfico de la válvula de retro lavado.....	83
Ilustración 22. Manómetros a utilizar en los cabezales.	84
Ilustración 23. Interruptores de vacío.	84
Ilustración 24. Características de la válvula de aire.....	85
Ilustración 25. Características de una válvula reguladora de presión.....	85
Ilustración 26. Tanque de fertilización para el funcionamiento del cabezal de fertirriego....	86
Ilustración 27. Contador tipo Woltman.	88
Ilustración 28. Esquema del cabezal de riego fertirriego.	108
Ilustración 29. Esquema del cabezal de riego de filtrado.	110
Ilustración 30. Esquema del cabezal de riego de fertirriego propuesto.	112
Ilustración 31. Esquema del cabezal de riego de filtrado propuesto.....	113
Ilustración 32. Entrada del software SIGOPRAM.	120
Ilustración 33. Toma de agua para el funcionamiento del sistema de riego- SIGOPRAM.	121
Ilustración 34. Primer tramo de la tubería principal- SIGOPRAM.	122
Ilustración 35. Segundo tramo de la tubería principal-SIGOPRAM.	123
Ilustración 36. Tercer tramo de la tubería principal- SIGOPRAM.	124
Ilustración 37. Primer tramo de la tubería secundaria- SIGOPRAM.	125
Ilustración 38. Segundo tramo de la tubería secundaria-SIGOPRAM.	126
Ilustración 39. División de los cuatro turnos de riego del sistema de riego pi SIGOPRAM.	
Ilustración 40. Porta laterales del sistema de riego presurizado-SIGOPRAM	
Ilustración 41. Porta lateral perteneciente al primer turno de riego- SIGOPRAM.	129
Ilustración 42. Lateral perteneciente al primer turno de riego- SIGOPRAM.....	130
Ilustración 43. Porta lateral perteneciente al segundo turno de riego-SIGOPRAM.....	131
Ilustración 44. Lateral perteneciente al segundo turno de riego- SIGOPRAM.	132
Ilustración 45. Porta lateral perteneciente al tercer turno de riego-SIGOPRAM.	133
Ilustración 46. Lateral perteneciente al tercer turno de riego- SIGOPRAM.....	134
Ilustración 47. Porta lateral perteneciente al cuarto turno de riego-SIGOPRAM.....	135
Ilustración 48. Lateral perteneciente al cuarto turno de riego- SIGOPRAM.....	136
Ilustración 49. Esquema de la división del presupuesto en un sistema de riego presurizado.	137

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Centro Experimental Tumpis- Vuelo De Dron.....	157
Anexos 2. Área de investigación, colinda a la izquierda con el cultivo de maracuyá y a la derecha con el cultivo de uva.	158
Anexos 3. Toma de coordenadas de la fuente de abastecimiento hídrica del CET.....	159
Anexos 4. Toma de coordenadas del cabezal de filtrado que cumple la función de regar a la mayoría de los cultivos existentes en el CET.	160
Anexos 5. Interior del cabezal de filtrado que cumple la función de regar todos los cultivos existentes en el CET.....	161
Anexos 6. Toma de coordenadas del cabezal de fertirriego del cultivo de palto.	162
Anexos 7. Toma de coordenadas de la parcela que cuenta con el sistema de riego presurizado evaluado.	163
Anexos 8.....	164
Anexos 9. Cultivo de palto acompañado de sus mangueras de riego que integran cuatro emisores por planta, entregando 4 l/h cada uno.	165
Anexos 10. Evaluación del coeficiente de uniformidad del sistema de riego presurizado instalado.....	166
Anexos 11. Válvulas de lavado y retro lavado de 4", marca- Dorot.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexos 12. Catálogo de válvulas reguladoras de presión de 4", marca- Dorot.....	169
Anexos 13. Catálogo de válvulas reductoras de presión con hidrómetro incluido de 4", marca- Dorot.	170
Anexos 14. Catálogo de Hidrante de riego de 4", marca- Dorot.	171
Anexos 15. Catálogo de Filtro de anillas, marca- Rotodisk.....	173
Anexos 16. Catálogo de Válvulas de activación, marca- Mondragón.....	174
Anexos 17. Catálogo de Inyector de fertilizantes, marca- Netafim.	176
Anexos 18. Catálogo de Válvula reguladora de presión, marca- Dorot.....	178
Anexos 19. Catálogo de Tuberías de plástico marca Nicoll.	180
Anexos 20. Catálogo de Purgador de aire, marca A.R.I.....	181
Anexos 21. Catálogo de Electrobomba centrífuga, marca Hidrostral.	184
Anexos 22. Catálogo de Válvula de control hidráulico/eléctrico, marca Bermad.....	186
Anexos 23. Datos climáticos de la Estación Meteorológica- Tumpis.....	196
Anexos 24. PLANO N°01. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	197
Anexos 25. PLANO N°02. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CULTIVO PALTO).....	198
Anexos 26. PLANO N°03. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO(RESERVORIO- CULTIVO)	199
Anexos 27. PLANO N°04. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	200
Anexos 28. PLANO N°05. PERIMÉTRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	201
Anexos 29. PLANO N°06. ALTIMÉTRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	202

RESUMEN

El existente estudio tiene como objetivo evaluar el sistema de riego presurizado del cultivo de palto existente en el Centro Experimental Tumpis (CET), propiedad del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT). Para evaluar el sistema se tuvo en consideración dos parámetros muy importantes como son el agronómico y el hidráulico que se realizó en anterior oportunidad, también se propuso un nuevo diseño que corregiría al existente, este nuevo diseño agronómico e hidráulico para el cultivo de palto se logró con el uso del software SIGOPRAM, este software viene siendo utilizado desde hace 10 años y constantemente se actualiza, pudiendo determinar con la ayuda de los datos, las características fisiológicas y fenológicas del cultivo. Los resultados obtenidos fueron los supuestos inicialmente por el tesista, el coeficiente de uniformidad para un sistema de riego por goteo debe estar en un 90%, sin embargo, el sistema actual se encuentra en 60%. La razón por la cual el cultivo no tiene un crecimiento y producción uniforme, debido a que no se proporciona la cantidad de agua suficiente, encontrándose en estrés hídrico; en el diseño hidráulico existente evaluado, resultó que los goteros instalados no todos tienen las mismas características, existiendo goteros auto compensados y no compensados; también la presión para el sistema existente resulta muy baja, lo cual, no permite que se llegue a regar las 2 hectáreas correspondientes al área de estudio, sino solo se logra regar 1.5 hectáreas. Se puede asumir, que también es finalidad del presente estudio de investigación, incentivar a los técnicos responsables que laboran en la entidad hacer evaluación a todos los cultivos permanentes, y semipermanentes que cuentan con sistema de riego presurizado para identificar posibles deficiencias y poder conseguir e implementar las medidas correctivas que permitan la uniformidad adecuada en el riego, y consecuentemente mayor producción de los cultivos, acorde con el avance científico tecnológico en la región.

Palabras clave: Presurizado, diseño agronómico, diseño hidráulico, software SIGOPRAM, uniformidad, auto compensados, compensados.

ABSTRACT

The objective of the existing study is to evaluate the pressurized irrigation system of the avocado crop in the Tumpis Experimental Center (CET), owned by the Puyango Tumbes Special Binational Project (PEBPT). To evaluate the system, two very important parameters were taken into consideration, such as agronomic and hydraulic parameters, which were carried out on the previous occasion, a new design was also proposed that would correct the existing one, this new agronomic and hydraulic design for the cultivation of avocado was achieved. With the use of the SIGOPRAM software, this software has been used for 10 years and is constantly updated, being able to determine with the help of the data, the physiological and phenological characteristics of the crop. The results obtained were the first assumptions by the thesis, the coefficient of uniformity for a drip irrigation system should be at 90%, however, the current system is at 60%. The reason why the crop does not have a uniform growth and production, because the sufficient quantity of water is not provided, being in hydric stress; In the existing hydraulic design evaluated, it turned out that the installed drippers do not all have the same characteristics, with self-compensated and non-compensated drippers; The pressure for the existing system is also very low, which does not allow the 2 hectares corresponding to the study area to be irrigated, but only 1.5 hectares can be irrigated. It can be assumed, that it is also the purpose of this research study, to encourage the responsible technicians who work in the entity to make an evaluation of all permanent and semi-permanent crops that have a pressurized irrigation system to identify possible deficiencies and be able to achieve and implement the corrective measures that achieve adequate uniformity in irrigation, and consequently greater crop production, in accordance with the scientific and technological advance in the region.

Key Words: Pressurized, agronomic design, hydraulic design, SIGOPRAM software, uniformity, auto compensated, compensated.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto nace cuando surge la necesidad de superar las carencias que actualmente tiene el agro, sobre todo lo relacionado con el escaso e inexistente control de la sustancia líquida en riego, existiendo deficiencia en el esquema de riego presurizado del Centro Experimental Tumpis, y en el caso específico del cultivo de palto; del análisis realizado, el sistema de riego por goteo instalado no cumple con la eficiencia (90%) recomendada y/o establecida para este tipo de sistema de riego, es allí donde se requiere replantear el diseño existente y por consiguiente implementar las medidas correctivas. En este sentido se optó por realizar la tesis denominada “Evaluación del sistema de riego presurizado en el cultivo de palto, aplicando el software SIGOPRAM, Centro Experimental Tumpis, Tumbes-2020”, considerando como finalidad la optimización del recurso hídrico que permita obtener un creciente rendimiento y producción del cultivo del palto.

Según (Camacho, 2015), “Las evaluaciones técnicas están orientadas a dar propuestas de solución y que exista una buena operatividad del sistema de riego, esta operatividad está directamente relacionado con la mejor distribución del agua para el mejor desarrollo del cultivo y la importancia de evaluar estos aspectos después de ejecutado el proyecto, nos reflejan las características con las que fueron diseñados, sabiendo que un proyecto productivo bajo riego debe estar articulado con el mercado y tener rentabilidad, por lo cual consideramos importante evaluar el componente económico actual de la producción de las áreas irrigadas de los proyectos en estudio y determinar los beneficios que los agricultores pudieran obtener”.

Por lo tanto, en los estándares de replanteo y diseño, se hace uso del software SIGOPRAM, para el diseño agronómico e hidráulico que se requiere, corregir e implementar este sistema y a su vez mejorar las cosechas de los productos de consumo masivo, que se encuentran en el lugar de estudio, y en especial el cultivo de palto, que se adapta al suelo de la zona con rentabilidad de la producción de alta a aceptable.

“El proyecto demanda, no solo disponer un resultado a la problemática del uso racional de agua; sino, también reducir la abertura existente entre la

tecnología y la agricultura, si se optimizan procesos, se simplifican las tareas y se hace un adecuado manejo de las herramientas tecnológicas, el desarrollo del campo agrícola podría alcanzar niveles competitivos, logrando así, reducir la brecha del agro". (R., 2018)

Siendo beneficiados todos los usuarios, considerando que el Centro Experimental Tumpis, es parte del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes como órgano desconcentrado del Ministerio de Desarrollo Agrario, hace campañas en diferentes cultivos y trasfiere las experiencias y resultados, haciéndolas extensivas a los agricultores de la Región.

CAPÍTULO I

I. ESTADO DEL ARTE

1.1. ANTECEDENTES

SANTOS (2011) en su tesis “EL AGUA DE RIEGO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE UN TERRENO EN LA PARROQUIA SANTA ROSA DE LA CIUDAD DE AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA” concluyó; La operación del sistema tecnificado de riego consiste en que un grupo de personas hagan uso de las líneas de riego semi móviles para regar una hectárea de riego dividida en sectores de riego. Es costo de operación y mantenimiento es muy importante, ya que consiste en limpiar sedimentos de la fuente de agua como reservorios de manera manual y revisar el correcto funcionamiento de las tuberías, accesorios y equipo de bombeo.

R. A. , (2011) en su informe “ APUNTES DE CLASE DE RIEGO; SISTEMAS DE RIEGO A PRESIÓN, INGENIERO AGRÍCOLA” concluyo; para el diseño de sistemas de riego se hace uso de la aplicación de softwares, donde interactúan docentes, alumnos y técnicos relacionados en el área de riego.

TOLEDO, A. (2012) En su tesis “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CULTIVOS EN ZONAS CON ESCASES DE AGUA” concluyó; un suelo ideal para la instalación de un sistema de riego por goteo, es un suelo franco arcilloso, con las mejores características físicas y químicas, aptos para el cultivo y agricultura. La textura de un suelo ideal es ligera, con una capacidad de retención de humedad baja por la cual necesitan que se les suministre agua frecuentemente.

TAKAEZU, R. (2017), En su tesis “DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CAMPAMENTO VILLA

CUAJONE, SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, MOQUEGUA, PERU” concluyó; Un sistema de riego tecnificado, con equipos especializados, el agua es distribuida a través de aspersores, los cuales producen gotas de agua, imitando la precipitación natural, por ende, se riega de manera uniforme. Para programar los tiempos y usar solamente el agua requerida, se necesita hacer un diseño agronómico para hallar la demanda hídrica necesaria.

DE LAS CRUZ, J., (2015), En su tesis “EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Y EFICIENCIA DE APLICACIÓN EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PACURISOCOS – AYACUCHO”, concluyó; la programación de riego se realizó, determinando el régimen de riego de los cultivos de la zona, para lo cual se hizo el cálculo preliminar de la lámina de riego, la dosis bruta y el intervalo de riego, datos iniciales sobre clima, suelo, parcela, fuente de agua y el tipo de sistema de riego a utilizar. Es necesario cuidar el sistema de riego, esto permite obtener la presión que requiere cada hidrante e iniciar en la uniformidad de riego. Al tratarse del funcionamiento de un solo lateral de riego para un instante no solo se llega a obtener un marco entre aspersores sino entre aspersores y laterales.

TURPO, H.,(2017) en su tesis “EVALUACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LA COMUNIDAD CAMPESINA JUAN VELASCO ALVARADO DEL DISTRITO DE NUÑO A - MELGAR - PUNO” concluyó; La evaluación y diseño de riego por aspersión, se ha ajustado adecuadamente a la topografía del terreno, mediante un sistema de captación. Para la sostenibilidad del proyecto se plantea capacitar a los usuarios en la operación y mantenimiento del sistema, con el fortalecimiento de la organización de usuarios, las capacidades serán estrictamente relacionados al riego por aspersión, con cursos teóricos y prácticos, visitas a lugares que viven regando con este sistema de riego.

CHAPONAN, S., (2016) en su tesis “EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE RIEGO: PRESURIZADO POR GOTEO Y GRAVEDAD POR SURCOS Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CITRULLUS LANATUS “SANDÍA” EN LA REGIÓN DE TUMBES”, concluyó ; el tratamiento de goteo presenta un peso promedio de 3,35 kg por unidad cosechada, siendo el más bajo, pero el hecho de ser el que tuvo menor peso

no impidió que sea el que tuvo mayor rendimiento, esto se debe a que se obtuvo la mayor cantidad de frutos, obtuvo el mayor promedio en número de frutos por planta, y el mejor rendimiento de la dosis de riego fue para el tratamiento de goteo.

(Fortes.P., 2018), en su informe “ SIGOPRAM. APLICACIÓN SIG PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE RIEGO PRESURIZADAS A DEMANDA O TURNOS” concluyó; SIGOPRAM dispone de las herramientas necesarias para diseñar una red de riego de forma rápida ordenada y expedita. Permite igualmente analizar su funcionamiento así como ayudar a optimizar los costes energéticos mediante la simulación de múltiples escenarios de demanda. Se puede aplicar tanto a nuevas redes como en la modernización o ampliación de redes existentes.

Todo ello dota a SIGOPRAM de una gran versatilidad y agilidad para el cálculo de redes de riego presurizadas complejas, lo que se traduce en un considerable ahorro de tiempo y eficiencia de trabajo.

(Garrigues, 2018), en su informe “ SIGOPRAM. APLICACIÓN SIG PARA EL DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE RIEGO PRESURIZADAS A DEMANDA O TURNOS” concluyó: con SIGOPRAM se reduce de forma sustancial el tiempo necesario para el diseño de una red de riego. Por un lado la introducción de los datos de la red se hace de forma automática. Las cotas, longitud de tuberías, superficie regable de las parcelas y presiones de consigna de la tomas son determinadas de forma automática, evitándose el trabajo de introducción manual de estos datos y /o el proceso de migración desde AutoCad y otros programas de dibujo. Por otro lado, como todo el ciclo del proyecto(trazado, dimensionamiento y análisis) se desarrolla en el mismo entorno, se evita la necesidad de la creación de ficheros de intercambio entre diferentes softwares.

(R., 2018), en tesis “ Diseño de un sistema de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de guanábana- annona muricara, mediante el uso de las herramientas SIG” concluyó: El diseño hidráulico por medio del software SIGOPRAM se logra por la implementación de conocimientos de ingeniería. Las herramientas SIG, permiten llegar a simular con las condiciones de uso, según los materiales disponibles en el comercio, múltiples escenarios, permitiendo así seleccionar el más adecuado diseño que se adapte al sistema.

(Garrigues, 2018) en el manual de usuario del software SIGOPRAM, concluyó: SIGOPRAM es una aplicación GIS creada por la ingeniería enfocada en redes de riego, haciendo proyectos que permiten dimensionar redes de riego colectivas, demandas o turnos, utilizando algoritmos que permiten la optimización de tiempo en los cálculos. SIGOPRAM ofrece la posibilidad de simular redes, para analizar el comportamiento hidráulico. Finalmente permite exportar redes directamente a formatos EPANET y GESTAR.

1.2. BASES TEÓRICOS-CIENTÍFICAS

1.2.1. Esquema de un sistema de riego presurizado:

Según INIA, un sistema de riego presurizado cuenta con:

- Cabezal de Riego: Es un conjunto de sistemas, aparatos, accesorios, materiales que dominan toda la instalación, obedecen a proporcionar presión y caudal al sistema, mediante la cuantificación de volúmenes y presiones, controla de manera manual o automática el funcionamiento del equipo.
- Equipo de bombeo: Existen una variedad de bombas de diferente magnitud y potencia, la cual depende del terreno a regar. Entre las abastecidas por energía eléctrica es la centrífuga.
- Sistema de filtrado: Integrado en el cabezal de riego, su función es controlar que no pasen las partículas en suspensión como arcilla, limo, arena, materia orgánica, precipitados(carbonatados), que puedan taponear los goteros que alimentan al cultivo.
- Entre los filtros más reconocidos, tenemos:
 - Hidrociclones: Se utilizan para dividir gravillas y arenas. Las arenas decantan y se depositan en un envase inferior que debe limpiarse frecuentemente. Se usan en aguas provenientes de perforaciones. Se consigue al separar hasta un 98% de partículas superiores a 100 micrones.

- Filtros de grava: Son recipientes metálicos o de plástico que contiene arena o grava tamizadas de un determinado tamaño. El agua se filtra al pasar por la zona de arena/grava. Son muy efectivos para detener sustancias orgánicas y partículas, porque se emplea todo el espesor de la arena.

- Filtro de malla: El filtro de malla es una carcasa que aloja en su interior un cartucho con una malla de diferentes diámetro u orificios. La malla puede ser metálica o plástica. El tamaño de orificio se define por el número de aberturas por pulgada lineal (25,4 mm) lo cual se denomina “mesh”. Para riego por goteo se recomienda una malla de 140 – 150 mesh (110 – 106 micrones).

- Filtro de anillas: Los filtros de anillas son similares a los de malla, pero el conjunto filtrante está constituido por una serie de discos o anillas con ranuras en ambas caras, que superpuestos forman los conductos de paso del agua. Su efecto en gran medida es de limpieza en profundidad como las de grava. Pueden retener gran cantidad de sedimentos antes de obstruirse. La limpieza de ambos tipos de filtros puede hacerse de forma manual o por retro-lavado.

➤ Aparatos de control y medición:

- Manómetro: Aparato que permite medir la presión en los diferentes puntos del sistema, comenzando desde el cabezal de riego hasta las líneas divisoras.

- Contadores o caudalímetros: Aparato que mide el caudal en el sistema de riego, se instala en el cabezal a la salida de los filtros, el más conocido es el tipo Woltman.

- Controlador de riego: Trabaja con un sistema automatizado o no automatizado; sin embargo, presenta ventajas en su instalación como son:

- Mejor control de la frecuencia y láminas de riego.
- Programación del retro-lavado y fertilización.
- Control de fallas y averías.
- Almacenamiento de datos de riego.

- Ahorro de tareas manuales.

Los controladores se instalan en el cabezal de riego y manejan las operaciones de riego en forma secuencial. Funcionan con válvulas solenoides conectadas al controlador y a cada válvula de campo por medio de mandos hidráulicos. De esta manera cada válvula inicia y finaliza el riego en función de la orden enviada por el controlador.

- Tuberías de Conducción: Las tuberías más empleadas son de cloruro de polivinilo (PVC) y de polietileno. El PVC se usa generalmente en diámetros superiores a 50 mm para las líneas de distribución primaria, secundaria y terciaria. Los diámetros más comunes son de 50, 63, 75, 90, 110 y 160 mm. En instalaciones grandes las tuberías principales tienen diámetros superiores a los 200 mm. Las tuberías se clasifican por clase en relación a la presión que son capaces de soportar. Por ejemplo 4, 6, 10, etc. que es la presión máxima de trabajo expresada en kg/cm².

- Laterales de riego: Son tuberías que se ubican dentro del cultivo a lo largo de la hilera de plantas. Normalmente son de 16 y 20 mm en servicio del caudal a distribuir y la longitud de riego. El material es polietileno de baja densidad. También se denominan tuberías porta-emisores. Detalle de conexión de laterales a la tubería terciaria.

- Cabezales de Campo: Son válvulas que se instalan en el campo para suministrar el agua a las diferentes unidades de riego. Pueden ser simples (tipo esféricas) para operación manual o hidráulicas. En estas últimas la presión hidráulica acciona un diafragma que corta el flujo del agua. Se puede accionar manualmente en el lugar de instalación o a distancia con mandos hidráulicos o eléctricos.

1.2.2. Marco normativo

Ley 28585, “Ley de Creación del Programa de Riego Tecnificado y su Reglamento el DS 004-2006-AG y modificatorias”.

Política y Estrategia Nacional de Riego 2015-2025 y son la continuación de aquellas diseñadas en «Políticas de Estrategias Nacional de Riego en el Perú» aprobada por Resolución Ministerial N° 0498-2003-AG.

El Comité Técnico de Normalización de Riego tecnificado elaboraron la Norma Técnica Peruana “NTP-ISO 11738:2013 Equipo de Riego Agrícola”. Cabezal de Control.

Norma Técnica Peruana NTP 292.001:2013. Símbolos gráficos para sistemas de riego presurizado.

➤ Cabezal de riego

Esta compuesto por un conjunto de componentes que permiten generar la presión y el caudal que requiere el sistema; filtra el agua, inyecta los fertilizantes, así como mide volúmenes de agua y fertilizantes aplicados.

La investigación contará para el nuevo diseño, un esquema de cabezal de riego de fertilización y un cabezal de riego que llega a las tuberías, goteros y dan lugar al riego del cultivo dándole la cantidad de agua que requiere.

Componentes generales de un sistema de riego:

- Equipo de impulsión.
- Sistema de filtrado.
- Sistema de fertilización.
- Sistema de control y medición.
- Válvulas de aire, reguladoras de presión y Alivio.

➤ Cabezal de control: tuberías, reguladoras de presión, medidores, filtros e inyectores de fertilizantes.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- Evaporación: Semejante a la transpiración ocurre la evaporación del agua de la superficie del suelo, por lo que va a la atmósfera en forma de vapor.

- Evapotranspiración del cultivo: La evapotranspiración toma en cuenta la pérdida de agua tanto por evaporación como por transpiración del cultivo. El cálculo de las necesidades de agua de los cultivos:

$$ET (Cultivo) = ET_0 * Kc$$

ET (cultivo) = Evapotranspiración de un cultivo elegido, explícito en mm por día.

ET_0 = Evapotranspiración de cultivo de referencia, explícito en mm por día.

Kc = Coeficiente de cultivo, variable por el propio cultivo y con su periodo vegetativo.

▪ Método de Blaney-Criddle:

La ecuación es la siguiente:

$$ET_0 = a + b * f \quad \text{y} \quad f = p (0,46T + 8,13)$$

Donde ET_0 es la evapotranspiración del cultivo de referencia [$\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$]; T es la temperatura media del aire [$^{\circ}\text{C}$]. Los valores de a , b y p son incluidos en la publicación FAO-24 (Doorenbos y Pruitt, 1975) para distintas condiciones de humedad relativa, fracción de insolación y velocidad del viento.

Este método se aplica para periodos de un mes.

$$f = p (0,46t + 8,13)$$

f = Factor de Blaney-Criddle, expresado en mm de agua diarios.

Tiene el mismo valor para todos los días del mes considerado.

t = Temperatura media mensual, expresado en $^{\circ}\text{C}$.
($T_{\text{maxima media}} + T_{\text{minima media}}$)

p = Tanto por uno de horas diurnas del mes respecto de las totales.

▪ Método de la radiación:

Este método se aplica para periodos de un mes o 10 días.

$$ET_0 = W \cdot R_s \cdot C$$

ET_0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm/día. Tiene el mismo valor para todos los días del periodo considerado (30 o 10 días).

R_s = Radiación que llega a la superficie de la tierra, expresada en equivalente de evaporación en mm/día.

W = Factor de ponderación, que depende de la temperatura y de la altitud.

C = Factor de ajuste, que depende de valores estimados de la humedad y del viento.

▪ Método de Penman:

Este método se utiliza en zonas donde se disponga de datos medidos sobre temperatura, radiación, humedad y viento.

$$ET_0 = c [(W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)]$$

ET_0 = Evapotranspiración del cultivo de referencia, expresado en mm/día.

e_a = Presión saturante del vapor de agua, expresada en milibares.

e_d = Presión real del vapor de agua, expresada en milibares.

R_n = Radiación neta en la superficie del cultivo, expresada en $[MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}]$.
 $f(u)$ = Es la velocidad del viento $[m \cdot s^{-1}]$.

➤ Precipitación efectiva:

Según Irrigaciones (2020); la precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total que es aprovechada por el cultivo. Entre los múltiples factores puede ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido de humedad del suelo o velocidad de infiltración.

Entre los más acertados en cálculos son Brouwer y Heibloem, proponen las siguientes fórmulas para su aplicación en áreas con pendientes inferiores al 5%. En función de la precipitación caída durante el mes, tenemos:

$Pe = 0.8 P - 25$

si: $P > 75$ mm/mes

$Pe = 0.6 P - 10$

si: $P < 75$ mm/mes

- Régimen laminar: Las partículas de líquido se mueven en capas o laminas que se deslizan unas sobre otras en la dirección del eje del tubo sin acercarse ni alejarse de dicho eje, formando unas superficies o filetes líquidos concéntricos con velocidades crecientes conforme se alejan de las paredes del tubo.
- Régimen turbulento: Las partículas del líquido se mueven con trayectoria irregular, no paralela al eje de la tubería.
- Numero de Reynolds: (Re) es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento. El régimen laminar predomina las fuerzas de viscosidad sobre las de inercia. En el régimen turbulento predominan las fuerzas de inercia sobre las de viscosidad. En caso de tuberías a presión se expresa así.
- Comportamiento hidrodinámico de las tuberías: La superficie interior de las tuberías presenta cierta rugosidad.
- Perdidas de carga por rozamiento en tuberías a presión: La pérdida por rozamiento (hr) se puede calcular mediante la fórmula fundamental de Darcy-Weisbach.

$$hr = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

De la formula anterior se deduce:

$$hr = 0,0826 f \cdot D^{-5} \cdot Q^2 \cdot L$$

hr = Perdidas de carga por rozamiento, en m.

f = Factor de fricción, adimensional.

V = Velocidad media del agua, en m/seg.

D = Diámetro interior de la tubería, en m.

L = Longitud de la tubería, en m.

g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/seg²).

Q = Caudal, en m³/seg.

➤ Pérdidas de carga en elementos singulares: Las pérdidas localizadas en elementos singulares (h_s) se puede expresar de la forma.

$$h_s = K_s v^2 / 2g$$

h_s = Pérdida de carga por singularidad, en m.

K_s = Coeficiente de resistencia del elemento singular.

V = Velocidad media, en m/seg.

g = Aceleración de la gravedad (9,8 m/seg²)

Esquema general de la distribución de las conducciones en sistemas de riego

➤ Cálculo de tuberías laterales: Las tuberías laterales o porta emisores son las que distribuyen el agua a las plantas por medio de emisores acoplados a ellas. Desde el punto de vista hidráulico se comportan como tuberías con salidas uniformemente espaciadas, por lo que en el cálculo de la pérdida de carga habrá que aplicar el factor de Christiansen.

Para calcular el diámetro de un ramal lateral se necesita los datos siguientes:

- Exponente de descarga y presión de trabajo del emisor.
- Caudal en el origen del lateral.

$$Q = n \cdot q$$

Q = Caudal en el origen, en litros/seg.

n = Numero de emisores del lateral.

q = Caudal medio del emisor.

- Longitud ficticia del lateral.

$$L_f = L + n \cdot l_e$$

L_f = Longitud ficticia, en m.

L = Longitud real, en m.

n = Numero de emisores del lateral.

l_e = Longitud equivalente del emisor, en m.

➤ Cálculo de tuberías terciarias o porta laterales: Para calcular el diámetro de una tubería terciaria o porta laterales se necesita conocer los datos siguientes:

- Caudal en el origen de la terciaria, que es igual al número de laterales que derivan de la terciaria por el cual de cada uno.
- Longitud ficticia (L_f) de la terciaria, que es igual a la longitud real equivalente de los accesorios instalados.

$$L_f = a L \text{ a varia de } 1,05 \text{ a } 1,20$$

- Pérdida de carga admisible en la terciaria. Las pérdidas de carga producidas en un lateral son menores del 55% de las producidas en la subunidad, debido a que se ha tomado un diámetro comercial superior al que sale en el cálculo.

Por lo consiguiente, las pérdidas de carga admisibles en la terciaria serán iguales a las pérdidas admisibles en la subunidad menos las pérdidas reales producidas en un lateral.

$$h'_a = 0,1 \times H - h$$

h'_a = Pérdidas de carga admisible en la terciaria.

H = Presión de trabajo del emisor.

x = Exponente de descarga del emisor.

h = Pérdida de carga real en el lateral (se toma el lateral de mayor pérdida de carga)

Cálculo de tuberías secundarias: Las tuberías secundarias son aquellas de las que derivan las terciarias.

➤ Para calcular su diámetro se conoce el caudal y se fija la velocidad.

D = Diámetro, en m.

Q = Caudal, en m³/seg.

v = Velocidad, en m/seg.

Ecuación de continuidad: Se llama caudal o gasto a la cantidad de líquido que pasa por una sección transversal de una conducción durante la unidad de tiempo.

Generalmente se mide m^3 por segundo.

Se expresa mediante la fórmula.

$$Q = S \times V$$

Q = Caudal, en m^3/seg .

S = Sección transversal de la vena líquida, en m^2 .

V = Velocidad media, en m/seg .

➤ Ecuación de Bernoulli: En el caso de líquidos perfectos (es decir, incomprensibles y sin viscosidad), la ecuación de Bernoulli dice que en la circulación de un líquido en régimen permanentemente, la suma de las cargas de posición, de presión y de velocidad es constante en cualquier sección de la vena líquida.

Se expresa así.

$$Z + P/\gamma + v^2/2g$$

Emisores de agua: Un emisor de agua es un mecanismo, tobera o simple orificio por donde el agua fluye desde una tubería a la atmosfera.

$$q = k \cdot H^x$$

q = Caudal del emisor, en litros/hora.

k = Coeficiente característico de cada emisor, que equivale al caudal que proporciona una presión de 1 m.c.a.

H = Presión de entrada del emisor, en m.c.a.

x = Exponente de descarga del emisor.

➤ Bombas hidráulicas: Las bombas hidráulicas son máquinas que transforman la energía mecánica en energía hidráulica, incrementando la energía específica (energía de la unidad de peso) de la corriente en donde se intercalan.

$$H_b = H_2 - H_1$$

H1 = energía del punto 1.

H2 = Energía específica del punto 2.

Hb = Incremento de la energía específica debido a la bomba.

➤ Criterios de diseño Dimensionamiento:

- Determinar el área superficial de la unidad (As), que es el área superficial de la zona de sedimentación, de acuerdo a la relación:

$$A_s = Q V_s$$

Vs = Velocidad de sedimentación (m/seg)

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

- Determinar las medidas de largo L (m), ancho B (m) y altura h (m) con a finalidad que se cumplan las relaciones o criterios mencionados anteriormente.

Considerando el espaciamiento entre la entrada y la cortina o pared de distribución de flujo.

- Calcular la velocidad horizontal VH (m/seg) de la unidad mediante la ecuación. El cual debe cumplir con las relaciones mencionadas anteriormente.

$$V_H = 100 * Q B * H$$

- Determinar el tiempo de retención To (horas), mediante la relación:

$$T_0 = A_s * H 3600 * Q$$

Determinar el número de orificios, cumpliendo con los criterios de diseño.

$$A_0 = Q V_0$$

V0 = Velocidad en los orificios (m/seg)

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

A0 = Área total de orificios (m²)

$$n = A0 \alpha 0$$

AO = Área de cada orificio (m2)

n = Numero de orificios (pp. 16 – 20).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales, Equipos, Instrumentos de recolección de datos

2.1.1. Materiales

- Agua de riego
- Muestra de suelo

2.1.2. Equipos

- Cámara fotográfica
- Computadora
- GPS
- Calculadora
- Nivel topográfico
- Mira topográfica
- Equipos de laboratorio de Análisis de suelo y agua.

2.1.3. Herramientas

- Pala.
- Libreta de apunte.
- Botas
- Martillo
- Estacas
- Excel
- SIGOPRAM
- AutoCAD
- Word
- Civil 3D
- Google Earth

2.2. Características generales del área de estudio

La parcela pertenece al Centro Experimental Tumpis (CET) propiedad del Proyecto Especial Binacional Puyango - Tumbes (PEBPT), ubicada en el distrito de Papayal, Provincia de Zarumilla, Departamento de Tumbes.

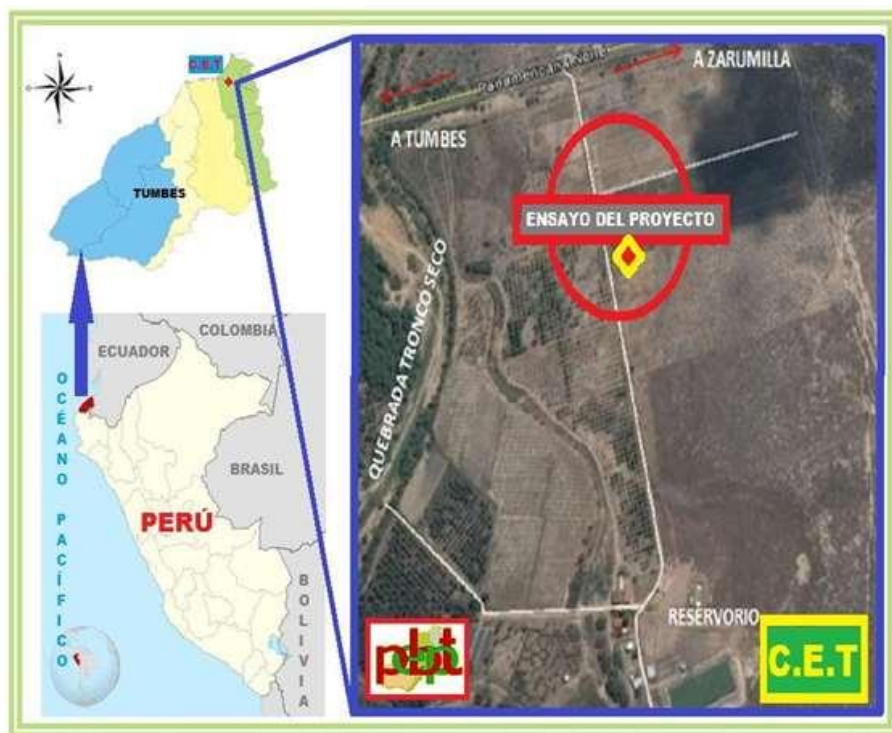
2.2.1. Ubicación Geográfica:

- ✓ Latitud : 3° 31' 21" S
- ✓ Longitud: 80° 19' 13" O
- ✓ Altitud : 16 msnm

2.2.2. Ubicación Geodésica:

Datum WGS 84 Zona 17 S

- ✓ Norte: 9611045
- ✓ Este: 575167
- ✓ Elevación: 17 msnm



La parcela tiene una superficie **área de 2 hectáreas** sembrada con cuatro variedades de palto (Hass, Duquesa, Fuerte y Maluma).

2.3. Fisiografía

El área de estudio es de relieve plano, característico de las zonas costeras.

2.4. Climatología

El centro experimental Tumpis pertenece a la provincia de Zarumilla, se caracteriza según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la temperatura promedio se encuentra en los meses de enero – abril (31°C), las más bajas o frescas se encuentran entre junio a setiembre (19°C). La región más cálida es la costa peruana, presenta temperatura promedio uniformemente todo el año.

Para Proyecto se dispuso de registros climáticos, que se encuentra en anexos (pág.189). Estación Meteorológica del Centro Experimental Tumpis, próxima a la zona de Estudio, cuyos datos se presentan en el siguiente cuadro:

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sun hours	Rad MJ/m²/day	ETo mm/day
January	23.6	31.0	81	2.3	1.8	12.1	3.23
February	23.8	31.3	83	2.0	1.5	11.9	3.09
March	23.9	31.3	84	2.0	1.9	12.5	3.15
April	23.4	31.5	83	2.0	2.0	12.1	3.12
May	23.4	30.7	82	1.9	1.8	11.0	2.90
June	21.9	29.0	84	1.7	1.6	10.3	2.56
July	20.6	27.8	84	2.0	1.5	10.3	2.55
August	19.1	27.0	85	2.1	1.4	10.8	2.55
September	19.8	27.0	85	2.2	1.3	11.3	2.63
October	21.0	27.4	84	2.2	1.6	11.9	2.80
November	22.2	28.1	83	2.2	1.5	11.6	2.84
December	22.6	29.8	82	2.1	1.3	11.2	2.90
Average	22.1	29.3	83	2.1	1.6	11.4	2.86

Fuente: Elaboración de datos climáticos en el software Cropwat-FAO.

Station	CET	Eff. rain method	FAO/AGLW formula
	Rain	Eff rain	
	mm	mm	
January	62.7	27.6	
February	128.9	79.1	
March	120.9	72.7	
April	63.5	28.1	
May	21.6	3.0	
June	2.0	0.0	
July	1.2	0.0	
August	1.0	0.0	
September	1.1	0.0	
October	2.3	0.0	
November	8.3	0.0	
December	21.5	2.9	
Total	435.0	213.4	

Fuente: Elaboración de datos de precipitación en el software Cropwat-FAO.

2.5. Fuente de agua

En el área de estudio la principal fuente de agua es superficial, que proviene del reservorio tiene un volumen de 20 000 metros cúbicos, y se encuentra ubicado dentro del Centro Experimental Tumpis, a unos 830 metros de la parcela en estudio.

2.6. Energía

El Centro Experimental Tumpis, cuenta con energía trifásica.

2.7. Trabajo de Campo

2.7.1. Reconocimiento de la parcela

En el reconocimiento se hizo un recorrido al terreno, con la finalidad de establecer sus límites, extensión; a partir de ello desarrollar el presente trabajo de investigación.

Terreno existente. - Colinda a su lado izquierdo con el cultivo de maracuyá y a su lado derecho con el cultivo de uva, y al frente con la carretera principal de ingreso al CET. Asimismo, cuenta con un área de 20 000 m^2 equivalente a 2 hectáreas.

2.7.2. Levantamiento topográfico

Con el nivel topográfico, GPS, brújula y miras se hizo el levantamiento topográfico de la parcela, para definir los planos de planimetría y curvas de nivel. Para el plano altimétrico se trabajó tomando como referencia el BM, ubicado en la parte posterior del CET, hasta llegar al área cultivada de palto, en una longitud aproximadamente 710 metros siendo el valor al BM= 16.818. Ver anexos (pág. 199).

2.7.3. Determinación de las características el suelo

a. Muestreo de suelo y análisis textural

En el reconocimiento del área se eligieron los puntos de muestreo, considerando la densidad promedio de un punto por hectárea. Haciendo uso de la palana se extrajeron las muestras del suelo a una profundidad de 1.20m, determinando la textura por el método tacto- visual, las cuales dieron como resultado un suelo con textura **Franco arcillo arenoso**. Teniendo en cuenta que la institución a la que pertenece el área de estudio cuenta con estudio de suelo del cual se utilizó para los cálculos que forman parte del resultado del presente trabajo de investigación.

Las muestras de suelo más peculiares fueron analizadas en laboratorio, para determinar sus características físicas- químicas: textura, conductividad eléctrica, pH, densidad aparente, densidad real, coeficientes hídricos, aniones y cationes. Con la muestra de suelo y análisis textural se validaron los datos del estudio de suelo realizado en el año 2016 para cada uno de los cultivos existentes en el CET. El estudio de análisis de suelo se hace con la finalidad de hacer una buena elección de emisores, y su espaciamiento de ellos; para proporcionar al suelo la humedad que estará disponible para el cultivo en cantidad y oportunidad adecuada para su producción.

2.7.4. Determinación de las características del agua de riego

a. Disponibilidad de agua

El recurso hídrico proviene de un reservorio con capacidad de 20 000 m^3 que es alimentado desde el lateral N°13 de la irrigación Puerto el cura.

b. Análisis de calidad de agua

Fueron evaluadas las características químicas del agua de riego en laboratorio, los valores del Ph, CE (umhos/cm) y sólidos en suspensión.

Con los resultados obtenidos del examen del agua para riego, se obtuvieron los efectos que pudieran tener en el diseño del sistema de riego y en el cultivo.

El estudio de la calidad del agua de riego ha sido un factor resaltante para la elección del sistema de filtrado.

Cuadro N° 01. Clasificación del agua de riego según su conductividad eléctrica.

GRADO DE SALINIDAD	DESCRIPCIÓN	CE(ds/m)
Bajo (S1)	Apto para irrigar cultivos.	< 10
Medio (S2)	No pelagra la estructura de los suelos.	10 – 18
Alto(S3)	Se requiere aplicación de enmiendas en el suelo.	18-26
Muy alto(S4)	Inútil para regar un suelo con cultivo.	>26

Fuente: Certificaciones del Perú S.A.- CERPER

2.8. DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico es fundamental en proyectos de riego presurizado, afinar un correcto diseño agronómico garantiza unos correctos resultados en el posterior diseño hidráulico. Uno de los inconvenientes más comunes es la falta de lavado en suelos salinos, debido a que la instalación de emisores no corresponde.

El diseño agronómico proporciona datos básicos como son el caudal del emisor, caudal por planta, duración del riego, elección de tubería, sistema de filtrado y fertirriego.

2.8.1. Parámetros utilizados en el sistema de riego presurizado.

Los parámetros y términos utilizados en los proyectos de riego presurizado referidos al diseño agronómico e hidráulico a partir de la cédula del cultivo y criterios son los siguientes:

1. Evapotranspiración Potencial del Cultivo (ET_p), es la cantidad de agua que un suelo consume en un determinado tiempo, expresado en mm/mes o mm/día; en este mismo sentido, es factible su obtención mediante la evapotranspiración referencial de Penman, cuyos datos se proporcionan en mm/mes, a través de la página web de la International Water Model Institute.

2. Factor de cultivo (K_c), coeficiente de cultivo que depende de las características fisiológicas y fenológicas de cada especie y expresa la capacidad de la planta para tomar el agua del suelo, en las distintas etapas de su desarrollo; este factor es adimensional; su cálculo se realiza dividiendo la evapotranspiración del cultivo entre la evapotranspiración potencial o referencial.

3. Áreas parciales de cada cultivo, expresadas en hectáreas para cada cultivo; en lo referente al riego para cada cultivo se divide como sigue:

Subunidad de riego. - Superficie que se riega simultáneamente desde un mismo punto, donde se regula la presión de entrada del agua en cabecera; lleva, por lo tanto, un dispositivo regulador de presión.

4. Unidad de riego. - Es el conjunto de subunidades que se riegan paralelamente, desde una misma toma, donde se controla la dosis de agua por aplicar en cada riego; por lo cual, lleva en la cabecera, una válvula de control.

Unidad operacional o turno de riego. - Superficie suma de las unidades de riego que funcionan paralelamente, desde un mismo centro de control o cabezal.

5. Evapotranspiración del cultivo o uso consuntivo que viene a ser el gasto real de agua por el cultivo, expresado en mm/día:

$$ET_c = ET_o \times k_c$$

Considerado también, como:

Uso Consuntivo = Lámina Bruta (mm/día) x 0.11574 = Lts /Seg).

1 mm/día/ha = 1 Lit/día/m² = 10 m³/día/ha.

10 m³/día = 10000 Lts/86400 seg = 0.11574 Lts/seg.

6. Caudal Continuo Equivalente o ficticio, expresadas en Lts/seg, cuyo cálculo es el siguiente:

Caudal Q (Lts/seg), durante las horas asignadas en el turno de riego, divididos entre la frecuencia en días, por las 24 hrs del día:

CCE = (Q x hrs por turno) / (Frecuencia en días por 24 hrs).

7. Módulo de riego (MR), caudal continuo equivalente de agua, que requiere una hectárea de cultivo; se expresa en Lts/seg.

Módulo de riego o uso consuntivo del cultivo = (Lamina Bruta mm/día) x (0.116 Lit /seg).

8. Precipitación efectiva (Pe), es la cantidad de agua, del total de precipitación (P) que aprovecha la planta, a fin de cubrir sus necesidades parciales o totales, se expresa en mm; cuyas fórmulas son las siguientes:

$Pe = 0.6 P - 10$; si la $P < 75$

Si la $Pe = (-)$: se considera $Pe = 0$

P= Probabilidad de ocurrencia.

9. Requerimiento diferencial de agua (Rda), es la lámina adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para sus necesidades; expresado como la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva.

$$Rda = UC - P. \text{ Efec. (mm).}$$

10. Requerimiento volumétrico neto de agua (Req. Vol. Neto), es el volumen de agua que requiere una hectárea de cultivo, se expresa en m³/ha/mes o también en m³/ha/día.

$$\text{Req. Vol. Neto} = \text{Req (mm)} \times 10.$$

11. Eficiencia de riego (Ef. Riego), este factor indica cuan eficiente se está aprovechando el agua en el cultivo, los valores dependen del sistema de riego a utilizar: gravedad 30%; aspersión 70%; riego por goteo 90%; exudación 95%; es necesario diferenciar la eficiencia de riego a nivel de parcela.

12. Requerimiento volumétrico bruto (Req. Vol. Bruto): Req. Vol. Bruto = Req. Vol. Neto / Efic. Riego; este requerimiento puede aumentar en el caso de suelos salinos, para el lavado de los mismos.

13. Número de horas de riego (N° horas riego), es el tiempo de riego efectivo que utiliza el sistema de riego, se expresa en horas de riego, como resultado del consumo diario de agua por el cultivo, dividido entre la precipitación horaria del sistema de riego.

14. Caudal disponible a la demanda (Q dem), es el caudal requerido por el sistema, de manera tal que se pueda atender la demanda, se expresa en lt/s:

$$Q \text{ dem} = \text{Área total} \times MR.$$

15. Frecuencia de riego: Fr (días), es el número de días transcurridos entre un riego y otro para volver a regar nuevamente para compensar las pérdidas por evapotranspiración diaria, del agua almacenada o usar una lámina de reposición como fracción de agotamiento que por seguridad se ha establecido, antes de consumir toda el agua almacenada y se expresa en días:

Si necesitamos reponer 12 mm/ha de agua consumida hasta el momento; y si la evapotranspiración diaria es de 3 mm/ha/día, necesitamos volver a regar:

$$12 \text{ (mm/ha)} / 3 \text{ (mm/ha/día)} = 4 \text{ días.}$$

16. Oferta Hídrica: Según Abad (2020), “la cuantificación del caudal disponible en la fuente (l/s), indica que las fuentes superficiales deben estar respaldadas en estudios hidrológicos y registros de aforos del curso o cuerpo de agua”.

En el presente trabajo de investigación se determina la oferta hídrica proveniente de la margen izquierda del Río Tumbes, encontrándose almacenada en un reservorio que se encuentra dentro del Centro Experimental Tumpis (CET).

17. Demanda Hídrica: Para estimar la demanda hídrica del proyecto, se debe tener en cuenta los aspectos del área del proyecto(en este caso el proyecto ya cuenta con un sistema de riego tecnificado), los datos del cultivo(coeficiente del cultivo), datos metereologicos, eficiencia de aplicación (el área cuenta con un sistema de riego presurizado por goteo, pero que no se obtiene el 90% de su eficiencia). El análisis de la demanda hidrica se deberá realizar tanto en la situación “ proyecto sin evaluar”, y en la condición “ con proyecto evaluado”.

18. Cálculo de ETo:

Para el cálculo de la ETo se realizó el método de Penman Montheit, a partir de la serie histórica de la data correspondiente a 31 años (periodo 1988-2019) obtenidos de la estación meteorológica CET. Teniendo en cuenta que el método que utiliza mayor cantidad de variables meteorológicas, cuyo registro se encontró disponible y fue proporcionado por el Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes. El valor de la evapotranspiración más elevada obtenida correspondiente al mes de octubre, con un valor de ETo= 2.86 mm/día.

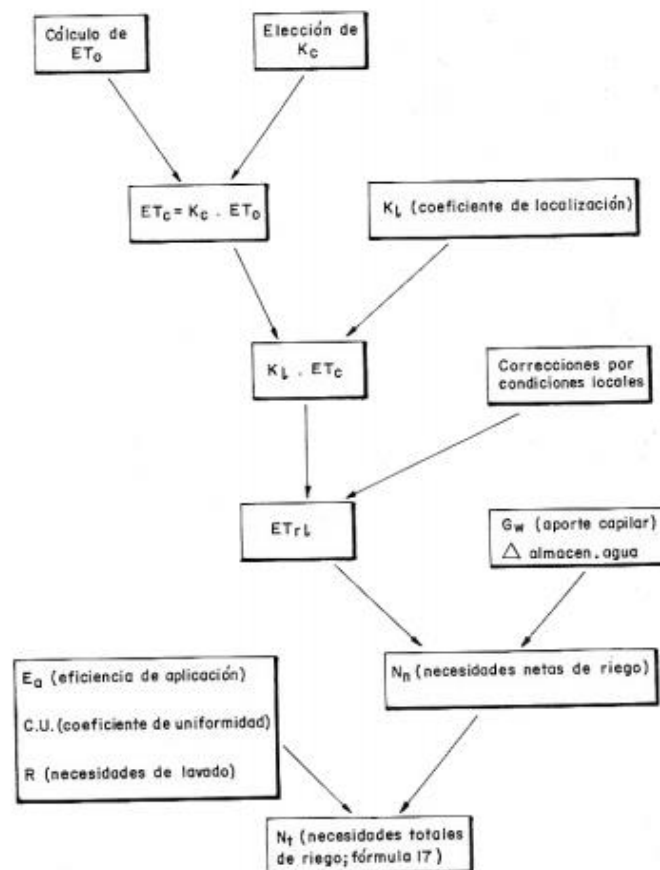


Ilustración 1. Esquema para el cálculo de las necesidades hídricas en riegos localizados (Pizarro, 1996).

a. Elección de Kc

Existe en el terreno con 4 variedades de palto sembradas en el año 2010, y 2011, se procedió a tomar como referencia datos de los kc establecidos por el manual 56 de la FAO, para el cultivo de palto, sin importar las variedades, ya que cada una fue sembrada en años similares.

Para este caso, se toman datos de la FAO (Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, pag.113).

	Kc in	kc med	kc fin	altura
Aguacate, sin cobertura del suelo	0,60	0,85	0,75	3

Según Pizarro (1996). Para no darle lugar a las malas hierbas, se elige un valor intermedio estimado en $Kc = 0.85$

$$Etc. = 2,40 \times 0.85 = 2,04 \text{ mm/día}$$

b. Cultivo de Palto

Antes de proceder a los cálculos hidráulicos se muestran los datos obtenidos en el estudio de campo, datos que serán insertados en las tablas (resultados) para poder calcular las necesidades hídricas del cultivo y plantear el diseño del sistema de riego presurizado, habiendo realizado previamente la evaluación del estado actual del sistema existente.

Cultivo: Palto

Superficie: 2 hectáreas.

Marco de plantación: 4 x 5 m

Profundidad de raíces: Prof. 1,5 m

Conductividad del agua de riego: $CE_i = 0,345 \text{ mmhos/cm}$

Necesidades totales de riego: $N_t = 1,80 \text{ mm/día}$

Coefficiente de Uniformidad; $CU = 0,60$

Caudal ficticio continuo = 0,21 l/s-ha

Intervalo de Riego = 3 días

Número de emisores por planta: $e = 4$

Caudal de cada emisor; $q_a = 4 \text{ l/h}$

2.9. DISEÑO HIDRÁULICO

2.9.1. Software SIGOPRAM

(Aigües del Segarra Garrigues), “SIGOPRAM mediante redes hidráulicas a presión, permite dimensionar, diseñar y simular el diseño de riego presurizado, el entorno es GIS y le permite potencializar su sistema”.

La aplicación ofrece gran veracidad, permitiendo calcular las redes de riego complejas con gran agilidad y considerable ahorro de tiempo.

El software SIGOPRAM fue creado para agilizar los cálculos en el diseño de riego presurizado. Y las fórmulas que utiliza el software para calcular, son las que se verán a continuación:

2.9.2. Parámetros utilizados en los proyectos para el diseño hidráulico de riego presurizado.

(KELLER, 1999) La dimensión de las tuberías de una instalación de riego se hace siguiendo el recorrido inverso del agua es decir empezando por los ramales más alejados siguiendo por las tuberías terciarias, secundarias, principales y terminando en cabezal. Si se dispone de presión natural suficiente es aconsejable reducir los diámetros de tuberías para disipar el exceso de energía mediante pérdida de carga por fricción. Más elevada, pero se abaratará la instalación.

Si la presión natural disponible es muy justa para tratar de conservarla abra que ir a diámetros de tubería mayores y, por tanto, el precio de instalación será más alto.

1. Coeficiente de uniformidad constructivo – (CUC) (fabricante):

Para encontrar este parámetro, las empresas fabricantes, realizan a nivel de grupos de goteros, aspersores, midiendo estadísticamente su comportamiento, respecto a la uniformidad de trabajo y comportamiento frente a la temperatura y funcionamiento de los materiales de fabricación, respecto a sus caudales y presiones.

2. Coeficiente de uniformidad hidráulico (CUH); para este parámetro, es necesario realizar el análisis estadístico del funcionamiento correcto de una muestra representativa del universo, de los goteros o aspersores de una instalación, respecto a la presión.

3. El coeficiente de uniformidad (CU), indica el grado de uniformidad con que el sistema de riego viene funcionando, en la aplicación del agua por los difusores o goteros, y evalúa el grado de funcionamiento, con que debe operar un sistema nuevo u otro en operación, relacionando, el 25% de los goteros, que menos caudal aportan, con el 100% de la muestra del universo.

$$\text{Equivalencia del CU} = \text{CUC} \times \text{CUH}.$$

4. El coeficiente de variación nominal del fabricante (CV), es la relación entre la desviación típica o estándar de la muestra de un universo, donde la mayor dispersión corresponde al valor mayor del coeficiente de variación.

5. El gotero o grupo de goteros de caudal más bajo de una instalación está representado por (qns) y el gotero caudal nominal del fabricante por (qa).

6. La formulación del coeficiente de uniformidad es el siguiente, donde el número de goteros por planta es (e):

$$CU = [1 - (1.27 * CV / e^{0.5})] * (qns / qa).$$

7. Tolerancia de presiones:

$$\Delta H \text{ permisible} = 2.5 (h_a - h_{ns}).$$

Es la máxima variación de presión permisible, en la sub unidad de riego para que los emisores trabajen con una uniformidad >90 %, donde la:

Presión del gotero, con caudal nominal (qa). = h_a

Presión del gotero, con caudal más bajo (qns). = h_{ns}

8. Ecuación del gotero:

$$q = K * H^x$$

Siendo q el caudal del emisor en litros/hora.

K = Coeficiente de descarga, que es un valor característico de cada emisor.

h = Presión a la entrada del emisor, en metros de columna de agua (mca).

x = Exponente de descarga del emisor, que expresa la sensibilidad de los goteros a las variaciones de presión.

9. Altura dinámica total (ADT): Presión necesaria para el funcionamiento del sistema de riego para cubrir las pérdidas ocasionadas por rozamiento al discurrir el agua por los diferentes componentes y accesorios del sistema.

$ADT = H_m \text{ SUB UNIDAD} + H_f \text{ ARCO} + H_f \text{ CONDUCCIÓN} + H_f \text{ CABEZAL.}$

$ADT = H_m \text{ SUB UNIDAD RIEGO} + H_f * (\text{ARCO CONDUCCIÓN} + \text{CABEZAL}).$

10. Subunidad: Es el componente básico del sistema, cuyo control está regulado por una válvula de presión y está compuesto por la porta lateral y por los laterales.

$SU = \text{Lateral} (h_f + d) + \text{Porta lateral} (H_f + D) < \Delta H \text{ PERMISIBLE.}$

Donde $D/2$ = Desnivel en el portal lateral y $d/2$ = Desnivel en el lateral (m).

H_f = Pérdida de carga en la porta lateral y h_f = pérdida de carga en el lateral. (m).

11. Presiones en la subunidad

Presión necesaria a la entrada de la subunidad

Presión nominal del gotero (fabricante) = h_a . Presión a la entrada del lateral = h_m .

$H_m = h_m + 0.73 H_f \text{ PORTALATERAL} + D/2. h_m = h_a + 0.73 h_f \text{ LATERAL.}$

12. Pérdidas de carga en la tubería principal y secundaria

Pérdida de carga HAZEN & WILLIAMS

$J \text{ (m/100m)} = (1.21 * 10^{12}) * ((Q/C)^{1.8552}) * D^{-4.87}$

$H_f = J \text{ (m/100 m)} * (L / 100)$

Caudal de conducción:

$Q \text{ (Lts/s).}$

Longitud. Conducción, $L \text{ (m).}$

Factor rozamiento PVC: $C \text{ (150)}$ y de HDPE $(130).$

Diámetro interno tubería: $D \text{ (mm).}$

13. Finalmente se suman las pérdidas de carga (laterales, distribución, conducción).

2.9.3. Esquema actual del sistema de riego localizado en el cultivo palto.

El agua ingresa al cabezal de riego con la presión necesaria de bombeo, captada desde el reservorio (20 mil m³). Es conducida por una tubería de PVC de 4" al cabezal de riego de filtrado y al cabezal de fertilización.

Estos cabezales de riego que al final vienen a ser un solo componente, es un conjunto de elementos que permiten el tratamiento del agua de riego, su filtración, medición, control, presión y aplicación de fertilizantes.

Del cabezal parte una red de tuberías que se denominan primarias, secundarias, terciarias, según su orden. Según los autores (Abreu), adoptan la siguiente nomenclatura:

- Lateral: Es la tubería de último orden, en la que se conectan los emisores de riego. El presente estudio es riego por mangueras a lo largo de la hilera de plantas, estos elementos serían los propios laterales, también denominadas líneas de riego.

- Terciaria: es la tubería que alimenta directamente a los laterales también llamados porta laterales.

Generalmente al inicio de cada terciaria se coloca un regulador de presión, que unas veces es automático y otras consiste simplemente en una válvula de compuerta o bola seguida de un manómetro. A la superficie denominada por un regulador de presión se denomina subunidad de riego. En el caso extremo de que cada lateral lleve un regulador de presión, la subunidad de riego estaría constituida por un solo lateral.

Al conjunto de subunidades de riego que riegan simultáneamente desde un mismo punto se denomina unidad de riego.

Al evaluar el diseño actual, se optó por un nuevo diseño que mejore el sistema en funcionamiento actual, y esto se traduce en que cada lateral lleve un regulador de presión.

Al conjunto de las unidades de riego que riegan simultáneamente desde un mismo cabezal de riego se denomina unidad operacional de riego.

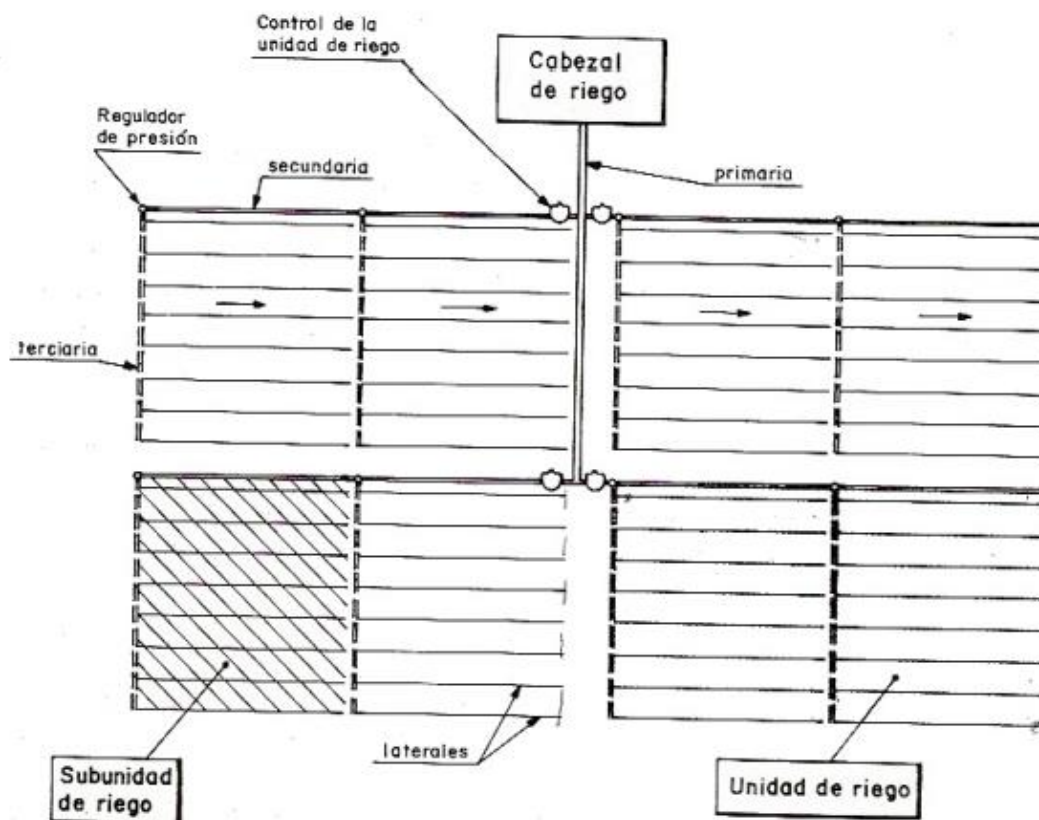


Ilustración 2. Esquema de una instalación de riego presurizado.

2.9.4. Esquema de cabezal de riego.

El cabezal de riego es el elemento central de la instalación. En el diseño propuesto, se calcula la aplicación de los fertilizantes mediante un cabezal de fertilización, que se dirige de frente a las tuberías y mangueras de riego.

Por consiguiente, el cabezal de filtración se dirige de frente al sistema de tuberías y mangueras de riego.

Los depósitos del cabezal suelen ser de materiales resistentes a los ácidos, ya que hay abonos líquidos de pH próximos a 1. **Entre esos materiales los más frecuentes son el poliéster tratado con resinas especiales y el polietileno.**

Se coloca filtro de anillo en el equipo de fertilización, ya que estos filtros retienen las impurezas, pero, sobre todo, todo tipo de material.

Un elemento imprescindible del cabezal es el contador de agua. Hay contadores de diversos tipos, pero el más frecuente es el proporcional, que es más económico, este es el contador Woltman. Estos elementos, además de indicar el caudal instantáneo deben ser totalizados. Algunos modelos permiten la transmisión eléctrica de datos, lo que facilita la automatización del riego.

2.9.5. Emisores

Los emisores son elementos importantes en las instalaciones de riego y por ende deben tener un especial cuidado.

Los emisores deben proporcionar un caudal bajo, con objeto de que los diámetros de las tuberías, sobre todo de los laterales y terciarias, sean reducidos. Para reducir el costo de la instalación.

Por otra parte, la presión de servicio de los emisores no debe ser muy baja para minimizar el efecto que sobre la uniformidad del riego tienen los desniveles del terreno y las pérdidas de carga a lo largo de terciarias y laterales.

En los emisores su diámetro de paso ha de ser lo mayor posible con objeto de evitar las obturaciones, que son el principal problema en el manejo de los sistemas de riego.

En la evaluación del sistema de riego, para las correcciones los emisores trabajarán a una presión de 10 m.c.a como mínimo y como máximo 35 m.c.a arrojando un caudal de 2 l/h.

➤ Relación caudal- presión.

Cualquiera que sea el tipo de emisor, salvo las cintas de exudación entre el caudal emitido y la presión de servicio existente la siguiente relación, denominada ecuación el emisor:

$$q = Kh^x$$

q= caudal el emisor, que generalmente se mide en litros/hora (l/h)

K= coeficiente de descarga.

X= exponente de descarga

h= presión a la entrada del emisor, que generalmente se mide en metros de columna de agua (m.c.a.) , aunque cada vez se va utilizando más el kilo pascal(kPa) como medida de la presión (1m.c.a = 9.8 Kpa). El Pascal (N/M²) es la unidad de presión admitida por el Sistema Internacional de Unidades. SI

Los valores de K y x son característicos de cada tipo de emisor.

Estos valores lo proporcionan el fabricante, mediante su catálogo de emisores.

Mediante la siguiente formula se calcula el caudal del emisor:

$$x = \frac{\ln\left(\frac{q_1}{q_2}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)}$$

$$K = \frac{q1}{h1^x}$$

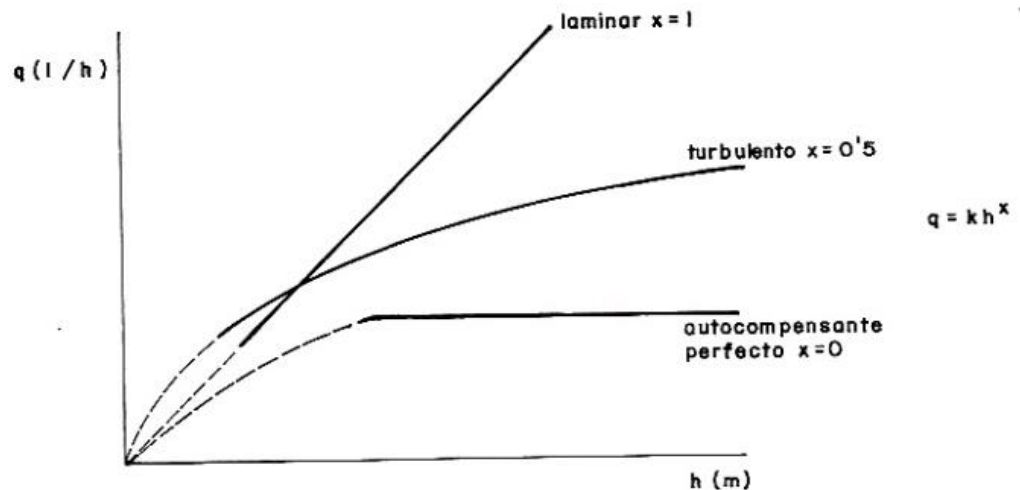


Ilustración 3. Relación q-h.

➤ Sensibilidad a las variaciones de presión.

Como ya se ha dicho, el coeficiente de descarga x es una medida de la sensibilidad de los emisores a las variaciones de presión. CEMAGREF ha establecido una clasificación de emisores en función de dicha sensibilidad:

a) emisores no autocompensantes

Valores de x	0,2 – 0,5	0,5 – 0,6	0,6 – 0,8	> 0,8
Clase	MT	T	PT	MPT

MT: muy tolerantes
T: tolerantes
PT: poco tolerantes
MPT: muy poco tolerantes

b) emisores autocompensantes

Valores de x	0 – 0,05	0,05 – 0,1	0,1 – 0,15	0,15 – 0,2	> 0,2
Clase	MB	B	P	M	MM

MB: tolerancia muy buena
B: tolerancia buena
P: tolerancia pobre
M: tolerancia mala
MM: tolerancia muy mala

Ilustración 4.Emisores auto compensantes y no auto compensantes.

Para los cálculos de las correcciones, producto de la evaluación del sistema se utiliza el catálogo de la empresa NDJ-Drip-Riego donde se obtienen los siguientes datos:

Referencia: pág. 25

Datos Técnicos:

Color: Amarillo

Descarga (l/h): 2,2

Exponente del emisor(x): 0,04

Coeficiente del flujo (k): 2,4

Coeficiente de variación (CV): 5%

Rango de regulación de presión: 1-3 bar

Grado de filtración requerido: 130 micrones (120 mesh).

Diámetro requerido de perforación: 2,9 mm.

Tabla 1. Relación caudal- presión

CAUDAL VS. PRESION

Presión (bar)	Caudal (l/h)			
	2 (l/h)	4 (l/h)	8 (l/h)	14 (l/h)
0.5	1.4	2.9	5.7	10.0
1.0	2.0	4.0	8.0	14.0
1.5	2.4	4.9	9.7	17.0
2.0	2.8	5.6	11.2	19.5
2.5	3.1	6.2	12.4	21.7
3.0	3.4	6.8	13.6	23.7
3.5	3.6	7.3	14.6	25.5

2.9.6. Tuberías

Las tuberías utilizadas en el presente estudio son de PVC. Las tuberías de PVC son una de los elementos típicos de los sistemas de riego por emisores y de hecho, el gran desarrollo de estos riegos en los últimos años se debe sobre todo a la aparición de las tuberías de plástico.

➤ Tuberías de plástico

Se dispone de una variedad normativa que afecta a las tuberías de PVC y PE.

➤ Presiones

Presión nominal (P_n). Las normas UNE la definen como (valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 20°C.

Presión de trabajo (P_t). Es el valor de la presión interna máxima a la que en servicio puede estar sometido un tubo a la temperatura de utilización.

Unidades de presión.

	atm	kgf/cm ²	bar	m.c.a.	psi	P_a
atmósfera	1	1,033	1,0131	10,33	14,70	$1,01 \times 10^5$
kgf/cm ²	0,9678	1	0,98	10,00	14,22	98.100
bar	0,987	1,02	1	10,20	14,5	10^5
m.c.a.	0,096	0,10	0,098	1	1,42	10^4
psi	0,068	0,070 3	0,0689	0,7031	1	7.142
Pa	$0,987 \times 10^{-5}$	$0,102 \times 10^{-4}$	10^{-4}	10^{-5}	0,00014	1

psi = libras por pulgada cuadrada

P_a (pascal) = newton/m²

1 MPa = 10^6 Pa = 1 newton/mm² = 10,2 kgf/cm² = 102 m.c.a.

1 kPa = 10^3 Pa = 0,0102 kgf/cm² = 0,102 m.c.a.

Las normas UNE establecen que la presión de trabajo (P_t) a 20 °C se corresponde con la presión nominal (P_n). Para otras temperaturas hay que aplicar los factores indicados en la tabla 2.

$$\text{Factor } f = \frac{P_t}{P_n} \text{ para una temperatura de } T \text{ °C.}$$

Material	$0 < T \leq 20$	$20 < T \leq 25$	$25 < T \leq 30$	$30 < T \leq 35$	$35 < T \leq 40$	$40 < T \leq 45$
PVC	1	1	0,8	0,8	0,63	0,63
PE alta densidad (PE 50A)	1	0,8	0,63	0,5	0,4	0,32
PE media densidad (PE 50B)	1	0,8	0,63	0,5	0,4	0,32
PE baja densidad (PE 32)	1	0,75	0,56	0,44	0,36	—

Ilustración 5. Unidades de presión de tuberías de PVC, según norma ISO.

➤ Diámetros

Las tuberías de plástico el diámetro nominal (D_n) es el exterior, y se puede considerar como el diámetro teórico determinado por el fabricante, a partir del cual se establecen las tolerancias y que sirve de apoyo para designar por medidas los distintos elementos de una conducción acoplables entre sí. Se expresa en mm.

➤ Tuberías de PVC

Son tubos de plástico fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de policloruro de vinilo (PVC) técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes, lubricantes y exenta de plastificantes y materias de relleno(fillers).

Los tubos de PVC como los accesorios del mismo material deben llevar un marcado indicando como mínimo:

- Designación comercial.
- Siglas de PVC
- Un número que indique su diámetro nominal en mm.
- Un número que indique su presión nominal en MPa.
- Referencia a la norma UNE.

➤ Cálculo hidráulico de las tuberías

Los estudios en la hidráulica de tuberías es la relación cuantitativa que existe entre las siguientes magnitudes:

q= caudal

d= diámetro

v= velocidad del agua

l= longitud de la tubería

H= pérdida de carga de rozamiento

$$J = \frac{H}{l}: \text{pérdida de carga unitaria}$$

Esta no tiene dimensiones y se puede expresar en tanto por uno (p.ej. m/m) o en tanto por 100(m/100m). se seguirá el primer método (m/m).

Existe una fórmula, la de Darcy- Weisbach que es universal en el sentido de que se puede aplicar a todos los regímenes:

$$J = f \frac{l}{d} * \frac{v^2}{2g}$$

Las unidades son; d(m), v(m/seg) y g=9,81 m/seg². El factor (f) es el coeficiente de rozamiento, factor adimensional que es lo que realmente varía en función del régimen hidráulico. En las unidades usuales en los sistemas de riego por goteo (q en l/h y d en mm).

➤ Efecto de las conexiones emisor- lateral

Las conexiones de emisor a la tubería lateral ocasionan una pérdida de carga cuyo valor depende de las características de la conexión y del diámetro del lateral.

A efectos de cálculo, las conexiones se pueden sustituir por una longitud equivalente de tubería, a la que se representa por Fe . La pérdida de carga unitaria incluido el efecto de las conexiones (J') se obtiene mayormente la que se produciría de no haber conexiones (J) según:

$$J' = J * \frac{Se + Fe}{Se}$$

Se = separación entre emisores (m)

Fe = longitud equivalente de la conexión (m)

El valor de Fe depende del tipo de conexión:

a) Conexión sobre línea. Se puede aplicar las fórmulas deducidas por Montalvo (1983).

Tipo de conexión

Grande..... $Fe = 23,04 * d^{-1.84}$

Estándar..... $Fe = 18,91 * d^{-1.87}$

Pequeña $Fe = 14,38 * d^{-1.89}$

Fe = en metros

$D1$ = diámetro interior del lateral en mm

➤ Efecto de la disminución progresiva del caudal

En los laterales de riego el caudal va disminuyendo a lo largo de la tubería a medida que los emisores van extrayendo agua. En consecuencia, la pérdida de carga unitaria (J) es asimismo decreciente, de manera que si la pérdida total se calcula según $H = J \times L$, siendo J el valor correspondiente al caudal de entrada en la tubería, el valor obtenido de H sería superior al real. Este hecho se tiene en cuenta introduciendo el coeficiente F de Christiansen, que es menor que la unidad:

$$H = F \times J \times L$$

El coeficiente de F es función de n (número de emisores) y del régimen hidráulico, o lo que es lo mismo, del exponente β de la fórmula. En el caso de derivaciones discretas, es decir, los emisores puntuales espaciados una cierta distancia (Se), el valor de F viene dado por la fórmula de Christiansen, cuya deducción se encuentra en los manuales de hidráulica de riego:

$$F = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6n^2}$$

➤ Pérdida de carga en una lateral porta goteros.

En los laterales porta goteros coinciden el impacto de mayor pérdida por las conexiones y la disminución progresiva del caudal. La pérdida de carga resultante se calcula según

$$H = J' \times F \times l$$

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

La pérdida de carga en un lateral, se observa en el grafico para mayor entendimiento:

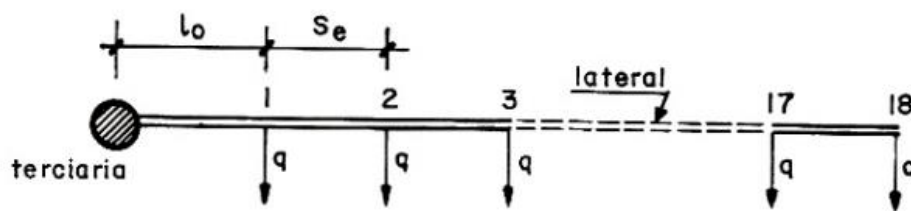


Ilustración 6. Esquema de tuberías terciarias y laterales.

2.9.7. Equipos para el cabezal de filtrado y fertirriego del nuevo diseño de sistema de riego presurizado.

- VÁLVULA VOLUMÉTRICA O DE CONTROL

Permite la medición del recurso hídrico desde una lectura visual, mediante el control de dosificación volumétrica; así mismo puede desempeñar funciones como válvula reguladores de presión, caudal, a control remoto.



Ilustración 7. Caudalímetro.

Válvula tipo: Tipo globo o tipo angular

Tamaños:	Tipo Globo	1½"	2"	3"	4"	6"	8"
	Tipo angular	2"	3"	4"	6"	8"	
	(mm)	40	50	80	100	150	200

Ilustración 8. Elección de las características de la válvula volumétrica.

2.9.8. Filtrado y tratamiento de aguas

- Causas de las obturaciones

El problema de los sistemas de riego por goteo es las obturaciones. Los pequeños diámetros de los emisores, sobre todo en el caso de goteros, y las bajas velocidades del agua facilitan las obturaciones.

Partículas Minerales	Arena Limo Arcilla Otras
Partículas Orgánicas	Algas Bacterias Restos vegetales o animales
Precipitados Químicos	Sales del agua Depósitos de Fe, S, y Mn Fertilizantes

Ilustración 9. Causas de las obturaciones.

En el nuevo sistema se utilizarán filtros de anillas, el elemento mínimo imprescindible del sistema de filtrado. Deben colocarse en el cabezal o en otra parte de la red.

Las técnicas de tratamiento de agua utilizan productos distintos según el tipo de obturación, desde ácidos para disolver los precipitados calcáreos hasta biocidas para matar los macroorganismos.

2.9.9. Filtros de anillos

El filtro de anillos este compuesto por el conjunto de anillas ranuradas que se comprimen unas contra otras al roscar la carcasa, formando un cilindro de filtrado.

En el presente estudio se utilizará un filtro con las siguientes características:

El filtro automático Rotodisk es un filtro en T poliamida reforzada con fibra de vidrio, equipada de un sistema mecánico-hidráulico particular que permite el retro lavado automático. Los filtros automáticos, apropiadamente instalado en batería con el uso de válvulas hidráulicas y de una unidad de control, permiten mantener la continuidad del ciclo de riego y reducir el desperdicio de agua y mano de obra necesario para el mantenimiento de una filtración. La amplia gama de colectores disponibles (de 3" a 8") y las distintas configuraciones posibles (de 2 a 8 filtros) permiten automatizar cualquier tipo de planta.



Ilustración 10. Filtro de anillos.

En la elección de un filtro de anillos hay que tener en cuenta sus características, que se adapten al sistema, el filtro elegido cuenta con las siguientes características que si se adaptan:

- Cuenta con 130 micrones (120 mesh).
- Cuenta con un rango de caudal de 4,3 (m³/s).

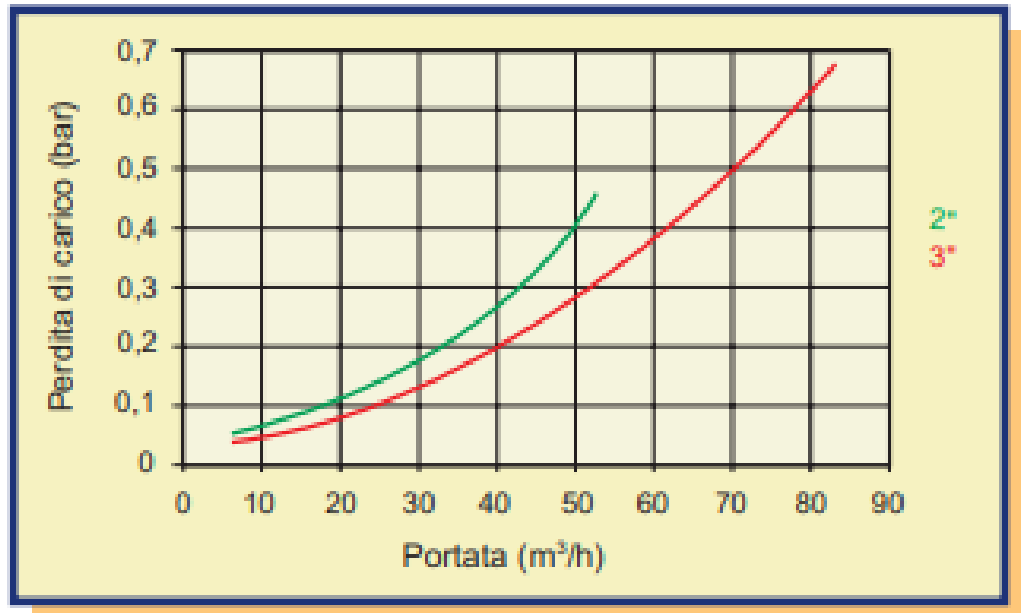


Ilustración 11. Relación caudal presión en un filtro de anillos.

Tabla 2. Caracterización de partículas en el agua de riego.

(Fuente: Keller, J. y R.D. Bléiser. 1990)

CLASIFICACIÓN	DIÁMETRO DE PARTÍCULAS	
	(mm)	(micrones)
Arena grano grueso	1,00-2,00	1.000-2.000
Arena grano grueso	0,50-1,00	500-1.000
Arena grano medio	0,25-0,50	250-500
Arena grano fino	0,10-0,25	100-250
Arena grano muy fino	0,05-0,10	50-100
Limo	0,002-0,05	2-50
Arcilla	0,002	2
Bacterias	0,0004-0,002	0,4 - 2
Virus	<0,0004	< 0,4

1.000 micrones = 1 mm.

Tamaño de orificio para diferentes mesh.

(Fuente: López, J.R. et al., 1992)

2.9.10. Unión

Se seleccionará un tipo de unión de acuerdo a la Norma ISO 7-1. En la presente tabla ayuda a la selección de la unión:

Tablas de roscas

Roscas cónicas en tubos			Roscas cilíndricas en tubos		
Rosca Whitworth en tubo ISO 7-1: EN 10226 (DIN 2999, BSPT) Rosca cónica exterior 1:16 Ángulo de flanco 55°			Standard Taper Pipe Thread NPT, ASME B 1.20.1 Rosca cónica exterior 1:16 Ángulo de flanco 60°		
Diámetro R BSPT	Ø exterior de la rosca mm	Número de hilos por pulg.	Diámetro NPT	Ø exterior de la rosca mm	Número de hilos por pulg.
1/16	7,723	28	1/16	7,938	27
1/8	9,728	28	1/8	10,287	27
1/4	13,157	19	1/4	13,716	18
3/8	16,662	19	3/8	17,145	18
1/2	20,955	14	1/2	21,336	14
3/4	26,441	14	3/4	26,670	14
1	33,249	11	1	33,401	11,5
1 1/4	41,910	11	1 1/4	42,164	11,5
1 1/2	47,803	11	1 1/2	48,260	11,5
2	59,614	11	2	60,325	11,5
2 1/2	75,184	11	2 1/2	73,025	8
3	87,884	11	3	88,900	8
4	113,030	11	3 1/2	101,600	8
			4	114,300	8

Rosca Whitworth en tubo ISO 228-1 (DIN 259, BSPP) Rosca cilíndrica exterior Ángulo de flanco 55°			Straight Pipe Thread for Fixtures NPSM, ASME B 1.20.1 Rosca cilíndrica exterior Ángulo de flanco 60°		
Diámetro G BSPP	Ø exterior de la rosca mm	Número de hilos por pulg.	Diámetro NPSM	Ø exterior de la rosca mm	Número de hilos por pulg.
1/16	7,723	28	1/16	10,083	27
1/8	9,728	28	1/8	13,360	18
1/4	13,157	19	1/4	16,815	18
3/8	16,662	19	3/8	20,904	14
1/2	20,955	14	1/2	26,264	14
3/4	26,441	14	3/4	32,842	11,5
1	33,249	11	1	41,605	11,5
1 1/4	41,910	11	1 1/4	47,676	11,5
1 1/2	47,803	11	1 1/2	59,715	11,5
2	59,614	11	2	72,161	8
2 1/2	75,184	11	2 1/2	88,062	8
3	87,884	11	3	100,787	8
3 1/2	100,330	11	3 1/2	113,436	8
4	113,030	11	4		

Ilustración 12. Selección del material de unión para el cabezal de filtrado

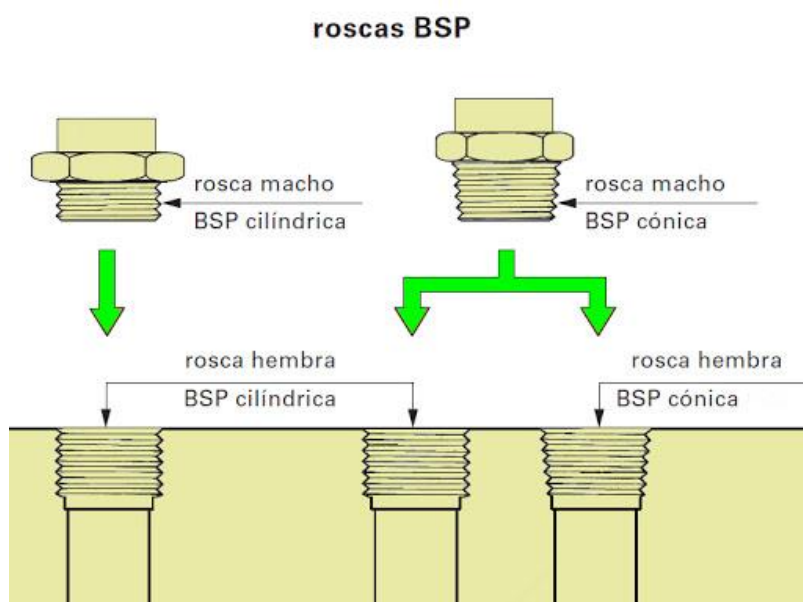


Ilustración 13. Selección del tipo de unión.

2.9.11. Válvula de activación

También es conocida como electroválvula, está diseñada para controlar el fluido a través de la tubería, la válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Se caracteriza porque tiene dos posiciones abierto y cerrado. Este tipo de válvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el fluido.



Ilustración 14. Selección de válvulas de activación.

Se selecciona la válvula según la velocidad y presión del fluido.

En el siguiente cuadro se seleccionará el material de la válvula que trabaja junto con el solenoide.

MODEL SELECTION TABLE											
MODEL	75							95	96		
	GRP							uPVC	uPVC		
CONNECTION	TH							TH	SW		
SIZE	Inch mm	3/4 20	1 25	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	3 80	3 90	4 110	6 160
STRUCTURAL VERSION	CODE										
BASIC	-			●	●	●	●	●	●	●	●
THROTTLING	T			●	●	●	●				
INTEGRAL 2-WAY ELECTRIC CONTROL (DOROT SOLENOID)	E/D2	●	●	●	●	●	●				
INTEGRAL 3-WAY ELECTRIC CONTROL (GEMSOL SOLENOID)	E/B3			●	●	●	●				
THROTTLING + 2-WAY ELECTRIC CONTROL DOROT SOL.	T-E/D2	●	●	●	●	●	●				
THROTTLING + 3-WAY ELECTRIC CONTROL GEMSOL	T-E/B3			●	●	●	●				

* Non - Integral Solenoid

ABBREVIATIONS: ● GRP = GLASS - REINFORCED POLYAMIDE ● uPVC = UNPLASTICIZED POLYVINYL CHLORIDE ● TH = THREADED ● SW = SOLVENT WELDED

* FOR NON-RETURN FEATURE, PLEASE ADD "N" - E/D2-N

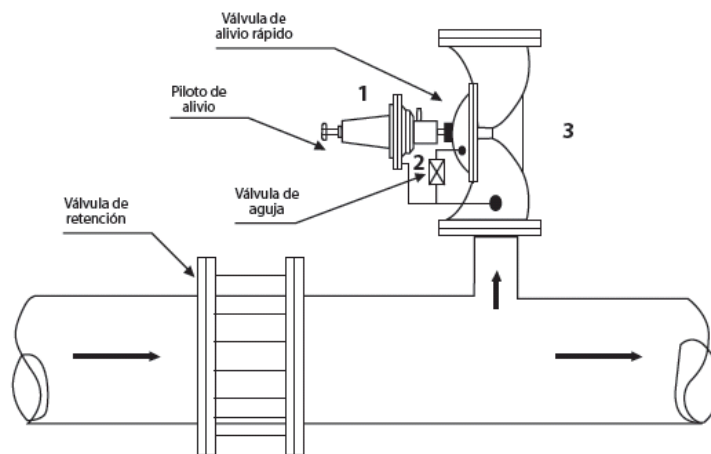
Ilustración 15. Selección del material y diámetro a utilizar en la válvula.

2.9.12. Válvula de alivio de presión

Las válvulas de alivio de presión descargan agua de la tubería cuando la presión en esta excede el valor prefijo en la válvula. La válvula se abre instantáneamente cuando la presión en la tubería sobrepasa el nivel de seguridad, aliviando la presión excesiva de la red. Cuando la presión vuelve a su normalidad, la válvula se cierra lentamente, a una velocidad ajustable.



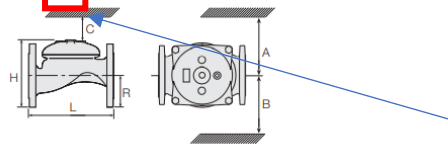
Ilustración 16. Selección de la válvula de alivio.



Technical Specifications

Dimensions and Weights

Size	N	80	100	150	200	250	300	350	400
	inch	3	4	6	8	10	12	14	16
L	mm	250	320	415	500	605	725	742	742
	inch	9.8	12.6	16.3	19.8	23.8	28.5	29.2	29.2
H	mm	210	242	345	430	460	635	655	965
	inch	8.3	9.5	13.6	16.9	18.1	25	25.8	38
C	mm	125	145	207	258	276	381	393	579
	inch	5	5.7	8.2	10.2	10.9	15	15.5	22.8
R	mm	100	112	140	170	202	242	260	300
	inch	3.9	4.4	5.5	6.7	8	9.5	10.2	11.8
A; B	mm	300	312	353	383	403	490	494	500
	inch	11.8	12.3	13.9	15.1	15.9	19.3	19.4	19.7
Weight	kg	19	28	68	125	140	290	358	377
	lb	41.9	61.7	149.9	275.6	308.6	639.3	789.2	831.1



Flow Chart

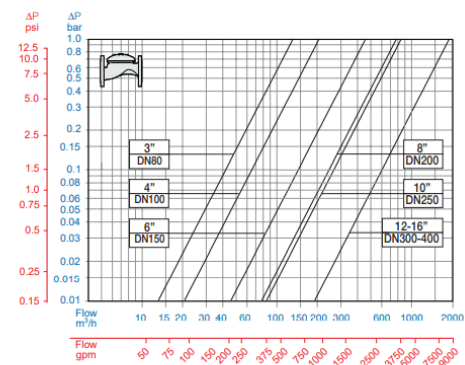


Ilustración 17. Selección de los parámetros de la válvula de alivio.

2.9.13. Dispositivo anti-retorno de flujo

Son las válvulas de retención también conocidas como válvulas antirretornos, válvulas unidflujo o válvulas check. Esta válvula check permite al fluido ir en una dirección, pero cierra automáticamente para evitar al flujo ir en dirección opuesta (contra flujo).



Ilustración 18. Selección de la válvula check.

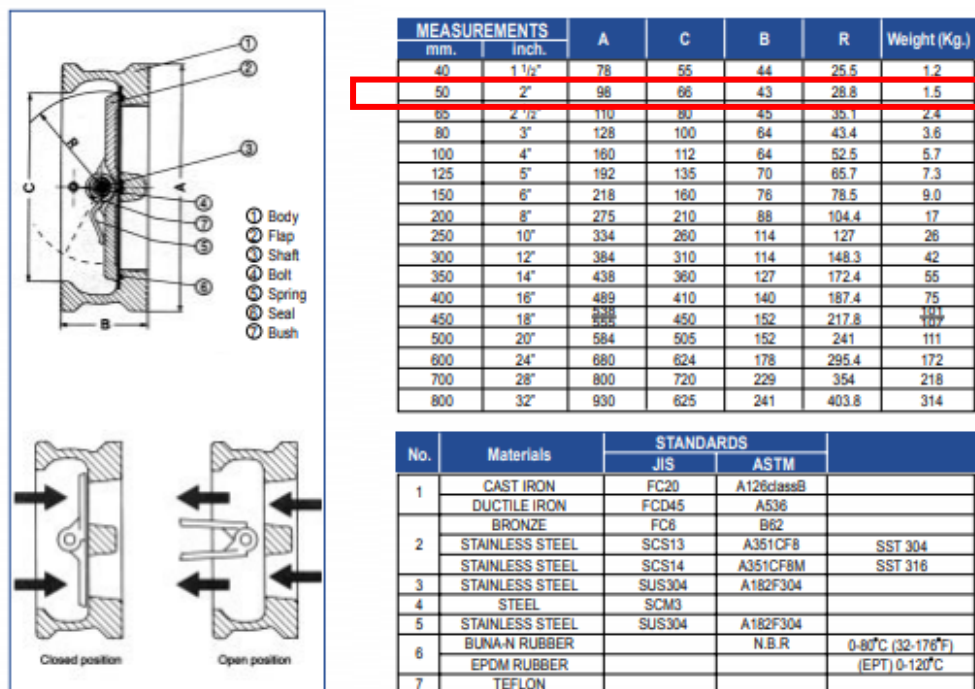


Ilustración 19. Selección del diámetro y características de la válvula check.

2.9.14. Válvula de lavado

Las válvulas de lado automáticas eliminan las suciedades en las líneas de gotero desde el inicio del ciclo de riego. Pero en este caso la válvula

de lavado va a eliminar toda la suciedad que venga con los fertilizantes que se le colocará al sistema de riego por medio del tanque fertilizador.

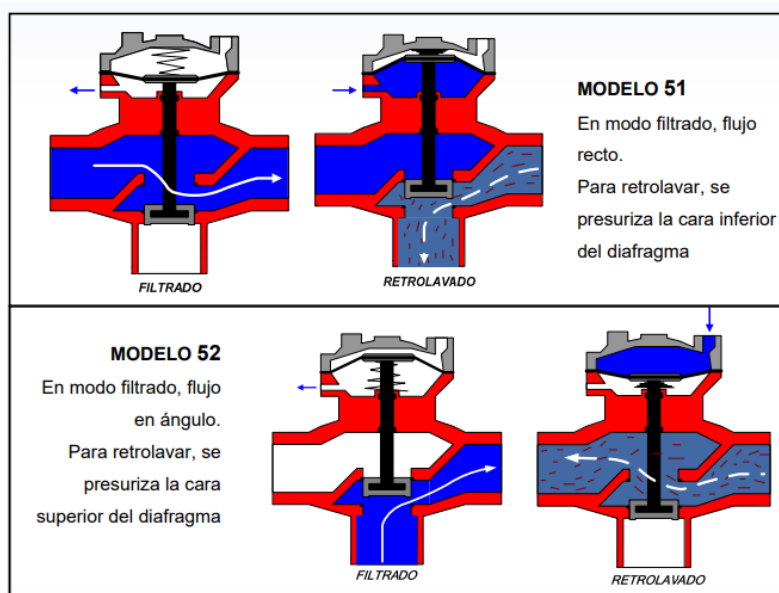


Ilustración 20. Selección de la válvula de retro lavado.

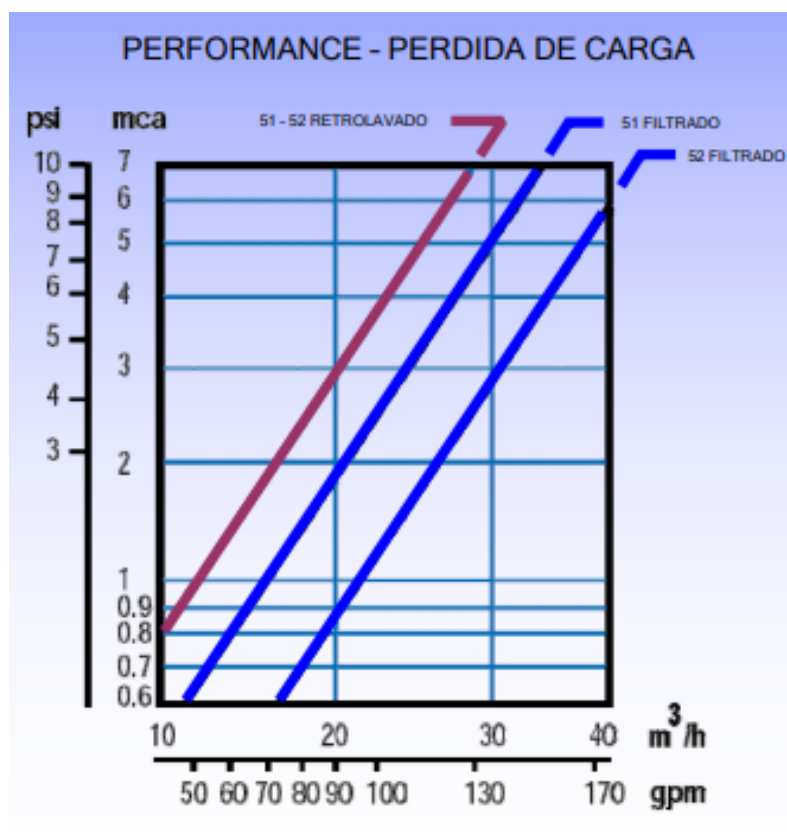


Ilustración 21. Gráfico de la válvula de retro lavado

2.9.15. Punto de medición de presión (manómetros)

Es un instrumento que permite medir la presión del flujo a través del sistema de riego, evitando excesos o descompensaciones que causen averías o malos funcionamientos.

En el sistema de fertilización es importantes conocer su presión antes y después de los inyectores y filtros; existe una diferencia de presión entre ellos superior al 10%, significa que el caudal de los inyectores no es el adecuado o que los filtros se encuentran sucios u obstruidos y sea necesario limpiarlos.



Ilustración 22. Manómetros a utilizar en los cabezales.

2.9.16. Interruptores de vacío

También son llamados vacuestatos sirven para garantizar el funcionamiento seguro de un circuito. En el caso que el sistema se desee automatizar este emite una señal de conmutación digital o analógica, asegurando así una vida útil del cabezal de fertirriego.



Ilustración 23. Interruptores de vacío.

- Deben contar con un diámetro de 2 pulgadas para que se adapta a las conexiones de los cabezales.

2.9.17. Válvula de aire

Admite y expulsa el aire en el cabezal de fertiirrigación, en el encendido y apagado del mismo. Evita el aplastamiento de las tuberías o conexiones.



Ilustración 24. Características de la válvula de aire.

- La válvula de aire debe contar con unos límites de presión de trabajo de: 2": 0,2-16 bar.

2.9.18. Válvula reguladora de presión

Esta válvula no permite que la presión ascienda más allá de lo permitido, pero sí permite el ingreso del agua. Esta válvula es importante en los cabezales de riego.



Ilustración 25. Características de una válvula reguladora de presión.

2.9.19. Tanque de inyección de fertilizante

El tanque va conectado con la red del cabezal, es un depósito herméticamente cerrado, debe resistir la presión de la red. Se fabrica mayormente de plástico reforzado o metálico, y con volúmenes entre 20 y 200 litros. Es recomendable colocarle abono líquido. Cuenta de dos entradas, en una se inyecta agua en la parte inferior del tanque, para que se mezcle con el abono, y en la otra(salida) recoge la mezcla del agua y del abono y la conduce a la red de riego.

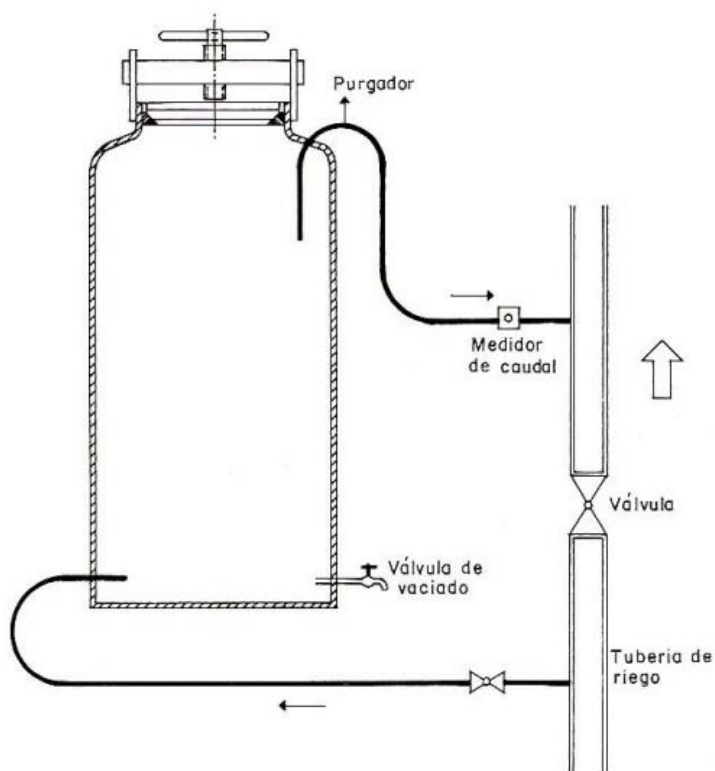


Ilustración 26. Tanque de fertilización para el funcionamiento del cabezal de fertirriego.

2.9.20. Fertiirrigación

Fertiirrigación significa la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego. La fertiirrigación es uno de los autores de la revolución tecnológica que supone esta técnica de riego, una técnica de cultivo.

➤ Agronomía de la fertiirrigación

Necesidad, ventajas e inconvenientes de la fertiirrigación.

En los efectos de los sistemas de riego por goteo es que sus raíces se concentran en un volumen de suelo más imitado que en el caso de los no localizados, lo que obliga aplicar los abonos de forma localizada y frecuente.

➤ **CONTADOR WOLTMAN**

Se elige el contador Woltman porque tienen una larga tradición en la medición de fluidos. Consisten en una carcasa en cuyo interior un molinete gira con una velocidad que es función del agua. Un tren de ejes y engranaje transmite el giro del molinete a un dial en el que se puede medir el caudal instantáneo y el totalizado. Pueden ser de hélice axial o vertical.

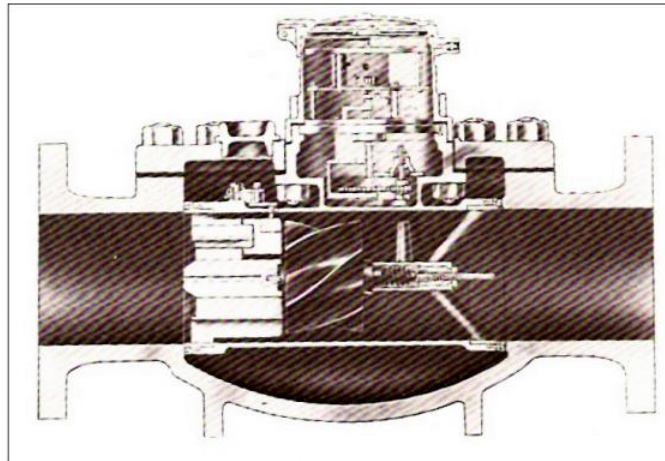


Ilustración 27. Contador tipo Woltman.

➤ **Manómetros**

Hay que tener en cuenta el error calibrado de los manómetros, tanto el de origen como el que se ocasiona con las vibraciones a las que están sometidos. Este error afecta a la presión absoluta pero no a las presiones diferenciales, que con frecuencia son los datos que interesan, como es el caso de la limpieza de filtros

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Topografía

Como resultado del levantamiento topográfico y el acompañamiento del vuelo dron, se han obtenido **los PLANOS N°01, 02,03,04,05 y 06**. En el terreno para la evaluación del diseño del esquema de riego es de 2 ha. Muestra un relieve plano propio de la zona costera del país.

3.1.2. Características del suelo

3.1.2.1. Muestreo de suelo y análisis textural

Se han obtenido puntos de muestreo a lo largo de las parcelas, y han sido analizados texturalmente en capas: 0 - 30 cm, 30- 60 cm y 60- 90 cm, los resultados se indican en un informe redactado como resultado del análisis de suelo realizado por parte de la Universidad Nacional de Piura.

ANÁLISIS DE SUELO

PROCEDENCIA: CENTRO EXPERIMENTAL TUMPIS- PEBPT-TUMBES.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Conductividad eléctrica (dS/m)	0.77
PH (Suelo/ agua; 1:2.5)	6.9
Calcáreo (CaCO ₃ %)	0
Materia Orgánica (%)	0.11
Nitrógeno Total (%)	0.01
Fósforo (ppm P)	8
Potasio (ppm K)	142

Clase Textual	Franco arcillo arenoso
% Arena	38
% Limo	32
%Arcilla	30

C.I.C. meq/ 100 gr de suelo	17.69
-----------------------------	-------

Ca ⁺⁺ meq/100 gr de suelo	13.46
Mg ⁺⁺ meq/100 gr de suelo	3.6
K ⁺ meq/100 gr de suelo	0.41
Na ⁺ meq/100 gr de suelo	0.22
Da (gr/ cm ³)	1.34

Tabla 4. Resultados de las características del suelo del CET.

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura- Facultad de Agronomía- Dpto. de Suelos.

A continuación, se describe el tipo de suelo según la “Guía práctica para muestrear los suelos e interpretar sus análisis”.

➤ DETERMINACIONES FÍSICAS:

a. TEXTURA:

La textura de un suelo es la combinación y distribución de diferentes tamaños de las partículas elementales que lo forman.

Con arreglo al tamaño y con la ayuda del triángulo de textura se determina exactamente el tipo de suelo.

De forma general y considerando solo en el contenido de arcilla del suelo, se puede clasificar en:

Suelo arenoso: arcilla inferior al 10%.

Suelo franco: arcilla entre 10- 30%

Suelo arcilloso: arcilla superior al 30%

La textura influye decisivamente en el comportamiento del suelo respecto a su capacidad de retención de agua y nutrientes, su permeabilidad (encharcamiento, riesgo de lixiviación de agua y nitrógeno, etc.) y su capacidad para descomponer la materia orgánica.

Los suelos arenosos, sueltos, tienen pocos poros y grandes, están bien aireados, son impermeables y pueden almacenar poca agua y nutrientes. Los suelos arcillosos, fuertes, con muchos más poros, pero más pequeños, son más compactos, menos permeables y pueden retener una mayor cantidad de agua y elementos químicos.

Su fertilidad es, por tanto, más elevada.

La evaluación textural de la muestra de suelo proporcionada, ha arrojado los siguientes resultados:

% Arena: 38

% Limo: 32

% Arcilla: 30

El uso del triángulo textural, para la interpretación de estos resultados, permite clasificar el suelo como un suelo FRANCO ARCILLO ARENOSO.

DETERMINACIONES FÍSICAS QUÍMICAS:

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE DS/CM):

La conductividad eléctrica (CE) sirve para controlar la concentración total de sales en una solución, pero no indica que sales están presentes. La CE se expresa en dS/m (anteriormente denominada mmhos/cm).

Para este análisis se ha procedido a evaluar la CE del extracto del suelo saturado, obteniendo como resultado una CE de 0.77 dS/m .

Este resultado, indica que la muestra de suelo evaluado, clasifica al suelo en estudio como un suelo NO SALINO, según y como se puede apreciar en la siguiente table:

CE Ds/m	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
<2	NO SALINO
2-4 4-8	LIGERAMENTE SALINO SALINO
8-16 >16	MUY SALINO EXTREMADAMENTE SALINO

Tabla 5. Clasificación de la conductividad eléctrica del suelo.

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (Ph):

Mide el grado de acidez de un suelo, es decir, la concentración de hidrogeniones (H⁺) que se encuentran en el suelo. En la escala de valor máximo 14, el valor de un suelo neutro es 7, siendo ácidos todos aquellos valores inferiores a 7, y básicos todos aquellos que tienen valores superiores a éste.

PH	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
<5.5	MUY ÁCIDO
5.5- 6.5	ÁCIDO
6.5- 7.5	NEUTRO
7.5- 8.5	BÁSICO
8.5 <	MUY BÁSICO

Tabla 6. Clasificación del PH del suelo.

La muestra evaluada tiene un PH de 6.90, lo que clasifica al suelo en estudio, como un suelo NEUTRO. Según y cómo se puede apreciar en la siguiente tabla:

a. CARBONATO CÁLCICO TOTAL (CaCO₃):

El carbonato cálcico (CaCO₃) se mide normalmente por el método llamado del calcímetro de Bernard y su resultado se da en porcentaje en peso de caliza en el suelo.

La muestra evaluada tiene una concentración de Carbonato Cálcico Total de 0.00%, lo cual clasifica el suelo como un suelo, **MUY POCO CALIZO**. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

VALORES DE CaCO ₃ TOTAL	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
< 5%	MUY POCO CALIZO
5-10%	POCO CALIZO
10-25%	MEDIADAMENTE CALIZO
25-45%	NOTABLEMENTE CALIZO
45% <	FUERTEMENTE CALIZO

Tabla 7. Clasificación del carbonato de calcio el suelo.

b. MATERIA ORGÁNICA (MO):

La materia orgánica (M.O.) se expresa en porcentaje. Se refiere a la cantidad de estos orgánicos que se encuentran alterados y que por lo tanto puedan dar lugar a aumentar el contenido en nutrientes del suelo.

La muestra evaluada tiene una concentración de Materia Orgánica de 0.11%, lo que clasifica al suelo en estudio como un suelo con un nivel **MUY BAJO** de Materia Orgánica. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

% MATERIA ORGÁNICA	NIVEL
<1.0 %	MUY BAJO
1- 2 %	BAJO
2-3%	NORMAL
3-4%	ALTO
4%<	MUY ALTO

Tabla 8. Clasificación de la materia orgánica del suelo.

c. NITRÓGENO TOTAL:

La muestra evaluada, demuestra que el suelo en estudio tiene una concentración de **NITROGENO TOTAL de 0.01%**, lo que clasifica a este suelo como un suelo con un nivel **MUY BAJO** de nitrógeno total. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

VALOR DE NITRÓGENO TOTAL	NIVEL
<0.05 %	MUY BAJO
0.05-0.10 %	BAJO
0.10-0.20%	NORMAL
0.20- 0.30%	ALTO
0.30%<	MUY ALTO

Tabla 9. Clasificación del nitrógeno total del suelo.

d. RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO (C/N):

Para el caso del suelo en evaluación se ha podido determinar que dicho suelo tiene una **RELACIÓN C/N de 6.11**, lo que clasifica en un nivel BAJO de RELACIÓN C/N y una ALTA liberación de nitrógeno. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

RELACIÓN C/N	NIVEL	LIBERACIÓN DE N
--------------	-------	-----------------

<6	MUY BAJO	EXCESIVA
6-10	BAJO	ALTA
10-12	NORMAL	NORMAL
12-15	ALTO	ESCASA
15<	MUY ALTO	MUY ESCASA

Tabla 10. Clasificación de la relación carbono nitrógeno.

e. FÓSFORO ASIMILABLE:

La muestra evaluada demuestra que el contenido de fósforo del suelo en estudio es de 8 ppm, lo que clasifica a este suelo como un suelo con un nivel BAJO de fósforo admisible. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

VALOR FÓSFORICO ASIMILABLE	NIVEL
0-6 ppm	MUY BAJO
6-12 ppm	BAJO
12-18 ppm	NORMAL
18-30 ppm	ALTO
30 ppm<	MUY ALTO

Tabla 11. Clasificación del fósforo asimilable del suelo.

f. ANALISIS DE EXTRACTO ACUOSO DEL SUELO:

Para efectos de esta evaluación se procederá a determinar los siguientes elementos: Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ y Na⁺.

Calcio (Ca⁺⁺) meq/100 gr de suelo:

Según la siguiente tabla interpretativa:

Ca⁺⁺ meq/100 gr	NIVEL
0-3.5	MUY BAJO
3.5-10	BAJO
10-14	NORMAL
14-20	ALTO
20 <	MUY ALTO

Tabla 12. Clasificación del extracto acuoso del suelo.

La muestra evaluada demuestra que el suelo en estudio tiene una concentración de calcio de 13.46 meq/100 gr de suelo, por lo tanto es un suelo con un nivel NORMAL de calcio.

Magnesio (Mg^{++}) meq/100 gr de suelo:

Según la siguiente tabla interpreta:

Mg ++ meq/100 gr	NIVEL
0.0-0.6	MUY BAJO
0.6- 1.5	BAJO
1.5-2.5	NORMAL
2.5-4.0	ALTO
4.0<	MUY ALTO

Tabla 13. Clasificación del magnesio del suelo.

La muestra evaluada demuestra que el suelo en estudio tiene una concentración de Magnesio de 3.60 meq/100 gr de suelo, por lo tanto, es un suelo con un nivel ALTO de Magnesio.

Potasio (K^{+}) meq/100 gr de suelo:

Según la siguiente tabla interpretativa:

K+ meq/100 gr	NIVEL
0.00-0.3	MUY BAJO
0.3-0.6	BAJO
0.6-0.9	NORMAL
0.9-1.5	ALTO
1.5-2.4	MUY ALTO

Tabla 14. Clasificación del potasio del suelo.

La muestra evaluada demuestra que el suelo en estudio tiene una concentración de potasio de 0.41 meq/100 gr de suelo, por lo tanto, es un suelo con un nivel BAJO de potasio.

Sodio (Na^{+}) meq/100 gr de suelo:

Según la siguiente tabla interpretativa:

K+ meq/100 gr	NIVEL
0.0-0.3	MUY BAJO
0.3-0.6	BAJO
0.6-1	NORMAL
1-1.5	ALTO
1.5<	MUY ALTO

La muestra evaluada demuestra que el suelo en estudio tiene una concentración de sodio de 0.22 meq/100 gr de suelo, por lo tanto es un suelo con un nivel MUY BAJO de Sodio.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO (C.I.C meq/100 gr de suelo):

La muestra evaluada demuestra que 100 gr del suelo en estudio tienen una C.I.C. de 17.69, por lo tanto, es un suelo con un C.I.C de nivel MEDIO. Según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

C.I.C. meq/100 gr	NIVEL
< 6	MUY BAJO
6-12	BAJO
12-25	NORMAL
25-40	ALTO
40<	MUY ALTO

Tabla 15. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

Se resume que:

El suelo de textura FRANCA ARCILLO ARENOSA, con un porcentaje de porosidad importante que le permite tener características adecuadas para el riego.

Suelo neutro, no salino y muy poco calizo. Con un contenido de materia orgánica muy bajo. Pobre en nitrógeno y una alta capacidad de liberación del mismo, contenido de fosforo y potasio bajo.

Posee una C.I.C medio por lo que la disponibilidad de los principales elementos del suelo es normal.

Se debe tener en cuenta la siguiente recomendación:

Se recomienda la incorporación inmediata de materia orgánica, así como un manejo adecuado del agua del riego.

En caso de contar con cultivos establecidos, se debe realizar fertilizaciones que consideren la reposición de la riqueza del suelo de manera fraccionada.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

3.1.3.1. Muestreo de agua de riego del reservorio

Se extrajo un litro de agua del reservorio que abastece a todos los cultivos sembrados dentro del área del Centro Experimental Tumpis (CET), para poder llevarla al laboratorio de la Universidad Nacional de Tumbes y para poder saber su grado de salinidad mediante la conductividad eléctrica y a la vez calcular el potencia de nitrógeno (Ph).

ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Conductividad eléctrica (Ds/cm)	0.345
Ph	7

Tabla 16. Conductividad eléctrica del agua de riego.

Conductividad Eléctrica (CE): Este resultado, indica que la muestra de agua de riego evaluado, clasifica al suelo de un agua NO SALINA, según y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

CE Ds/m	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
<2	NO SALINO
2-4 4-8	LIGERAMENTE SALINO SALINO
8-16 >16	MUY SALINO EXTREMADAMENTE SALINO

Tabla 17. Clasificación de la conductividad eléctrica del agua de riego.

Potencial de Hidrogeno (PH): La muestra evaluada tiene un PH de 7, lo que clasifica al agua de riego en estudio, como un suelo NEUTRO. Según y cómo se puede apreciar en la siguiente tabla:

Ph	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
<5.5	MUY ÁCIDO
5.5- 6.5	ÁCIDO
6.5- 7.5	NEUTRO
7.5- 8.5	BÁSICO
8.5 <	MUY BÁSICO

Tabla 18. Clasificación del potencial de hidrogeno del agua de riego.

3.1.4. DISEÑO AGRÓNOMICO

PARÁMETROS DE RIEGO EXISTENTE

Cultivo Palto		
Evapotranspiración potencial (Eto)	2.40	mm/día
Coeficiente del cultivo (Kc)	0.83	
Evapotranspiración del cultivo	1.99	mm/día
Efecto de localización (Kl)	0.54	mm/día
Correcciones por condiciones locales		
Variación climática (Kr)	1.20	mm/día
Variación por advección (Ka)	1.08	mm/día
Necesidades netas (Nn)	1.08	mm/día

Necesidades totales de riego (Nt)		
Necesidades netas	1.08	mm/día
Coeficiente de uniformidad	60	%
Necesidades de lavado	0	
Necesidades totales de riego (Nt)	1.80	mm/día

Necesidades diarias por planta		
Necesidades por planta	36.0 0	L/Planta -día

Caudal ficticio continuo		
Caudal ficticio continuo	0.21	L/s*ha

Efecto de localización (Kl)			
diámetro de copa	2		
Marco de plantación	20	4	5
Área sombreada (A)	0.1 6		
Kl	0.2 1	0.2 7	
Kl	0.2 6		
Kl	0.5 8		
Kl	0.2 8		

Variaciones climáticas (Kr)		
Coeficiente comprendido	1.1 5	1.2

Variación por advección (Ka)	
En función de sus áreas	0.9

Numero de emisores por m2		
Porcentaje mínimo de superficie mojada	33	%
Marco de plantación (m2)	20	m2
Área mojada por el emisor	1.70	m2
Numero de emisores por m2	3.88	emisor/planta
	Redondeando	4.00

Textura del suelo	Diámetro
Caudal del gotero (L/H)	4
Textura media (D)	1.4
Radio	0.7

Frecuencia de riego		
Frecuencia de riego	3	día

Numero de emisores por m2		
# de emisores/m2	4.00	

Tiempo de riego por turnos		
Tiempo de riego (minutos)	20.25	min
	Horas	1.00

Numero de turnos de riego		
Jornada efectiva de riego (JER)	8.00	
Turnos de riego	4.00	

Separación entre 2 goteros (SE)		
Radio del bulbo húmedo	0.7	m
Porcentaje de solapamiento	15	%
Separación entre emisores	1.30	m

0.15

DISEÑO AGRONOMICO PROPUESTO

Cultivo Palto		
Evapotranspiración potencial (Eto)	2.40	mm/día
Coeficiente del cultivo (Kc)	0.83	
Evapotranspiración del cultivo	1.99	mm/día
Efecto de localización (KI)	0.54	mm/día
Correcciones por condiciones locales		
Variación climática (Kr)	1.20	mm/día
Variación por advección (Ka)	1.08	mm/día
Necesidades netas (Nn)	2.58	mm/día
Necesidades totales de riego (Nt)		
Necesidades netas	2.58	mm/día
Coeficiente de uniformidad	90	%
Necesidades de lavado	0	
Necesidades totales de riego (Nt)	2.87	mm/día
Necesidades diarias por planta		
Necesidades por planta	57.37	L/Planta-día
Caudal ficticio continuo		
Caudal ficticio continuo	0.33	L/s*ha
Numero de emisores por m2		

Efecto de localización (KI)			
diámetro de copa		2	
Marco de plantación		20	4
Área sombreada (A)		0.16	
KI	0.21	0.27	
KI	0.26		
KI	0.58		
KI	0.28		

Variaciones climáticas (Kr)		
Coeficiente comprendido	1.15	1.2

Variación por advección (Ka)	
En función de sus áreas	0.9

5736.96

Porcentaje mínimo de superficie mojada	33	%
Marco de plantación (m2)	20	m2
Área mojada por el emisor	1.30	m2
Numero de emisores por m2	5.08	emisor/planta
Redondeando	6.00	

Frecuencia de riego		
Frecuencia de riego	1	día

Numero de emisores por m2	
# de emisores/m2	0.30

Tiempo de riego por turnos		
Tiempo de riego (minutos)	286.85	min
Horas	4.78	

Numero de turnos de riego	
Jornada efectiva de riego (JER)	8.00
Turnos de riego	1.60

Separación entre 2 goteros (SE)		
Radio del bulbo húmedo	0.46	m
Porcentaje de solapamiento	15	%
Separación entre emisores	0.85	m

Textura del suelo	Diámetro
Caudal del gotero (L/H)	2
Textura media (D)	0.92
Radio	0.46

(salió 3 pero aplicando el 40% resulta que se debe regar cada 1 día)

Frecuencia de riego= volumen de agua en el suelo/evapotranspiración del cultivo

A la frecuencia de riego se le aplica un factor de corrección del 40% que esta en función al resultado de esta, el motivo es para no llegar al punto de marchitez permanente.

0.15

3.1.5. DISEÑO HIDRÁULICO

PARÁMETROS HIDRÁULICOS EVALUADOS

L		80	
D		16	(16; 19 mm)
1 A. PERDIDA DE CARGA EN LATERAL 16 mm			
L			
Caudal gotero nominal	qa	4	l/hr
Espacio entre goteros	se	1.50	
Longitud Lateral	L	80	m
N° de salidas	n	53.333333	
Caudal Lateral (Lts/seg)	Q	0.0593	(L/se)
Factor rozamiento PVC	C	150	
Diámetro interno	D	16	mm
Pérdida de carga tubería J(m/100m) (L/100)	J	0.80 0.8	
Factor Christiansen: $(n= 350) > 35 =$	Fn	0.365	
Long equivalente x inserción gotero (se+fe)/se	fe	1.03	0.050
Pérdida en Lateral	Hf	0.24	

L		52	
D		52	(52; 59,8; 75 mm) 90
1 B. PERDIDA DE CARGA EN EL PORTALATERAL (52mm)			
Caudal Lateral	q	0.059	l/s
Distanciamiento entre laterales	dl	4	m
Longitud Porta Lateral	L	52	m
N° Orificios en Porta Lateral	N	13	Unid
Caudal Portalateral	Q	0.77	l/s: $Q=q*N$
Factor rozamiento PVC	C	150	
Diámetro interno	D	52.00	mm
J(m/100m) (L/100)	J	0.30 0.52	m
Factor Christiansen: 40 salidas	Fn	0.365	
Pérdida en Porta lateral	Hf	0.06	

Pérdidas de carga en línea de conducción y red de tuberías matrices

Sector	Tramo	Caudal		Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Factor de Rugosidad (C)	Longitud (m)	Velocidad (m/seg)	Pérdida de Carga en Tubería Matriz			Desnivel Topográfico			Pérdida Total - Densivel (m)	Presión en valvula (m)
		(l/s)	(m3/hr)						Pérdida por Fricción (m)	Pérdida en Accesorios (m)	Pérdida Total (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Desnivel (m)		
Tubería principal	CAB-1	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	15.26	0.15	0.00	0.00	0.00	13.00	13.79	-0.79		39.20
	1-2	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	69.25	0.15	0.02	0.00	0.02	13.79	17.05	-3.26		
	2-3	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	6.85	0.15	0.00	0.00	0.00	17.05	16.81	0.24		
									0.03	0.00133	0.03			-3.81	3.84	35.36
Tubería Secundaria	3-4	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	85.49	0.15	0.02	0.00	0.03	16.81	14.28	2.53		36.00
	4-5	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	167.89	0.15	0.05	0.00	0.05	14.28	16.35	-2.07		
									0.07	0.00	0.08			0.46	-0.38	36.38

ΔH PERMISIBLE PARA 90 % DE UNIFORMIDAD			
Coeficiente de Uniformidad	CU	0.60	
Coeficiente de variabilidad	CV	0.05	Catálogo
N.º emisores por planta	e	4	
CU Constructivo: Cuc	CUc	0.97	$(1 - (1.27 * CV / e^{0.5}))$
CU Hidráulico:	CUh	0.62	CU/Cuc
Caudal Nominal Gotero - Catalogo	qa	4	Lt/hr
Emisor de menor caudal: Lt/hr	qns	2.48	qa*CUh
Presión Nominal de Gotero	H(qa)	3	Catálogo
Ecuación del gotero (Fabricante)	$q = 0,4124 * H^{0,5197}$		$H = (q / K)^{(1/x)}$
Coeficiente de descarga	K	2.4	
Exponente de descarga	x	0.04	
Presión media emisores	H(qns)	2.25	$(4/2.48)^{(1/0,59)}$
ΔH permisible:	ΔH	1.88	$2,5 * ((Hqa) - (Hqns))$

CÁLCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL

ΔH Permisible	ΔH	>	1.88
----------------------	-----------	-------------	-------------

Pérdida de carga en el lateral	hf	0.24
Pérdida de carga en la porta lateral	Hf	0.06
Pérdida de carga en la tubería secundaria	hf	0.08
Pérdida de carga en la tubería principal	Hf	0.03

Pérdida Subunidad	<	0.41
--------------------------	-------------	-------------

Presión del gotero nominal (fabricante)	ha	3
Presión a la entrada del lateral = $ha + (\text{pérd lateral} \times 0,73) + \text{desnivel } 0 = 10 + (1,43 \times 0,733) + 0$	hm	2.53

Presión a la entrada del Porta lateral = $(\text{pérd lateral} \times 0,73) - \text{Desniv } 1,13 = (1,43 \times 0,733) - 1,33$	hm -2.26	1.17 -1.13
---	-------------	----------------------

ADT = Hm SUB UNIDAD RIEGO	4.11
----------------------------------	-------------

Presión nominal del gotero (fabricante)	ha	
Pérdida en la Sub Unidad 0,733 x	0.30	4.11
Desnivel en el portal lateral D = - 2,26	D/2	0.65
Desnivel en el lateral	d/2	1
Pérdida en arco de riego	Hf(arco)	1.5
Pérdida por conducción	Hf(cond)	3

Pérdida cabezal	Hf(cabe)	5
Hm SUB UNIDAD + Hf ARCO + Hf CONDUCCIÓN + Ca_be_zal	ADT	15.26

El cálculo de la potencia de la bomba y motor, no se aplica específicamente en el área de estudio ya que todo el Centro Experimental Tumpis, trabaja con un motor de 50 hp.

DISEÑO HIDRÁULICO PROPUESTO

1 A. PERDIDA DE CARGA EN LATERAL 16 mm

		L	
Caudal gotero nominal	qa	2	l/hr
Espacio entre goteros	se	0.80	
Longitud Lateral	L	80	m
N° de salidas	n	100	
Caudal Lateral (Lts/seg)	Q	0.0556	(L/se)
Factor rozamiento PVC	C	150	
Diámetro interno	D	16	mm
Pérdida de carga tubería J(m/100m) (L/100)	J	0.71	
		0.8	
Factor Christiansen: (n= 350) >35 =	Fn	0.365	
Long equivalente x inserción gotero (se+fe)/se	fe	1.06	0.050
Pérdida en Lateral	Hf	0.22	

1 B. PERDIDA DE CARGA EN EL PORTALATERAL (63 mm)

Caudal Lateral	q	0.056	l/s
Distanciamiento entre laterales	dl	4	m
Longitud Porta Lateral	L	55	m
N° Orificios en Porta Lateral	N	13.75	Unid
Caudal Portalateral	Q	0.76	l/s: Q=q*N
Factor rozamiento PVC	C	150	
Diámetro interno	D	63.00	mm
J(m/100m) (L/100)	J	0.12	
		0.55	m
Factor Christiansen: 40 salidas	Fn	0.365	
Pérdida en Porta lateral	Hf	0.02	

Pérdidas de carga en línea de conducción y red de tuberías matrices

Sector	Tramo	Caudal		Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Factor de Rugosidad (C)	Longitud (m)	Velocidad (m/seg)	Pérdida de Carga en Tubería Matriz			Desnivel Topográfico			Pérdida Total - Densivel (m)	Presion en valvula (m)
		(l/s)	(m3/hr)						Pérdida por Fricción (m)	Pérdida en Accesorios (m)	Pérdida Total (m)	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Desnivel (m)		
Tubería principal	CAB-1	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	15.26	0.15	0.00	0.00	0.00	13.00	13.79	-0.79		39.20
	1-2	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	69.25	0.15	0.02	0.00	0.02	13.79	17.05	-3.26		
	2-3	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	6.85	0.15	0.00	0.00	0.00	17.05	16.81	0.24		
									0.03	0.00133	0.03			-3.81	3.84	35.36
Tubería Secundaria	3-4	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	85.49	0.15	0.02	0.00	0.03	16.81	14.28	2.53		36.00
	4-5	1.19	4.28	110-C10	99.40	150.00	167.89	0.15	0.05	0.00	0.05	14.28	16.35	-2.07		
									0.07	0.00	0.08			0.46	-0.38	36.38

CÁLCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL

ΔH Permissible	ΔH	>	9.64
-----------------------	-----------	-------------	-------------

Pérdida de carga en el lateral	hf	0.22
Pérdida de carga en el portallateral	Hf	0.02
Pérdida de carga en la tubería secundaria	hf	0.08
Pérdida de carga en la tubería principal	Hf	0.03

Pérdida Subunidad	<	0.35
--------------------------	-------------	-------------

Presión del gotero nominal (fabricante)	ha	5
Presión a la entrada del lateral	hm	4.51
= ha+(pérd lateral x 0,73)+desniv 0 = 10+(1,43 * 0,733)+0		

Presión a la entrada del Porta lateral	hm	1.14
= (pérd lateral x 0,73)-Desniv 1,13 = (1,43 * 0,733)-1,33		
-2.26	-1.13	

ADT = Hm SUB UNIDAD RIEGO	6.01
----------------------------------	-------------

Presión nominal del gotero (fabricante)	ha	
Pérdida en la Sub Unidad	0,733 x	0.24
Desnivel en el portal lateral	D = - 2,26	D/2
Desnivel en el lateral	d/2	1
Pérdida en arco de riego	Hf(arco)	1.5
Pérdida por conducción	Hf(cond)	3
Pérdida cabezal	Hf(cabe)	5
Hm SUB UNIDAD + Hf ARCO + Hf CONDUCCIÓN + Hf CABEZAL	ADT	17.16

ΔH PERMISIBLE PARA 90 % DE UNIFORMIDAD			
Coefficiente de Uniformidad	CU	0.90	Catálogo
Coefficiente de variabilidad	CV	0.05	
Nº emisores por planta	e	6	(1-(1.27*CV/e^0.5))
CU Constructivo : Cuc	CUC	0.97	
CU Hidráulico:	CUh	0.92	CU/Cuc
Caudal Nominal Gotero - Catalogo	qa	2	Lt/hr
Emisor de menor caudal: Lt/hr	qns	1.85	qa*CUh
Presión Nominal de Gotero	H(qa)	5	Catálogo
Ecuación del gotero (Fabricante)	q=0,4124*H^0,5197		H=(q /K)^(1/x)
Coefficiente de desgarga	K	2.4	(2/1.85)^(1/0,59)
Exponente de descarga	x	0.04	
Presión media emisores	H(qns)	1.14	
ΔH permisible:	ΔH	9.64	2,5*((Hqa)-(Hqns))

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	RESULTADOS
Caudal	(l/s)	5.00
	(m3/h)	18.00
ADT	(mca)	17.16
Potencia de la bomba	(HP)	1.53
	(kw)	1.14
Eficiencia del Motor**	(HP)	1.86
	(kw)	1.39

3.1.6. CABEZALES DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO QUE ACTUALMENTE EXISTE PARA EL CULTIVO –PALTO:

- Cabezal de control de riego para fertilizantes:

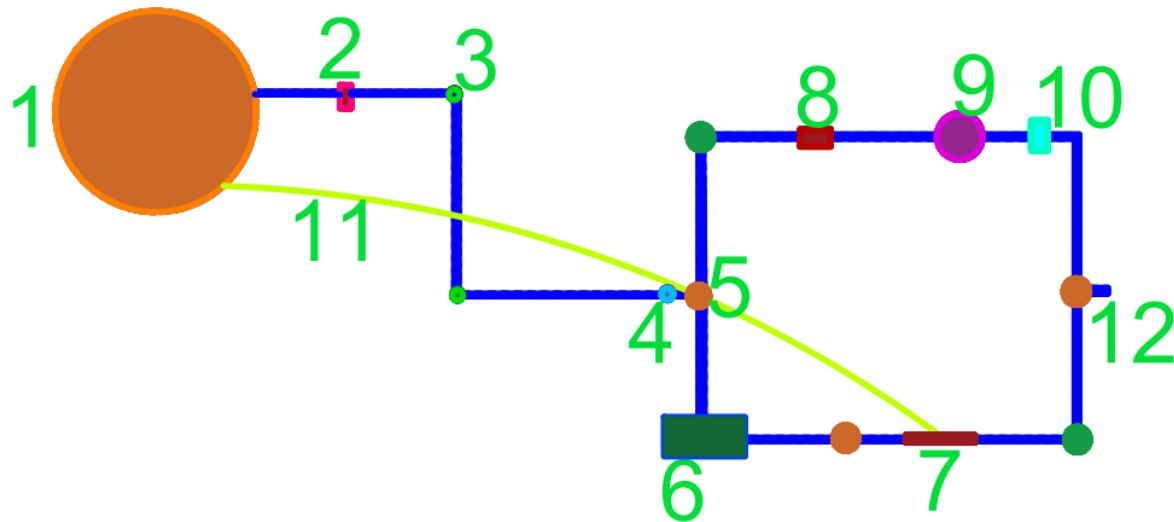


Ilustración 28. Esquema del cabezal de riego fertiliriego.

1. Tanque de inyección de fertilizantes

2. Filtro de agua

3. Codo de 90°

4. Unión

5. Llave de bola

6. Motor 1 hp

7. Inyector Venturi

8. Llave de paso

9. Válvula volumétrica

10. Purgador de aire

11. Manguera para inyectar fertilizantes

12. Tubería de salida para fertilizar

- Cabezal de control de riego para filtrado:

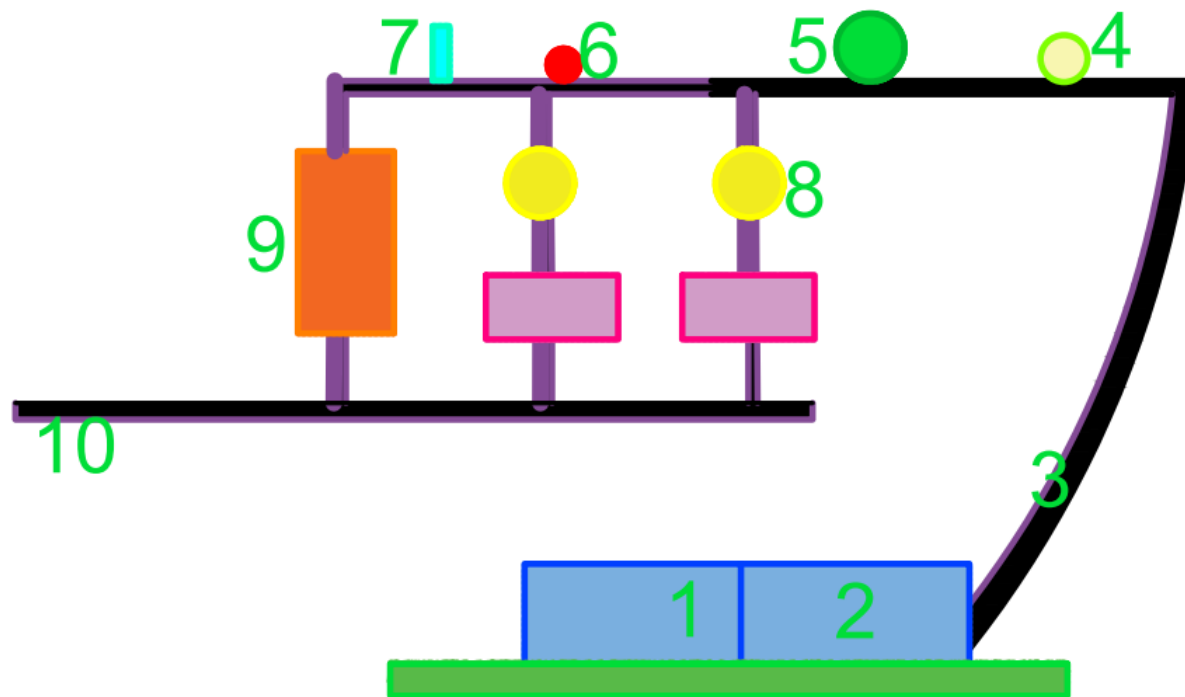


Ilustración 29. Esquema del cabezal de riego de filtrado.

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Motor 50 hp | 7. Purgador de aire |
| 2. Bomba | 8. Filtros |
| 3. Tubería de 4" | 9. Filtro con auto lavado incluido |
| 4. Llave de arranque de motor | 10. Salida del cabezal de control de riego |
| 5. Válvula de alivio | |
| 6. Manómetro | |

PROPUESTA DE CABEZALES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO – PALTO:

- Cabezal de control de riego para fertilizant

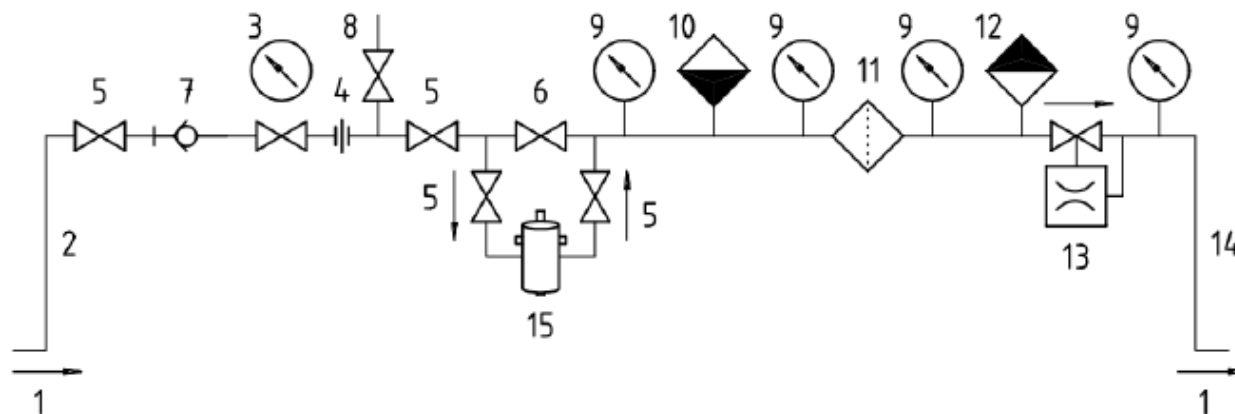


Ilustración 30. Esquema del cabezal de riego de fertiriego propuesto.

1. Línea principal	9. Punto de medición de presión
2. Entrada del cabezal de control de riego	10. Interruptor de vacío
3. Válvula volumétrica o medidor de agua	11. Filtro
4. Unión	12. Válvula de aire
5. Válvula de activación	13. Regulador de presión
6. Válvula de alivio de presión	14. Salida del cabezal de control de riego
7. Dispositivo anti-retorno de flujo	
8. Válvula de lavado	15. Tanque de inyección de fertilizantes (o bomba de inyección química impulsada por agua).

➤ Cabezal de control de riego para filtrado:

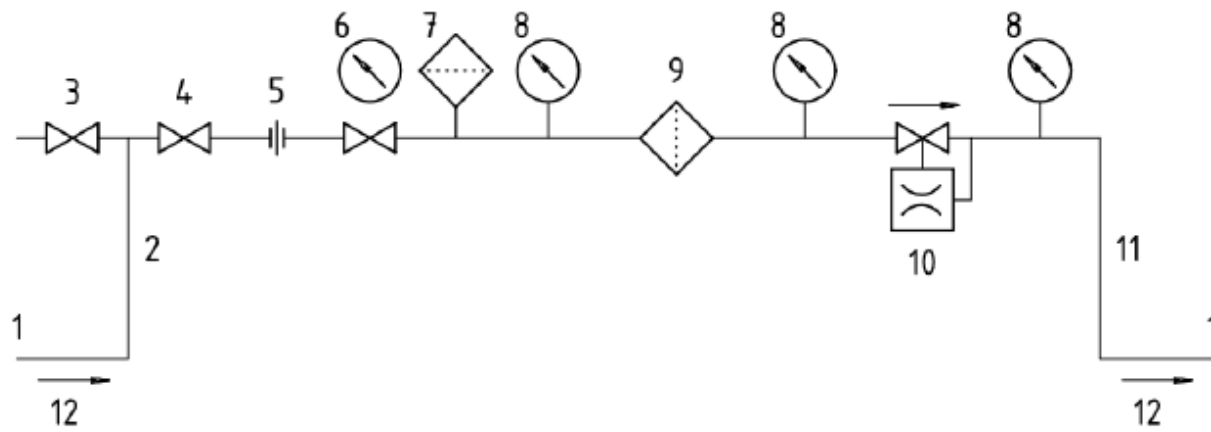


Ilustración 31. Esquema del cabezal de riego de filtrado propuesto.

- | | |
|--|--|
| 1. Línea principal | 7. Válvula de aire |
| 2. Entrada del cabezal de control de riego | 8. Punto de medición de presión |
| 3. Válvula de lavado | 9. Filtro |
| 4. Válvula de activación | 10. Regulador de presión |
| 5. Unión | 11. Salida del cabezal de control de riego |
| 6. Válvula volumétrica o medidor de agua riego | 12. Dirección del flujo |

3.1.7. ANÁLISIS DE LA OFERTA HÍDRICA

Es necesario el cálculo de la oferta hídrica del cultivo de palto para determinar posteriormente su viabilidad si es que en algún momento se quiere hacer proyecto, y por ende; para que en un futuro la entidad se motive hacerlo realidad, ya que es uno de los propósitos del presente trabajo de investigación.

El cálculo de la oferta hídrica es el siguiente:

OFERTA HÍDRICA

Area del Proyecto	2.00	ha.
Caudal asignado en parcela	8.00	lps
Tiempo de riego por dotacion	8.00	horas/ha.
Frecuencia de cada Dotacion	1	dias

DESCRIPCION	UNID	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caudal asignado por la OUA	l/seg	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
	m³/hr	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80
Tiempo de riego por dotacion	horas/ha	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Area de riego	ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tiempo de Riego Total por Dotación (c x d)	hr	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
N° de días al mes	dias	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Frecuencia de cada Dotacion de Riego Parcelario	dias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Numero de Riego al mes (f/g)	N°	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Area de riego	ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Volumen Ofertado para el proyecto (b x e x h) (i / d) (i / f)	m³	14,285	12,902	14,285	13,824	14,285	13,824	14,285	14,285	13,824	14,285	13,824	14,285
	m³/ha/mes	7,142	6,451	7,142	6,912	7,142	6,912	7,142	7,142	6,912	7,142	6,912	7,142
	m³/ha/dia	230.40	56.00	62.00	60.00	62.00	60.00	62.00	62.00	60.00	62.00	60.00	62.00

3.1.8. ANÁLISIS DE LA DEMANDA HÍDRICA

Una vez determinada la oferta hídrica, de acuerdo a los datos de la necesidad hídrica del cultivo se calcula la demanda hídrica:

CÁLCULO DE LA DEMANDA HÍDRICA CON “PROYECTO INSTALADO” - GOTEO

DESCRIPCION	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Eto	(mm/día)	2.59	2.60	2.72	2.62	2.38	2.18	2.14	2.18	2.28	2.42	2.39	2.35	
Kc ponderado		0.65	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.75	0.75	0.83	0.80	0.75	0.70	
Uso consuntivo o Evaporacion Real (a x b)	(mm/día)	1.68	1.56	1.63	1.70	1.55	1.53	1.61	1.64	1.89	1.94	1.79	1.65	
Precipitacion Efectiva	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Necesidades Netas del Cultivo (c - d)	(mm/día)	1.68	1.56	1.63	1.70	1.55	1.53	1.61	1.64	1.89	1.94	1.79	1.65	
Eficiencia de riego	(%)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
necesidades Totales del Cultivo (e / f)	(mm/día)	2.81	2.60	2.72	2.84	2.58	2.54	2.68	2.73	3.15	3.23	2.99	2.74	
(e / f) x 10	(m ³ -ha/día)	28.06	26.00	27.20	28.38	25.78	25.43	26.75	27.25	31.54	32.27	29.88	27.42	
N° de Dias del Mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
Demanda Total Unitaria - Mensual (h x i)	(m ³ /ha/mes)	870	728	843	852	799	763	829	845	946	1,000	896	850	
Area de Riego	ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Demanda Total - Mensual (j x k)	m ³ /mes	1,740	1,456	1,686	1,703	1,599	1,526	1,659	1,690	1,892	2,001	1,793	1,700	20,443
Demanda Total - Diaria (l / i)	m ³ /día	56	52	54	57	52	51	54	55	63	65	60	55	672
		17	15	17	17	16	15	17	17	19	20	18	17	
Modulo de Riego	l/s/ha	0.32	0.30	0.31	0.33	0.30	0.29	0.31	0.32	0.37	0.37	0.35	0.32	
Caudal Requerido	l/s	0.65	0.60	0.63	0.66	0.60	0.59	0.62	0.63	0.73	0.75	0.69	0.63	

CÁLCULO DE LA DEMANDA HÍDRICA CON “PROYECTO PROPUESTO”- GOTEO

	DESCRIPCION	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
a	Eto	(mm/día)	2.59	2.60	2.72	2.62	2.38	2.18	2.14	2.18	2.28	2.42	2.39	2.35	
b	Kc ponderado		0.65	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.75	0.75	0.83	0.80	0.75	0.70	
c	Uso consuntivo o Evaporacion Real (a x b)	(mm/día)	1.68	1.56	1.63	1.70	1.55	1.53	1.61	1.64	1.89	1.94	1.79	1.65	
d	Precipitacion Efectiva	(mm/día)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
e	Necesidades Netas del Cultivo (c - d)	(mm/día)	1.68	1.56	1.63	1.70	1.55	1.53	1.61	1.64	1.89	1.94	1.79	1.65	
f	Eficiencia de riego	(%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	
g	necesidades Totales del Cultivo (e / f)	(mm/día)	1.87	1.73	1.81	1.89	1.72	1.70	1.78	1.82	2.10	2.15	1.99	1.83	
h	(e / f) x 10	(m ³ -ha/día)	18.71	17.33	18.13	18.92	17.19	16.96	17.83	18.17	21.03	21.51	19.92	18.28	
i	N° de Dias del Mes	(días)	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
j	Demanda Total Unitaria - Mensual (h x i)	(m ³ /ha/mes)	580	485	562	568	533	509	553	563	631	667	598	567	
k	Area de Riego	ha	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
l	Demanda Total - Mensual (j x k)	m ³ /mes	1,160	971	1,124	1,135	1,066	1,017	1,106	1,126	1,262	1,334	1,195	1,133	13,629
m	Demanda Total - Diaria (l / i)	m ³ /día	37	35	36	38	34	34	36	36	42	43	40	37	448

Modulo de Riego	l/s/ha	0.22	0.20	0.21	0.22	0.20	0.20	0.21	0.21	0.24	0.25	0.23	0.21
Caudal Requerido	l/s	0.43	0.40	0.42	0.44	0.40	0.39	0.41	0.42	0.49	0.50	0.46	0.42

- Se considera la precipitación nula porque es recomendable considerarla solo para la operación y mantenimiento del sistema de riego instalado. Porque si optamos por considerarla el cálculo de la necesidad hídrica del cultivo sería menor y el cultivo sufriría estrés hídrico.

3.1.9. ANÁLISIS DEL BALANCE HIDRICO

Se desarrolla el presente balance hídrico en función de la oferta y demanda hídrica del cultivo, logrando así demostrar la necesidad de la evaluación del sistema de riego localizado para el cultivo de palto, razón del presente estudio:

BALANCE DE AGUA " CON PROYECTO INSTALADO- GOTEO"

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA	(m3/mes)	1160.00	971.00	1124.00	1135.00	1066.00	1017.00	1106.00	1126.00	1262.00	1334.00	1195.00	1133.00
OFERTA	(m3/mes)	7142	12902	14285	13824	14285	13824	14285	14285	13824	14285	13824	14285
BALANCE	(m3/ha/mes)	5,982.000	11,931.000	13,161.000	12,689.000	13,219.00	12,807.000	13,179.000	13,159.000	12,562.000	12,951.00	12,629.000	13,152.000

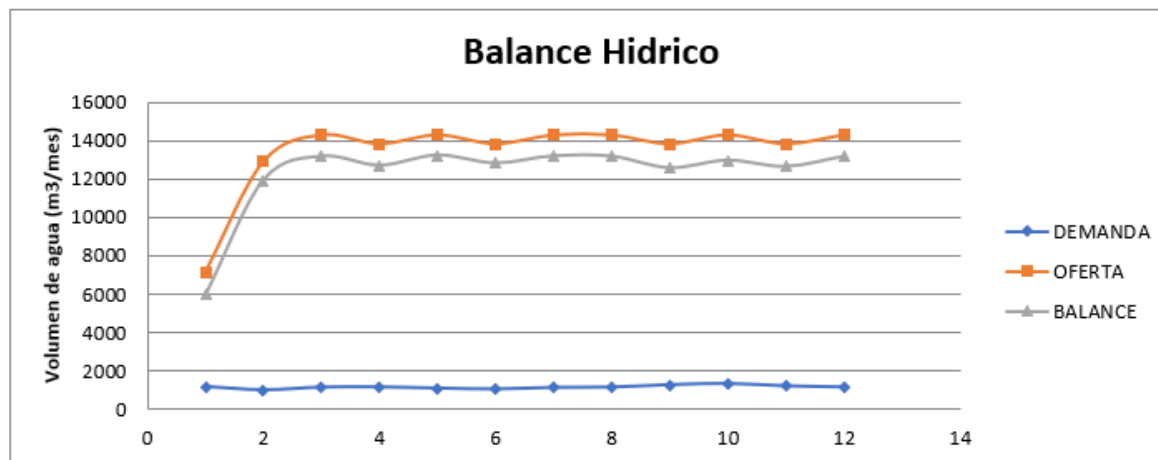


Gráfico N°01. Balance hídrico de cultivo sin evaluar.

BALANCE DE AGUA " CON PROYECTO PROPUESTO- GOTEO"

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA	(m3/mes)	1160	971	1124	1135	1066	1017	1106	1126	1262	1334	1195	1133
OFERTA	(m3/mes)	7142	12902	14285	13824	14285	13824	14285	14285	13824	14285	13824	14285
BALANCE	(m3/ha/mes)	5,982.00	11,931.00	13,161.00	12,689.00	13,219.00	12,807.00	13,179.00	13,159.00	12,562.00	12,951.00	12,629.00	13,152.00

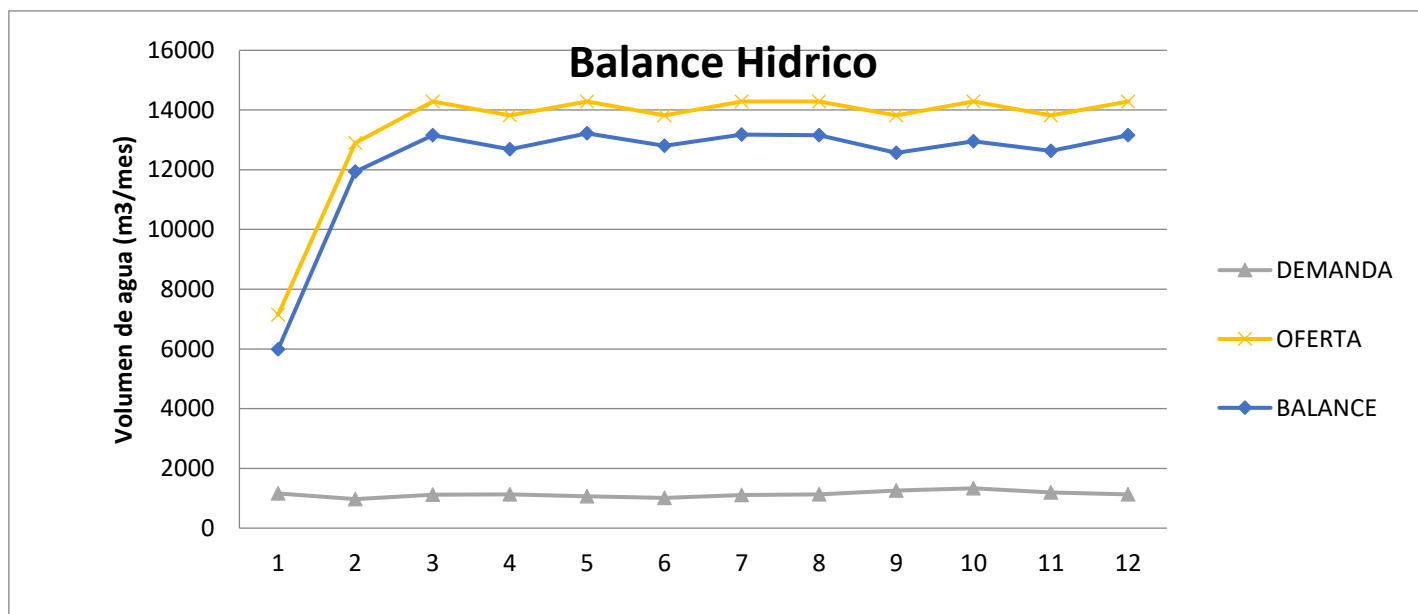


Gráfico N°02. Balance hídrico de cultivo evaluado.

3.1.10. SIGOPRAM

SIGOPRAM ayuda a que el diseño hidráulico que depende del diseño agronómico se desarrolle de la mejor manera, obteniendo como resultado un buen diseño de sistemas de riego localizado(goteo), razón del presente estudio:

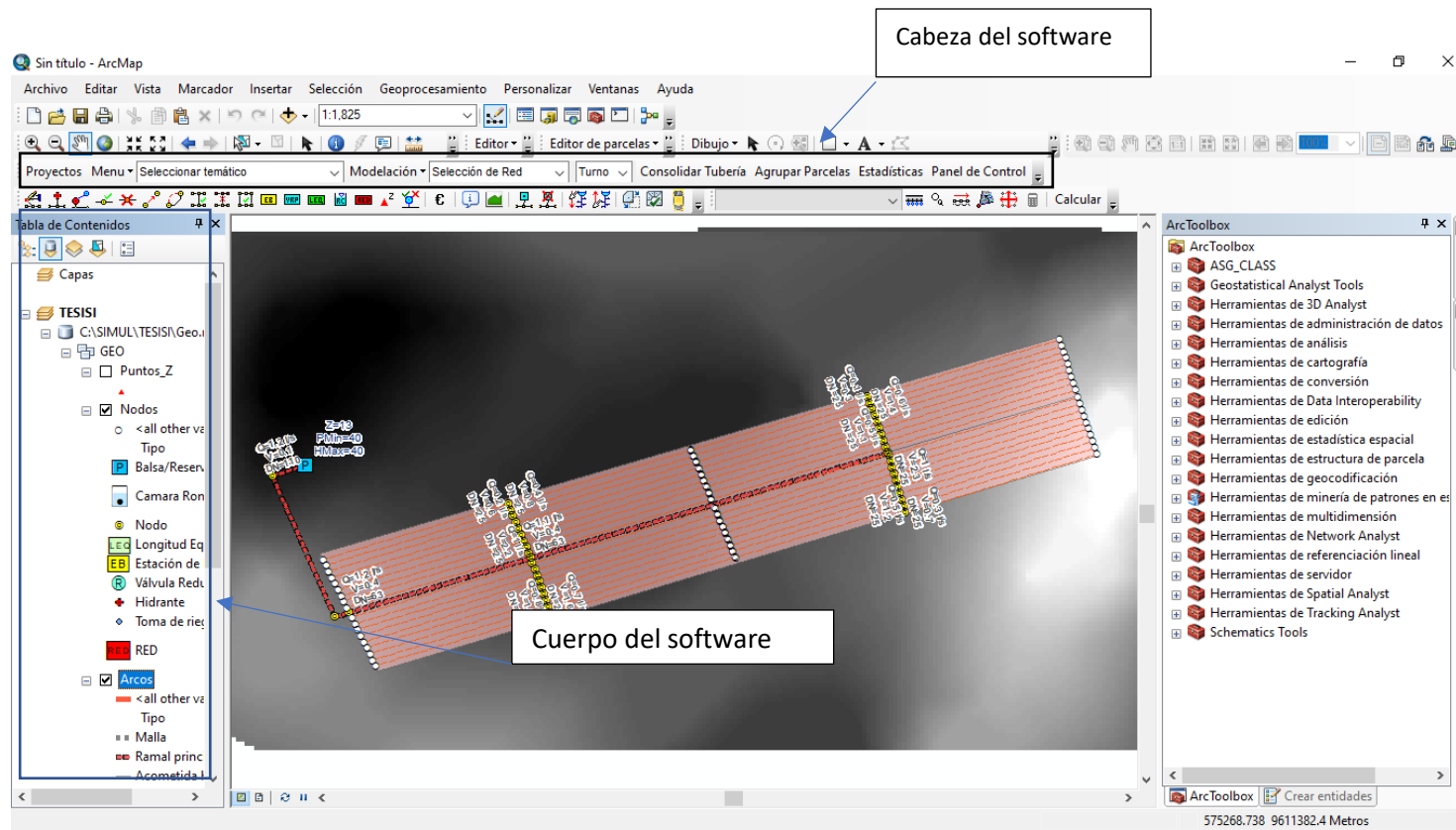


Ilustración 32. Entrada del software SIGOPRAM.

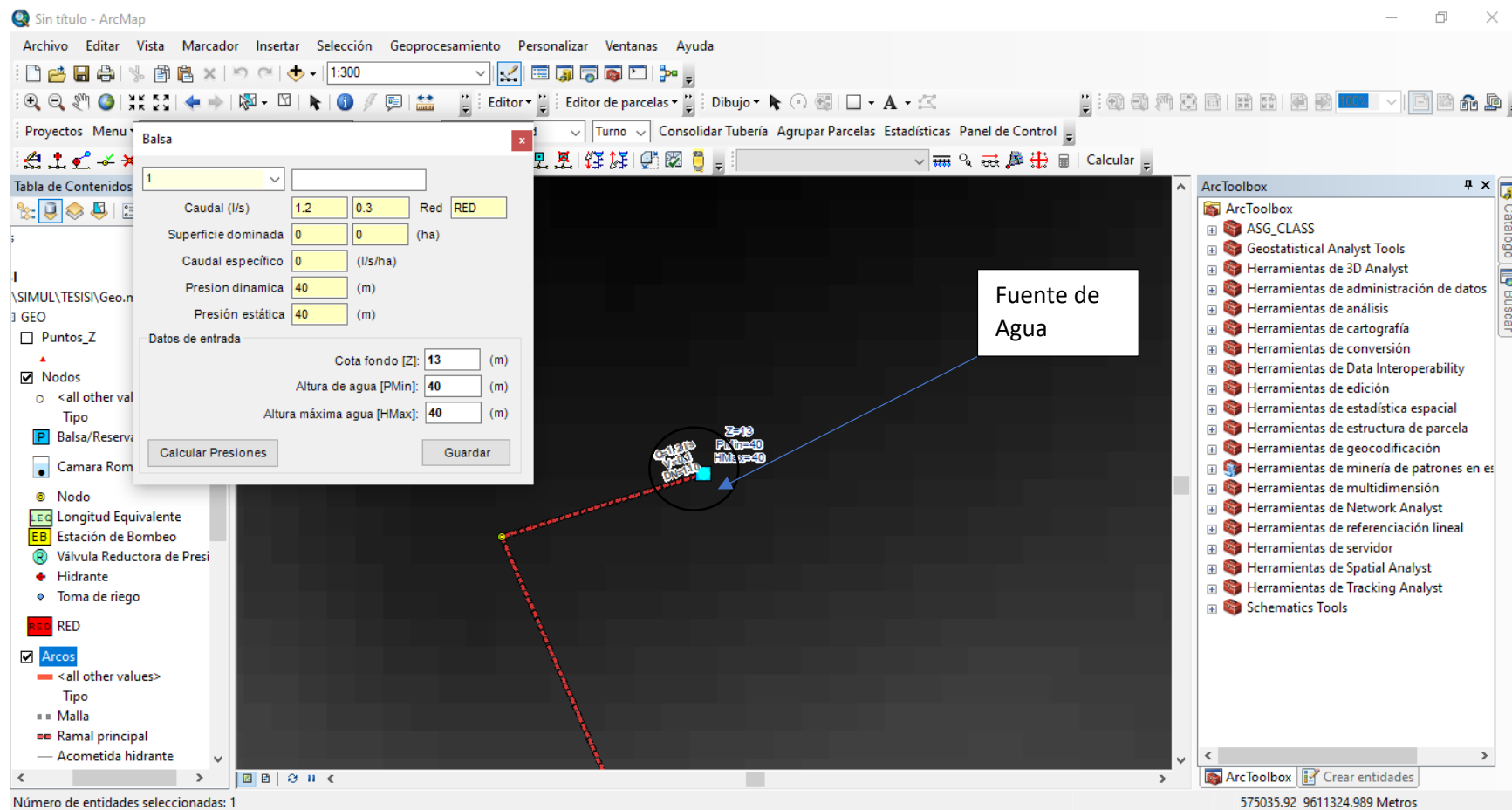


Ilustración 33. Toma de agua para el funcionamiento del sistema de riego- SIGOPRAM.

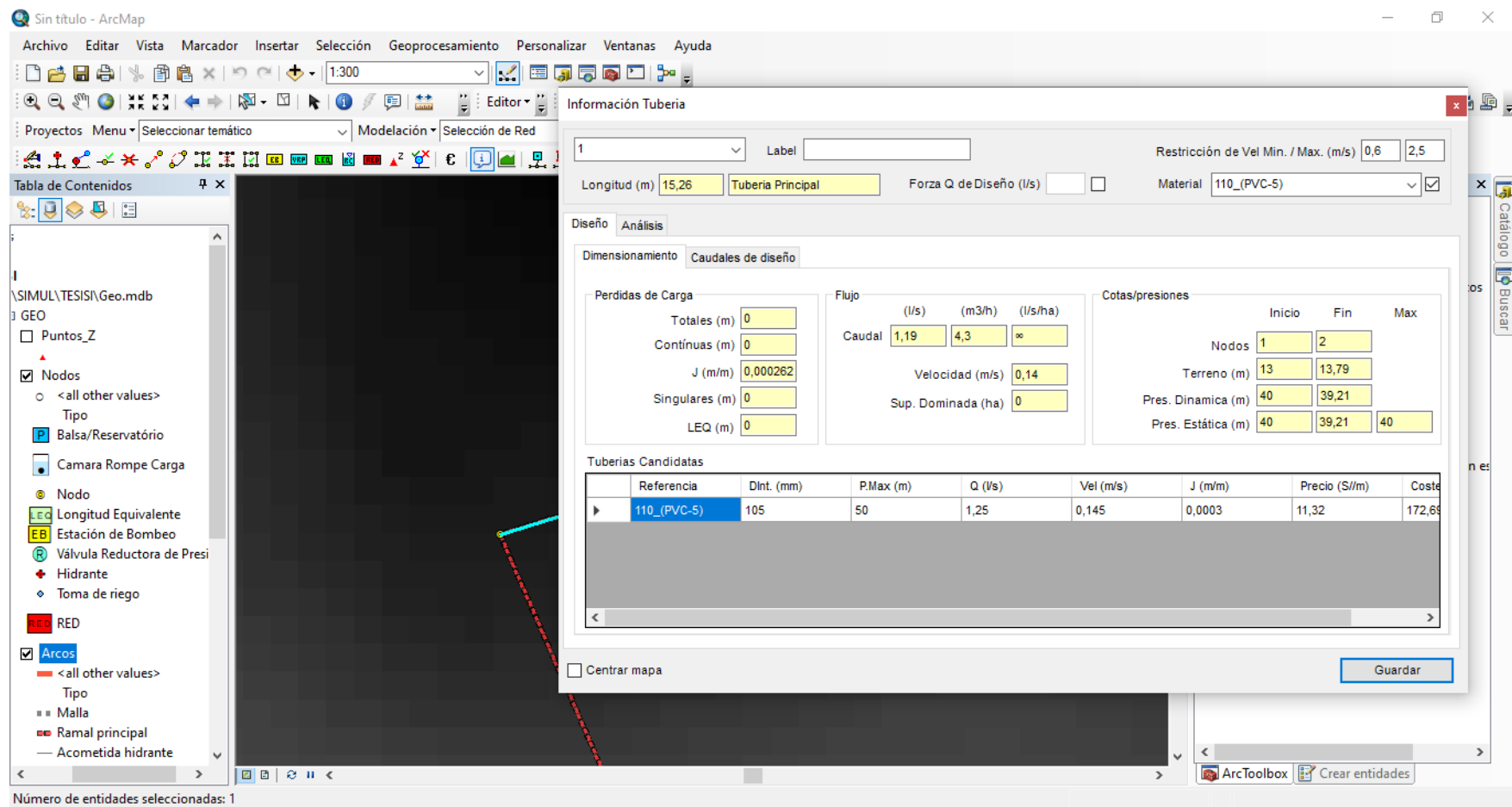


Ilustración 34. Primer tramo de la tubería principal- SIGOPRAM.

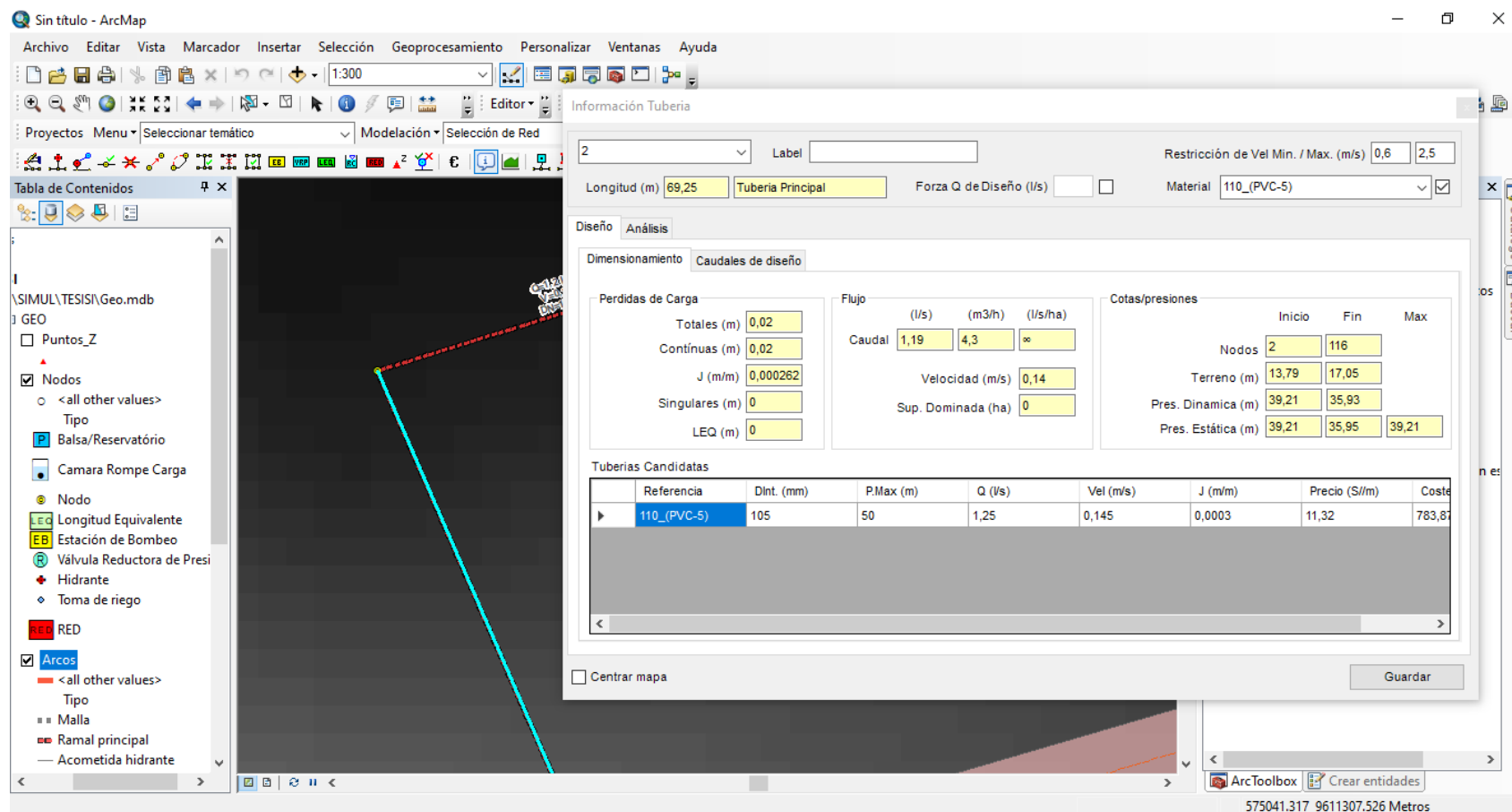


Ilustración 35. Segundo tramo de la tubería principal-SIGOPRAM.

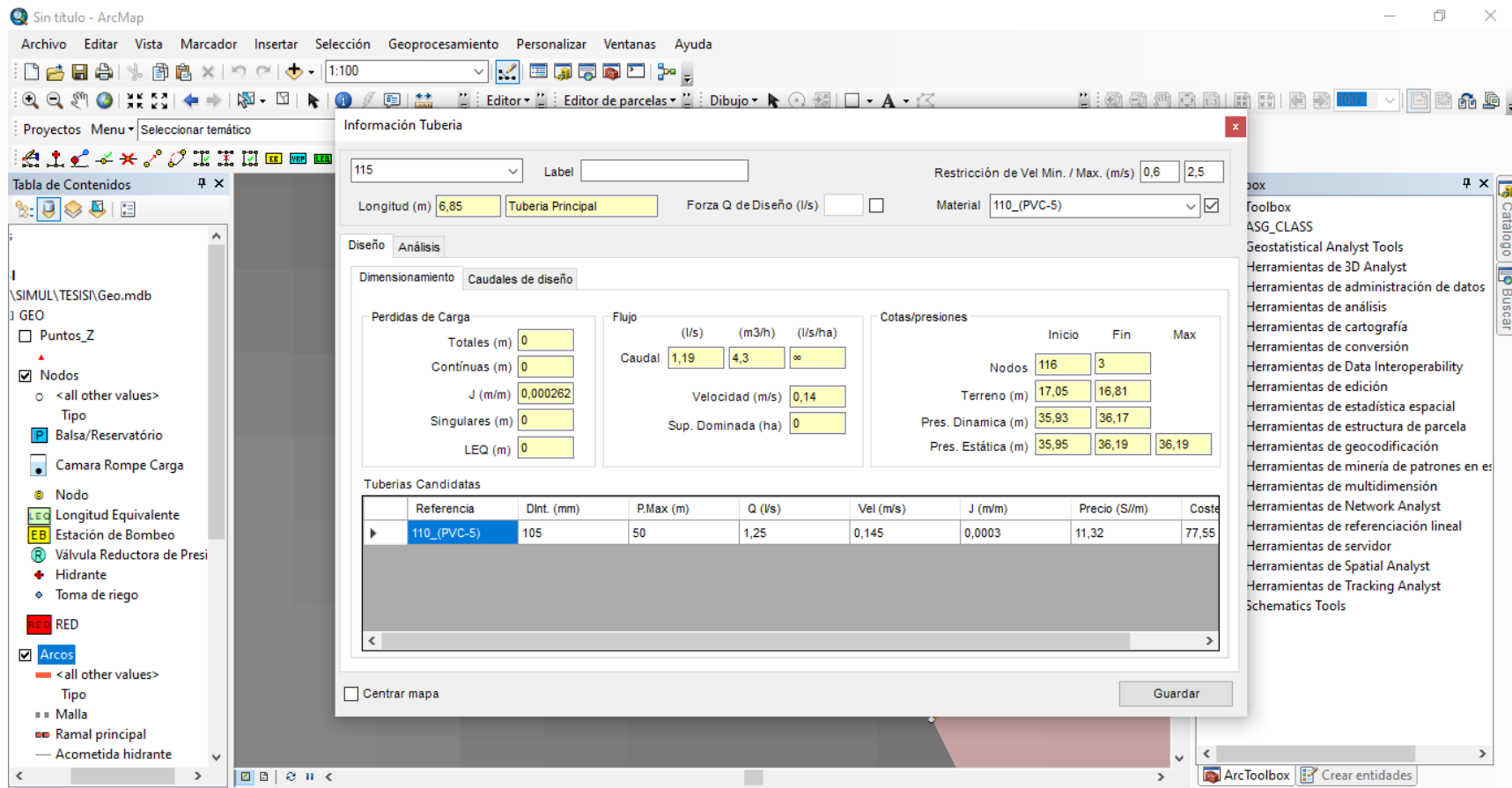


Ilustración 36. Tercer tramo de la tubería principal- SIGOPRAM.

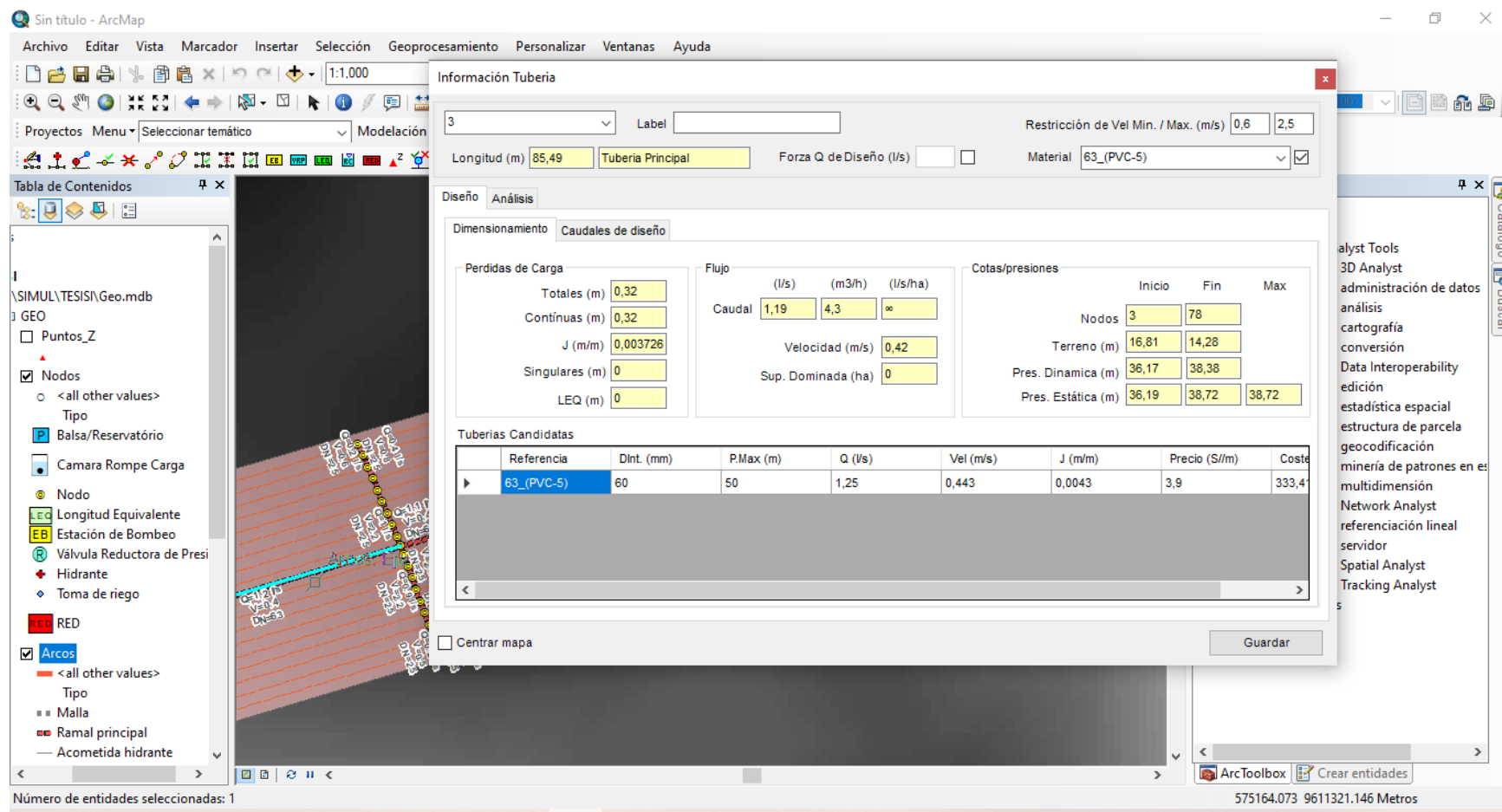


Ilustración 37. Primer tramo de la tubería secundaria- SIGOPRAM.

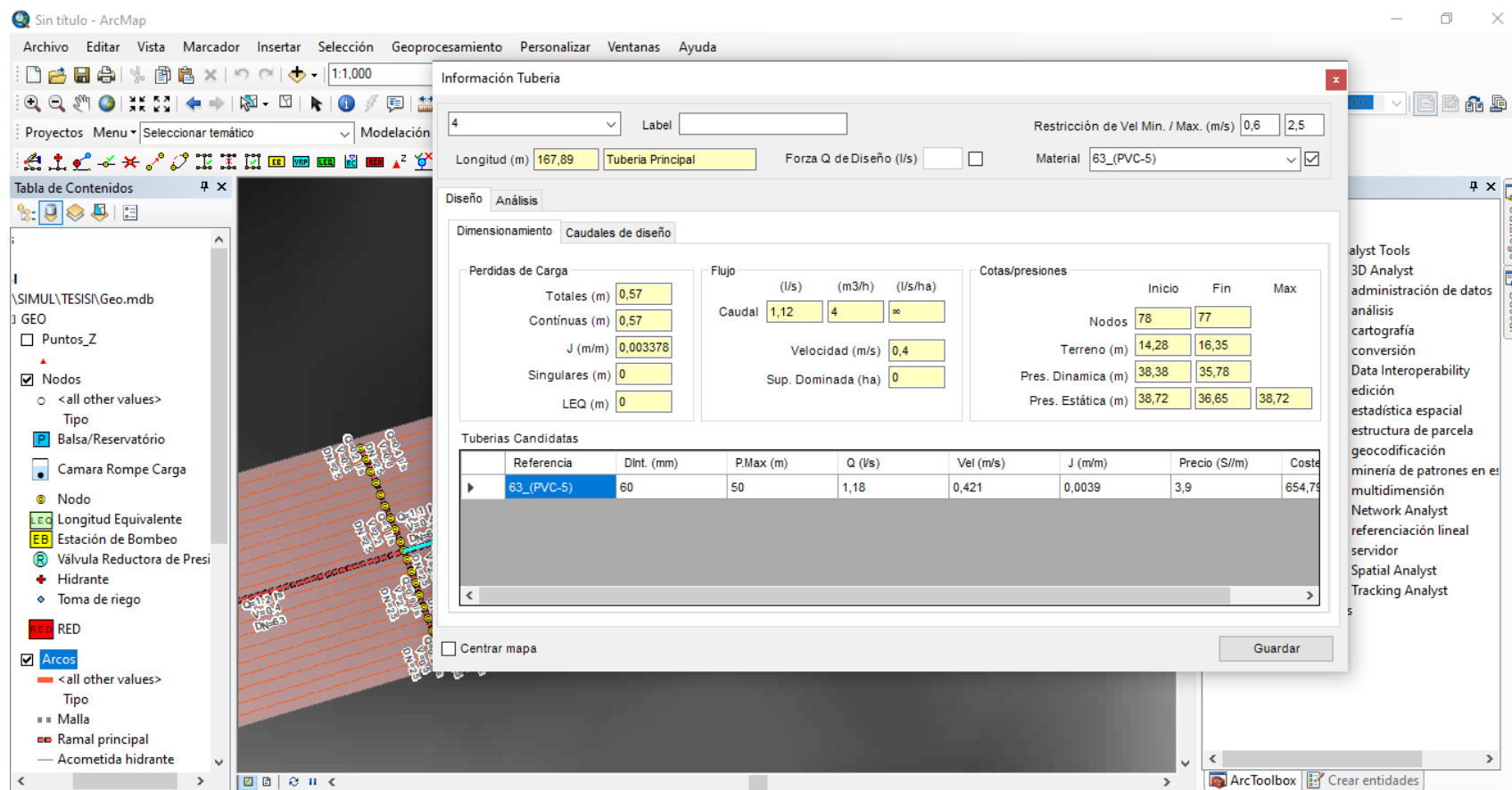


Ilustración 38. Segundo tramo de la tubería secundaria-SIGOPRAM.

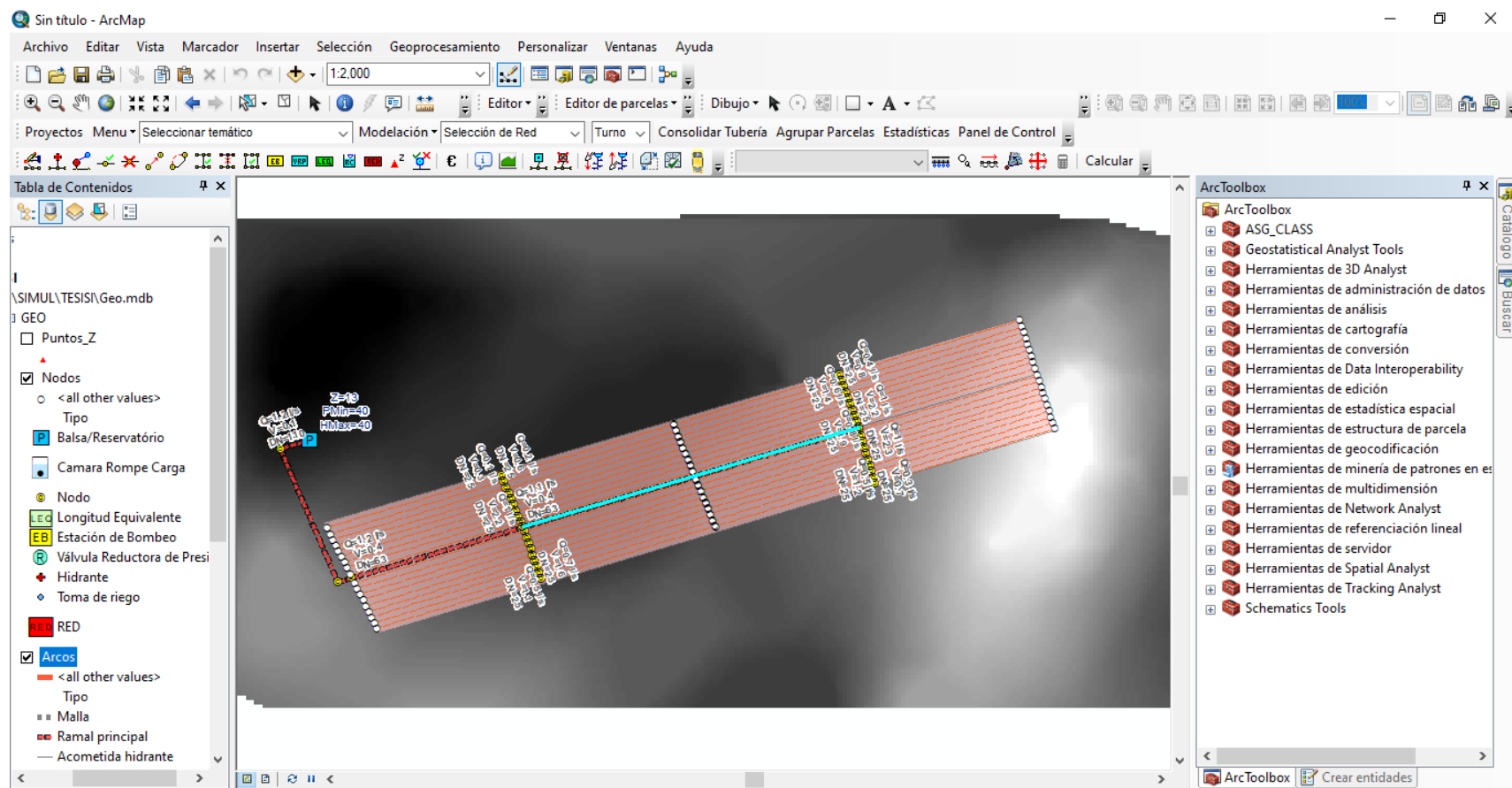


Ilustración 39. División de los cuatro turnos de riego del sistema de riego presurizado-SIGOPRAM.

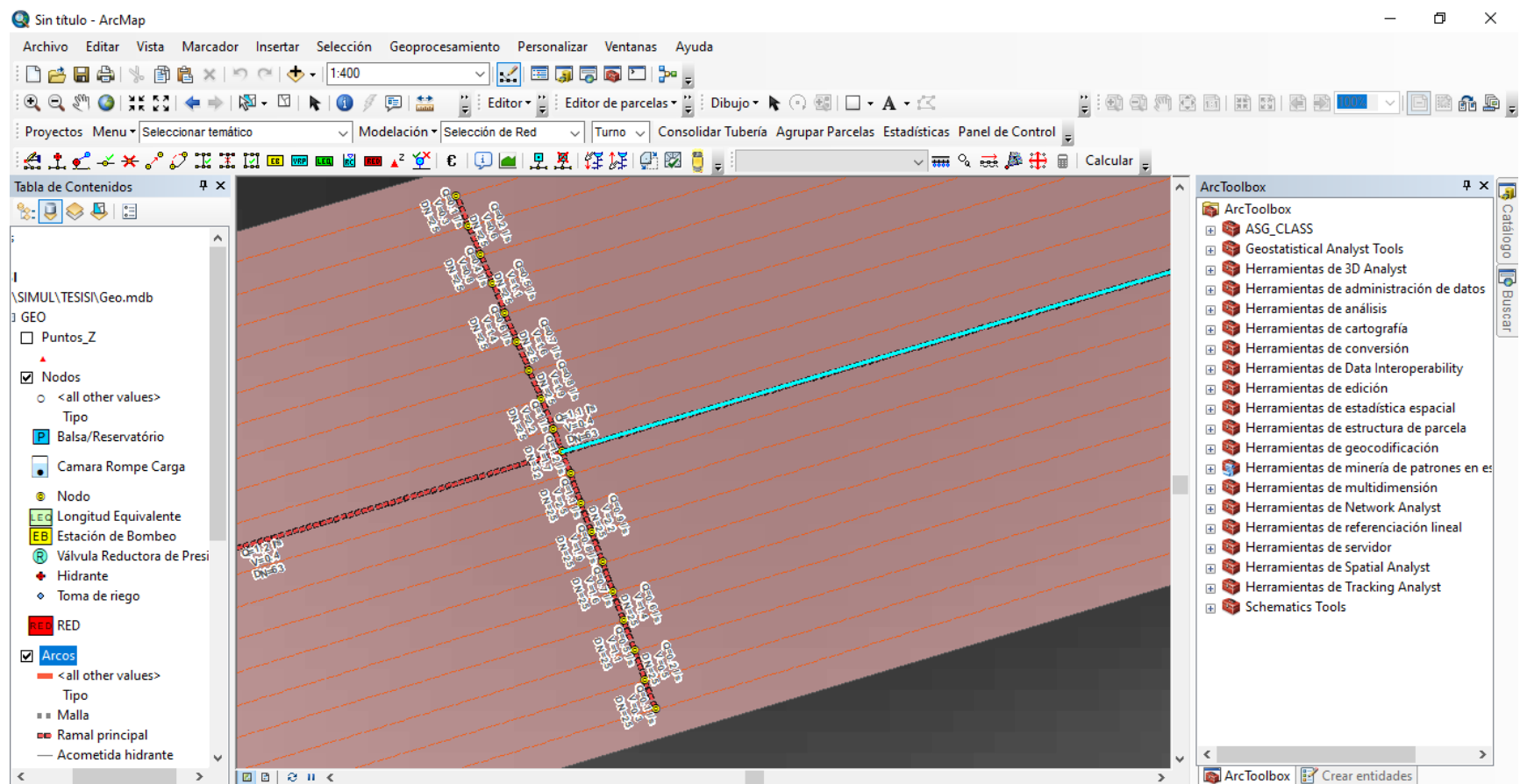


Ilustración 40. Porta laterales del sistema de riego presurizado-SIGOPRAM.

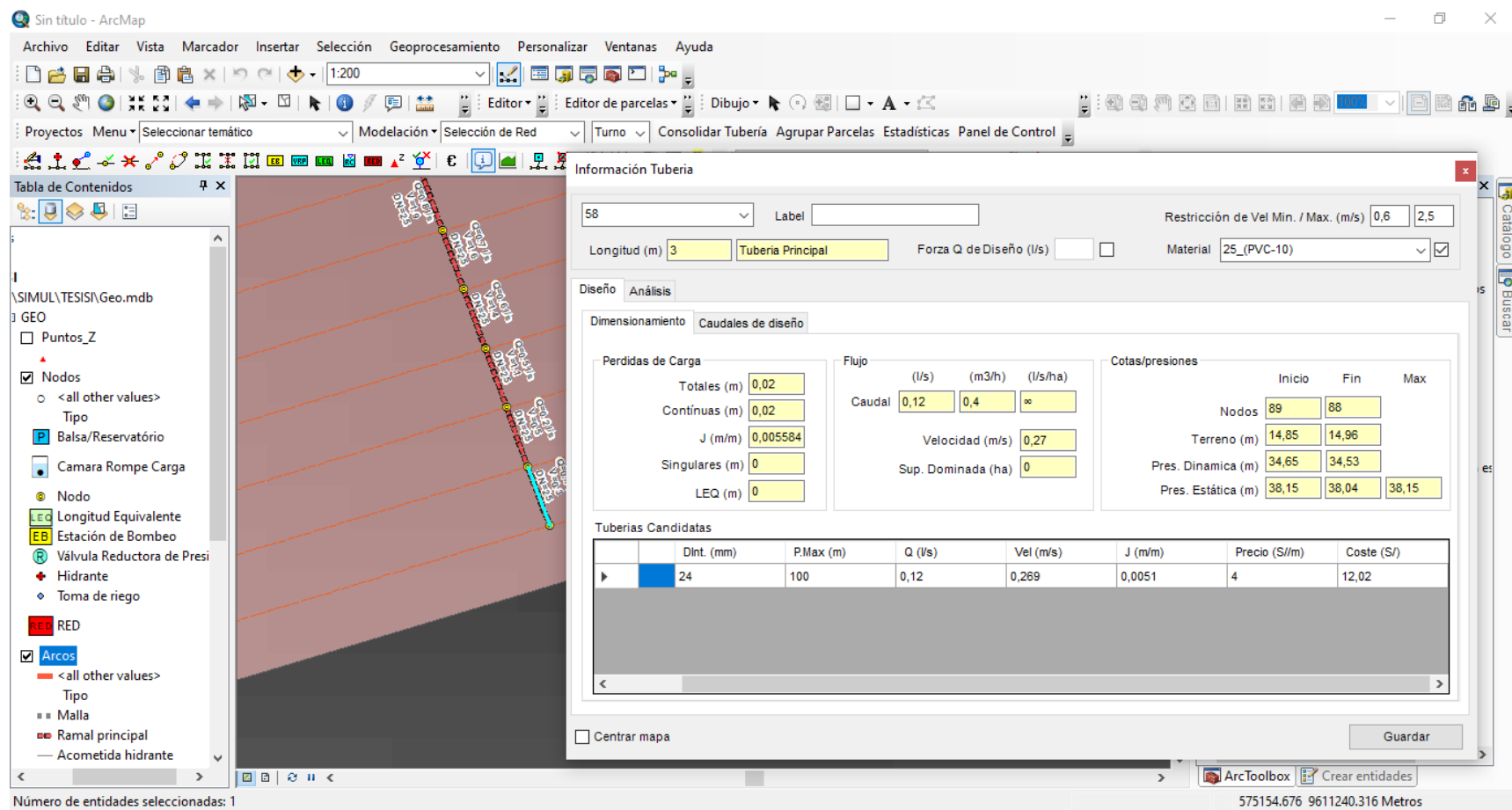


Ilustración 41. Porta lateral perteneciente al primer turno de riego- SIGOPRAM.

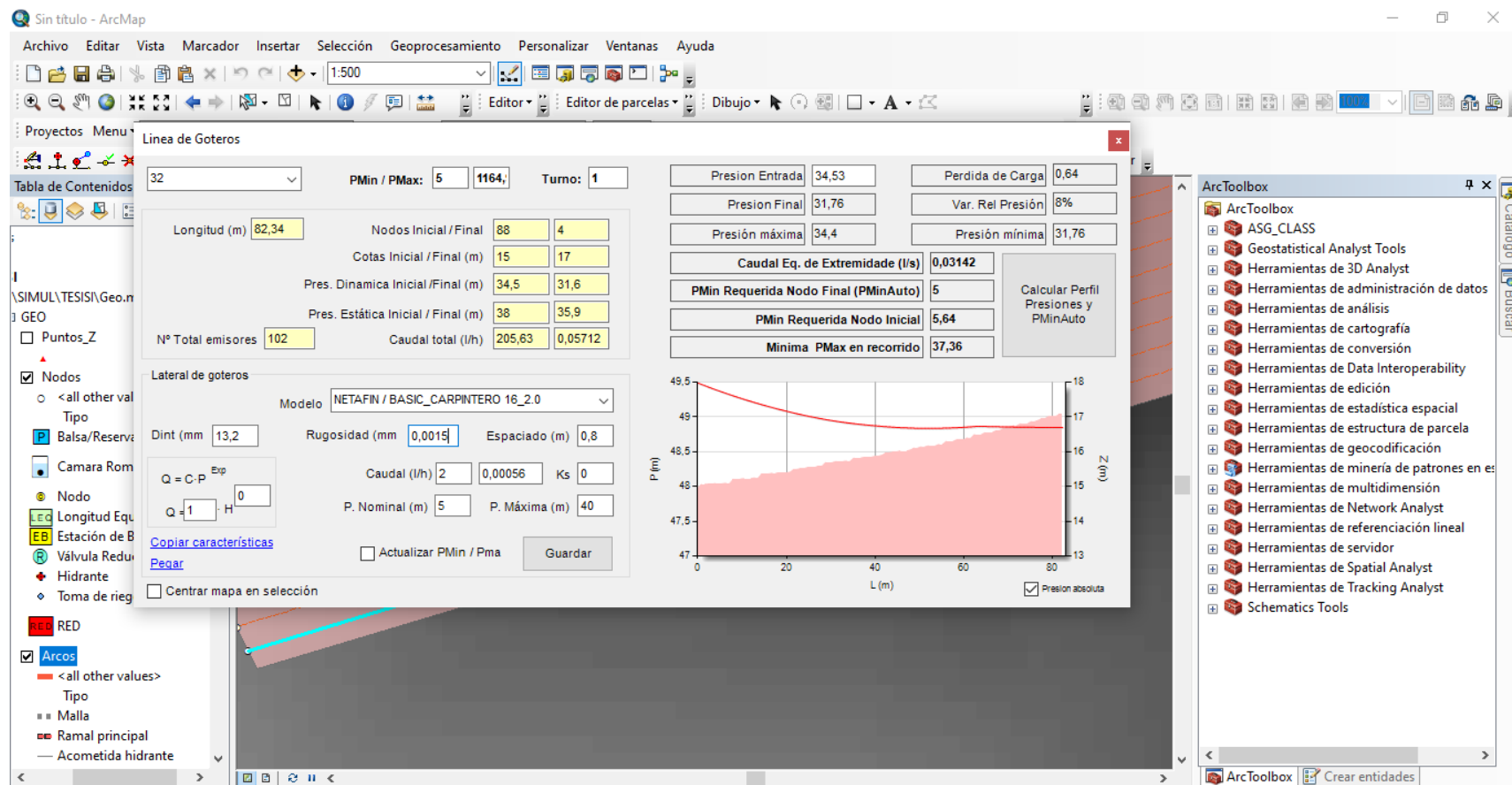


Ilustración 42. Lateral perteneciente al primer turno de riego- SIGOPRAM.

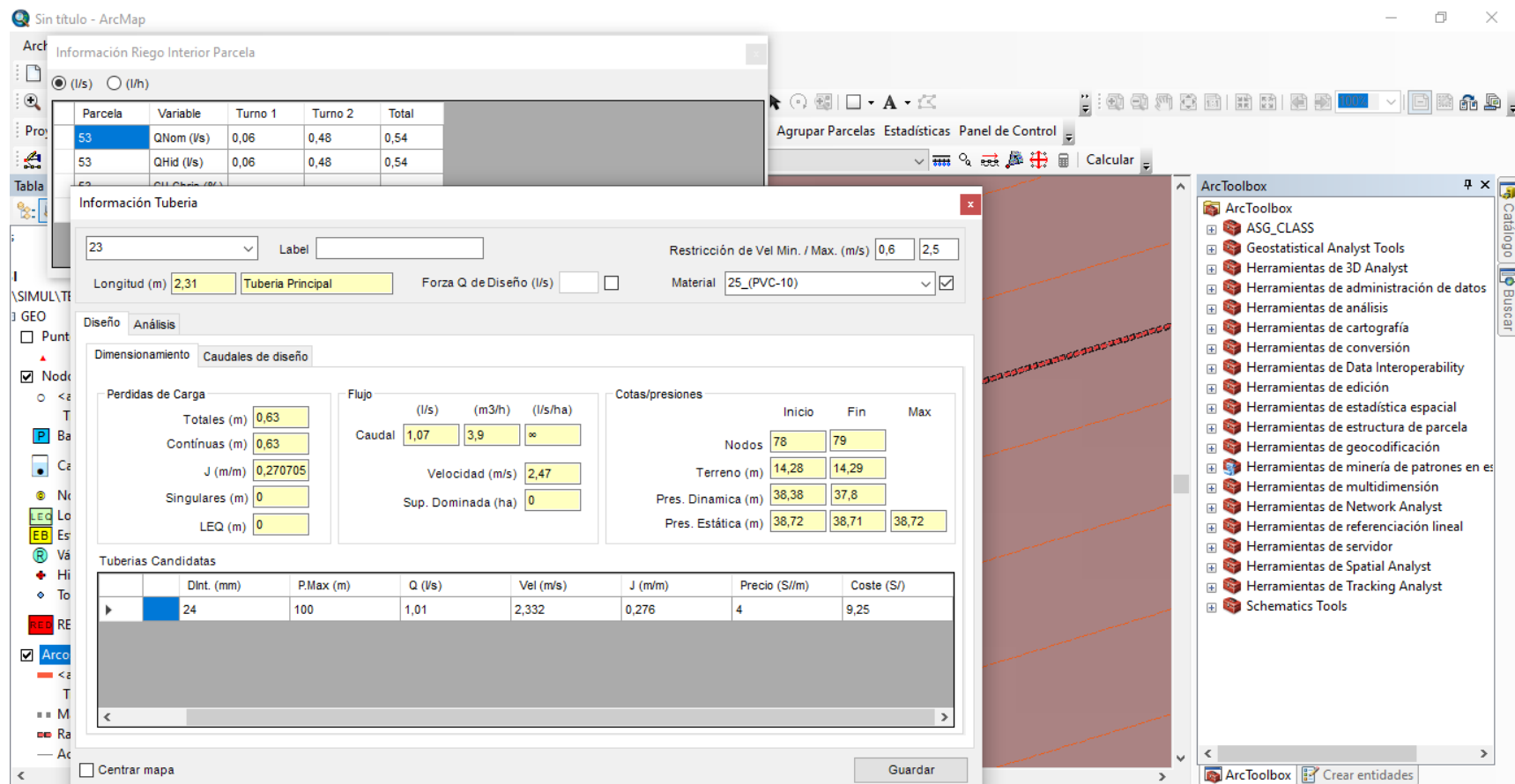


Ilustración 43. Porta lateral perteneciente al segundo turno de riego-SIGOPRAM.

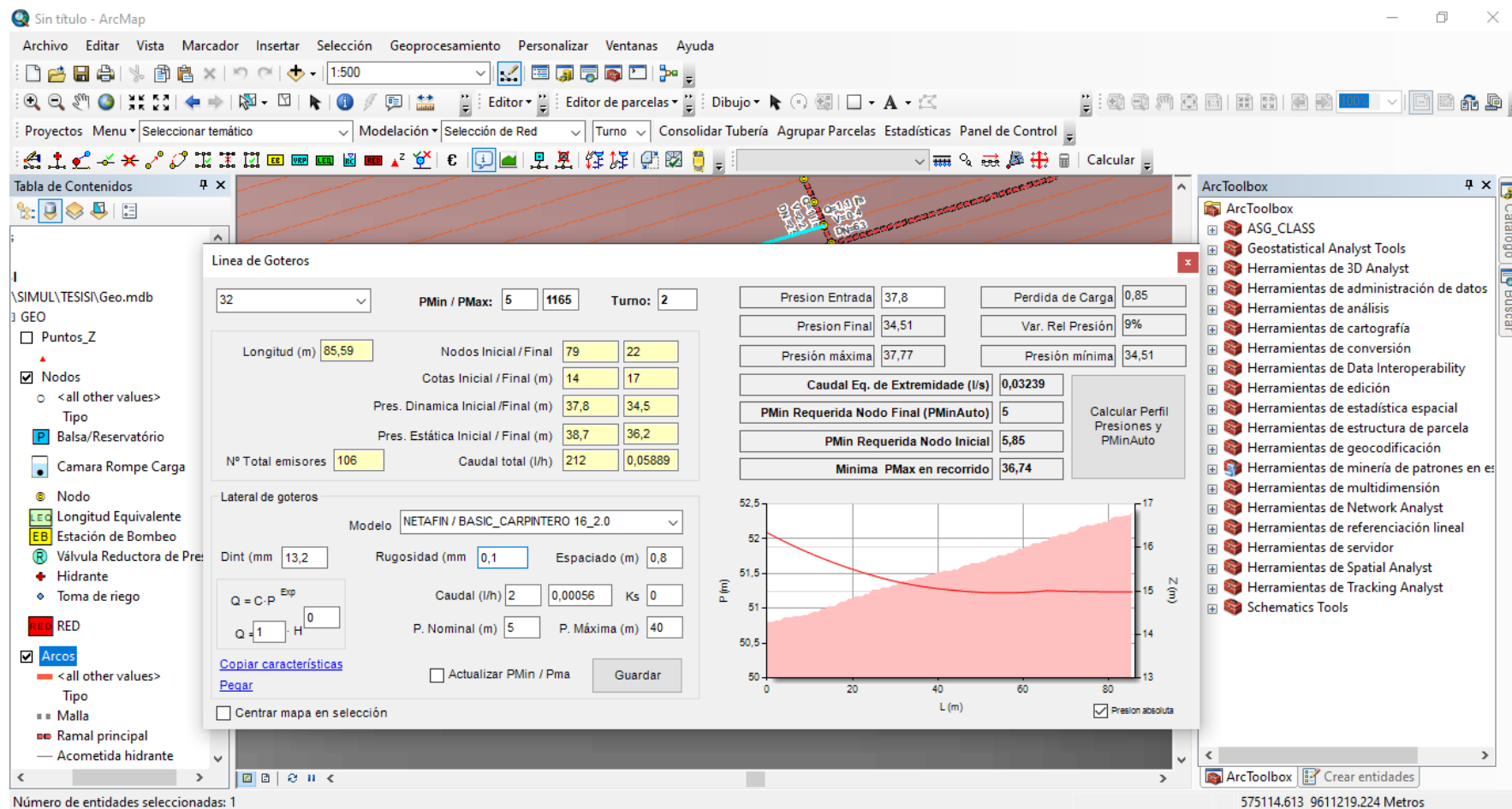


Ilustración 44. Lateral perteneciente al segundo turno de riego- SIGOPRAM.

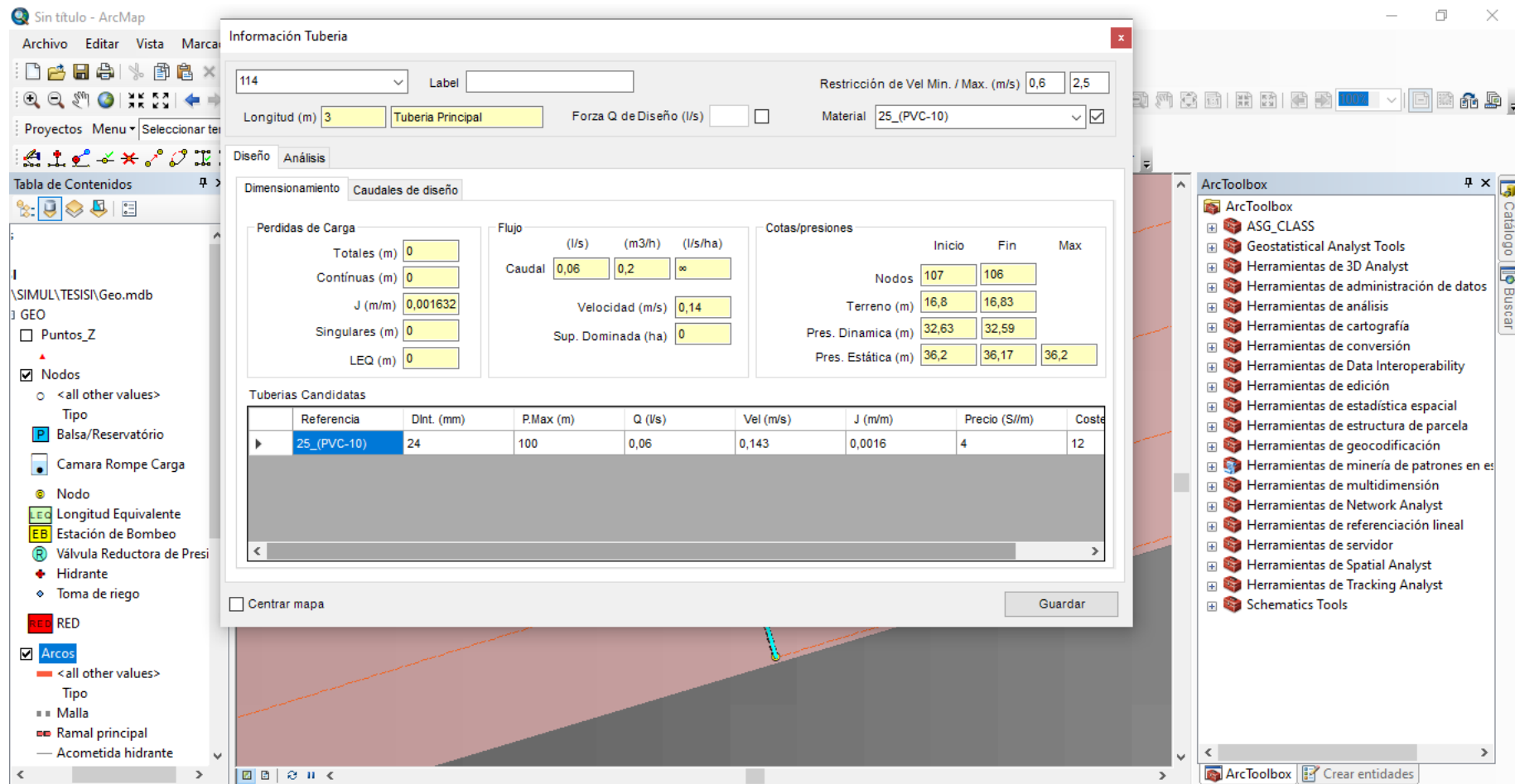


Ilustración 45. Porta lateral perteneciente al tercer turno de riego-SIGOPRAM.

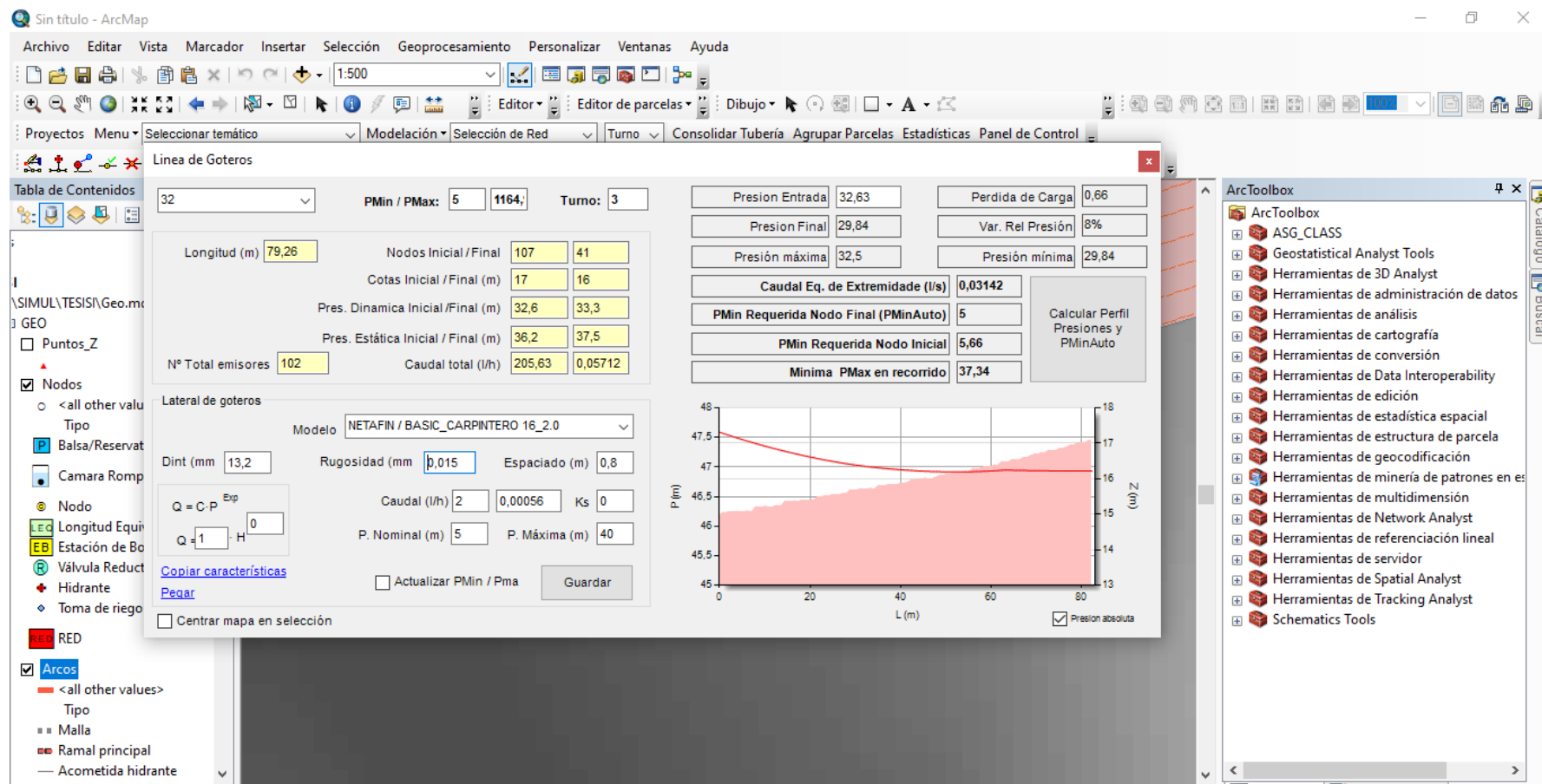


Ilustración 46. Lateral perteneciente al tercer turno de riego- SIGOPRAM.

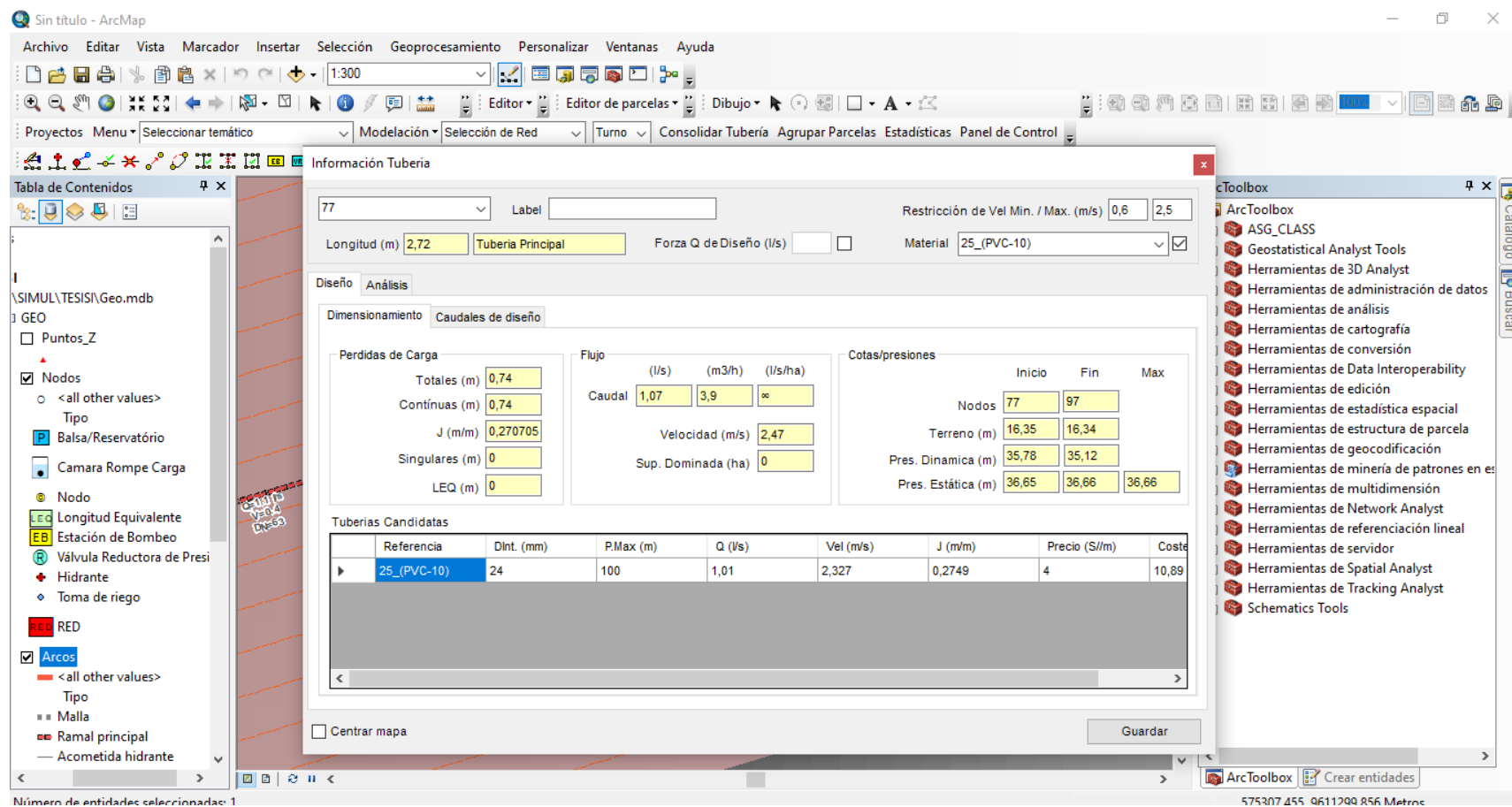


Ilustración 47. Porta lateral perteneciente al cuarto turno de riego-SIGOPRAM.

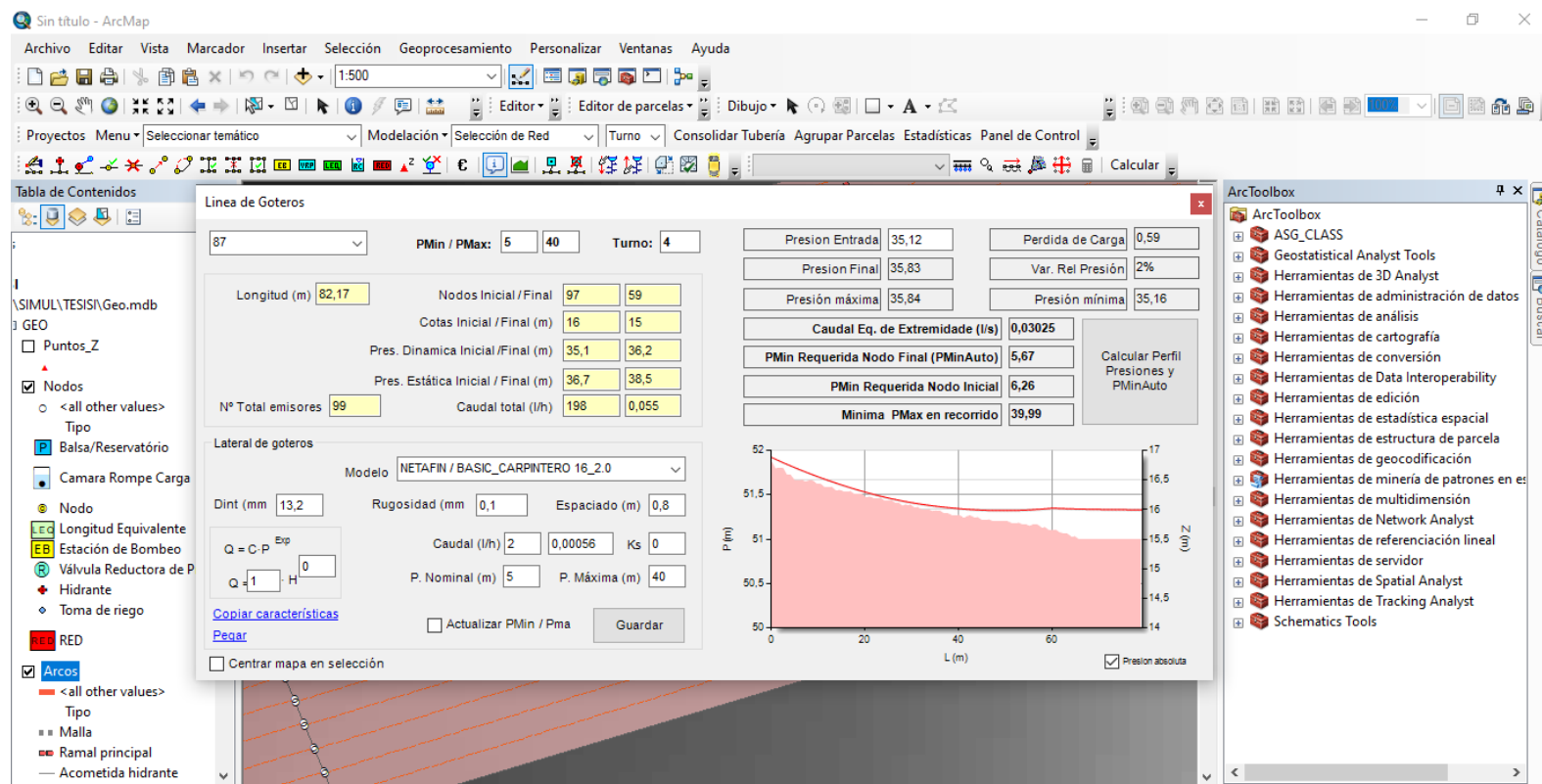


Ilustración 48. Lateral perteneciente al cuarto turno de riego- SIGOPRAM.

3.1.11. EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

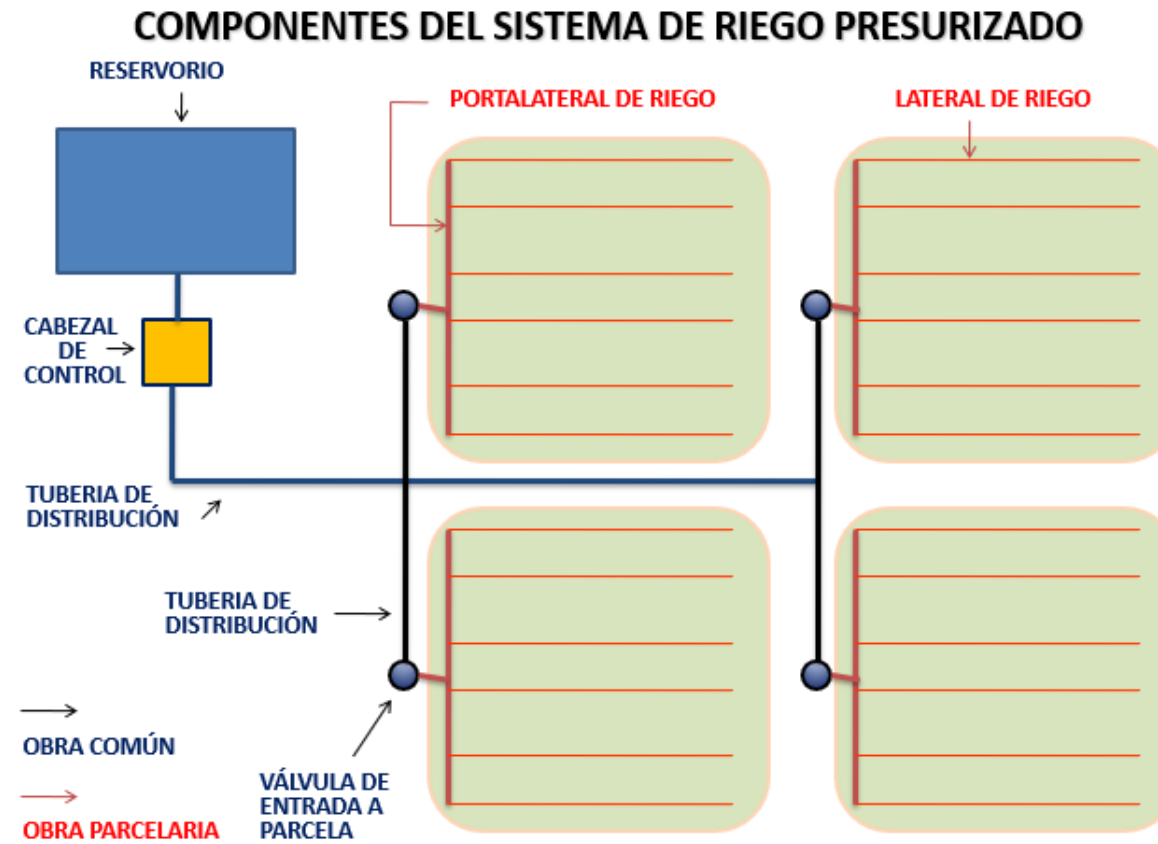


Ilustración 49. Esquema de la división del presupuesto en un sistema de riego presurizado.

Para las partidas de metrados de proyectos de riego presurizado, se dividen en dos componentes:

1. Obras Comunes:
Incluyen tubería primaria y secundaria.
2. Obras Parcelarias:
Incluyen tuberías terciarias, laterales y cabezales de riego.

- **METRADO**

- Metrado del sistema de riego existente:

Descripción	Und	Long(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Parcial(m3)	Total(m3)
OBRA COMUN						55.0260
Excavación de zanja						
Tubería Matriz						
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	15.61	0.6	1	9.3660	
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	69.25	0.6	1	41.55	
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	6.85	0.6	1	4.11	
						152.028
Tubería Secundaria						
Tubería PVC, Ø63mm, C-5 UF	m	85.49	0.6	1	51.294	
Tubería PVC, Ø63mm, C-5 UF	m	167.89	0.6	1	100.734	

Descripción	Tramo	Long(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Parcial(m3)	Total(m3)
OBRA PARCELARIA						40.4055
Excavación de zanja						
Tubería Portalateral						
Tubería PVC, Ø25mm, C-10 UF		224.48	0.3	0.6	40.4055	

Descripción	Tramo	Long(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Parcial(m3)	Total(m3)
OBRA COMUN						41.2695
Relleno y compactado						
Tubería Matriz						

Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF		15.61	0.5	0.9	7.0245	
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF		69.25	0.5	0.9	31.1625	
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF		6.85	0.5	0.9	3.0825	
Tubería Secundaria						114.021
Tubería PVC, Ø63mm, C-5 UF		85.49	0.5	0.9	38.4705	
Tubería PVC, Ø63mm, C-5 UF		167.89	0.5	0.9	75.5505	

Descripción	Tramo	Long(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Parcial(m3)	Total(m3)
OBRA PARCELARIA						
Relleno y compactado						
Tubería Portalateral						17.9580
Tubería PVC, Ø25mm, C-10 UF		224.48	0.2	0.4	17.9580	

- Metrado del sistema de riego propuesto:

<u>HOJA DE METRADOS - TUBERIAS</u>				
METRADOS RESUMEN TUBERIAS MATRIZ	<u>Metrado de tuberías</u>			
TUBERÍAS DE PVC :	Unid.	Cantidad	Longitud	Sub Total
Tuberia PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	1	15.61	16
Tuberia PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	2	69.25	139
Tuberia PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	2	6.85	14
-	-	-	-	<u>168</u>
<u>METRADOS RESUMEN TUBERIAS SECUNDARIAS</u>	-	-	-	-
Tuberia PVC, Ø63mm, C-5 UF	m	1.00	85.49	85
Tuberia PVC, Ø63mm, C-5 UF	m	1.00	167.89	168
-	-	-	-	<u>253</u>
Total				421.19

METRADO DE LATERALES

	SUMINISTRO DE INSTALACION DE MANGUERAS DE PVC DE 16MM C - 2			
	Sector	Area	Marco Plantación	Longitud
1.00	S1	247.02	3 x 3	82
2.00	S1	248.07	3 x 3	83
3.00	S1	249.09	3 x 3	83
4.00	S1	250.14	3 x 3	83
5.00	S1	251.19	3 x 3	84
6.00	S1	252.24	3 x 3	84
7.00	S1	253.26	3 x 3	84
8.00	S1	254.31	3 x 3	85
9.00	S1	255.36	3 x 3	85
10.00	S2	256.77	3 x 3	86
11.00	S2	257.34	3 x 3	86
12.00	S2	257.94	3 x 3	86
13.00	S2	258.51	3 x 3	86
14.00	S2	259.08	3 x 3	86
15.00	S2	259.68	3 x 3	87
16.00	S2	260.25	3 x 3	87
17.00	S2	260.85	3 x 3	87

18.00	S2	261.42	3 x 3	87
19.00	S1	260.49	3 x 3	87
20.00	S1	260.10	3 x 3	87
21.00	S1	259.74	3 x 3	87
22.00	S1	259.35	3 x 3	86
23.00	S1	258.96	3 x 3	86
24.00	S1	258.57	3 x 3	86
25.00	S1	258.21	3 x 3	86
26.00	S1	257.82	3 x 3	86
27.00	S1	257.43	3 x 3	86
28.00	S2	257.31	3 x 3	86
29.00	S2	257.37	3 x 3	86
30.00	S2	257.52	3 x 3	86
31.00	S2	257.61	3 x 3	86
32.00	S2	257.70	3 x 3	86
33.00	S2	257.76	3 x 3	86
34.00	S2	257.85	3 x 3	86
35.00	S2	257.91	3 x 3	86
36.00	S2	258.00	3 x 3	86
37.00	S3	237.78	3 x 3	79
38.00	S3	238.77	3 x 3	80
39.00	S3	239.76	3 x 3	80
40.00	S3	240.75	3 x 3	80
41.00	S3	241.74	3 x 3	81
42.00	S3	242.73	3 x 3	81
43.00	S3	243.72	3 x 3	81
44.00	S3	244.71	3 x 3	82
45.00	S3	245.70	3 x 3	82

46.00	S4	246.51	3 x 3	82
47.00	S4	246.84	3 x 3	82
48.00	S4	247.17	3 x 3	82
49.00	S4	247.50	3 x 3	83
50.00	S4	247.86	3 x 3	83
51.00	S4	248.19	3 x 3	83
52.00	S4	248.52	3 x 3	83
53.00	S4	248.85	3 x 3	83
54.00	S4	249.18	3 x 3	83
55.00	S3	270.21	3 x 3	90
56.00	S3	269.91	3 x 3	90
57.00	S3	269.61	3 x 3	90
58.00	S3	269.31	3 x 3	90
59.00	S3	269.01	3 x 3	90
60.00	S3	268.71	3 x 3	90
61.00	S3	268.41	3 x 3	89
62.00	S3	268.11	3 x 3	89
63.00	S3	267.84	3 x 3	89
64.00	S3	267.54	3 x 3	89
65.00	S4	267.84	3 x 3	89
66.00	S4	268.11	3 x 3	89
67.00	S4	268.47	3 x 3	89
68.00	S4	268.83	3 x 3	90
69.00	S4	269.19	3 x 3	90
70.00	S4	269.55	3 x 3	90
71.00	S4	269.91	3 x 3	90
72.00	S4	270.27	3 x 3	90
73.00	S4	270.63	3 x 3	90

	18759.96	6253.32
Margen de seguridad (2.5%)		6410

	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABEZAL DE CONTROL	Unidad	Total
1.00	Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF	m	100.00
2.00	Codo PVC 110 mm	pieza	6.00
3.00	Válvula de lavado 4"	pieza	2.00
4.00	Tee PVC 110 mm	pieza	3.00
5.00	válvula de activación 4"	pieza	6.00
6.00	Unión 110 mm	pieza	2.00
7.00	válvula volumétrica 4"	pieza	2.00
8.00	Válvula de aire 2"	pieza	2.00
9.00	Manómetro	pieza	6.00
10.00	Regulador de presión	pieza	2.00
11.00	Dispositivo antirretorno	pieza	1.00
12.00	Tanque de inyección de fertilizantes	pieza	1.00
13.00	Interruptor de vacío	pieza	1.00
14.00	Cinta teflón	global	20.00
15.00	Pernos, tuercas y otros elementos similares	global	1.00
16.00	Electrobomba centrífuga 3.4 HP, 2"x1 1/2" con accesorios completos	pieza	2.00
17.00	Filtro de anillos 4" 120 mesh	pieza	2.00

Accesorios en la sistema	Unidad	Total
Codo 90° PVC 110mm	Glob	2.00
Tee adaptador PVC 110mm	Glob	2.00
Emisores(goteros)	und	8,816.00

- **PRESUPUESTO**

- **Presupuesto en el sistema propuesto:**

Descripción	Unidad	Metrado	Costo Unitario(s/m)	Costo Total (S/)
MOVIMIENTO DE TIERRAS				11582.24
Excavación de zanjas	m3	234	35.1	8213.4
Relleno con material propio	m3	199	13.16	2618.84
Eliminación del material excedente	m3	24	31.25	750
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO				23806.7
Tubería Matriz	m	136.701	11.32	1547.46
Tubería PVC, Ø110mm, C-5 UF	m			
Tubería Secundaria	m	380.07	3.2	1216.22
Tubería PVC, Ø63mm, C-5 UF	m			
Tubería Porta lateral	m	17.958	4	71.832
Tubería PVC, Ø25mm, C-10 UF	m			
Codo 90° PVC 110mm	glob	2.00	2	4
Tee adaptador PVC 110mm	glob	2.00	2	4
Emisores(goteros)	und	8,816.00	1.2	10579.2
CABEZAL DE CONTROL - FILTRADO				10,384.02
Sum. e inst. de cabezal de control y filtrado con accesorios completos	UND	1.00	6,368.12	6,368.12
INST. de equipo de fertirriego	UND	1.00	4,015.90	4,015.90
SISTEMA DE BOMBEO				2,555.30

Piso de cemento acabado barrido	m2	1.00	132.20	132.20
Equipo de bombeo de 2 HP	und	2.00	1,211.55	2,423.10
SEGURIDAD				200.00
Seguridad y salud	glb	1.00	200.00	200.00
TRANSPORTE DE PERSONAL Y EQUIPOS				3,000.00
Transporte de materiales y equipos	glb	1.00	3,000.00	3,000.00

COSTOS DIRECTOS	S/41,144.27
GASTOS GENERALES (10%)	S/4,114.43
UTILIDAD (10%)	S/4,114.43
SUB TOTAL	S/49,373.13
IGV (18%)	S/8,887.16
TOTAL	S/58,260.29

3.1.12. Resumen de los resultados de la evaluación del cultivo de palto ya instalado y del propuesto:

DISEÑO AGRÓNOMICO INSTALADO- EVALUADO	DISEÑO AGRÓNOMICO PROPUESTO
1. Al evaluar el coeficiente de uniformidad del sistema de riego existente, su valor es del 60% muy por debajo del recomendado (90%), esto se demuestra con el cálculo que demanda el INIA, en la evaluación de un sistema de riego en funcionamiento. Y es así que se logró determinar con la prueba del 25% de los goteros del caudal más bajo entre el caudal del gotero del fabricante.	Según Pizarro (1996), “todo sistema de riego por goteo debe trabajar con un coeficiente de uniformidad igual o mayor al 90%, ya que del sistema agronómico depende la duración y buen funcionamiento del sistema de riego”.
2. La frecuencia con la que se riega el cultivo de palto es de 3 veces a la semana, obteniendo una capa de agua de 1.8 mm/ día en 4 horas de riego cada 3 días. Sin embargo, un riego por goteo debe regarse máximo dejando un día a la semana, para evitar el estrés del cultivo y problemas en la producción.	Los resultados del nuevo diseño agronómico para el cultivo instalado demuestran que la necesidad del cultivo son 2.87 mm/día lamina total, que se alcanza en 4 horas por turno (2 turnos en la parcela), regando cada 3 días, pero al aplicar el factor de seguridad del 40% a la frecuencia de riego para evitar llegar al punto de marchitez permanente, el cultivo se estaría regando diario.

DISEÑO HIDRÁULICO INSTALADO- EVALUADO	DISEÑO HIDRÁULICO PROPUESTO
3. Se determinó que las sumas de las presiones están dentro de la tolerancia permitida, sin embargo, del total de superficie (2 has), solo se logra regar con una normalidad en la primera hectárea. Esto se debe a que las presiones en la porta lateral son 1.17 bares, y en el lateral 2 bares, que resulta muy baja para el sistema	En el nuevo diseño hidráulico del sistema de riego por goteo, trabajó en sus cálculos con un coeficiente de uniformidad del 90%. Y los cálculos de las presiones cumplen ya que no exceden la tolerancia de presiones permisible, las pérdidas de carga van acorde al material escogido para el nuevo diseño de riego presurizado para el cultivo de palto.

utilizado. Es necesario indicar que en parte la línea de riego los goteros están mezclados entre goteros auto compensados y no auto compensados, en el diseño se tomó un promedio del caudal de todos ellos, y esto se da mediante la evaluación en campo.	Además, la presión de entrada en la porta lateral es de 1.14 bares y en el lateral es de 4.51 bares, presión suficiente para ser controlado por el cabezal de filtrado, y permita el riego a toda la parcela del cultivo de palto”.
4. La elección de la materia para los laterales en el sistema presurizado actual es del PVC con un diámetro de 16 mm, pero no toda la parcela cuenta con ello, hay algunas mangueras que se encuentran en un estado deplorables, la separación de laterales y distanciamiento entre emisores es muy variada, la distancia entre laterales oscila entre 3,4 y 5 metros, la distancia entre emisores se encuentra en un rango de 0.5 a 1.5 metros, esto se debe en parte a la carencia de operación y mantenimiento al sistema por parte del personal que labora en la entidad.	Los resultados del nuevo diseño hidráulico propuesto buscan primero trabajar uniformemente, obteniendo las menores perdidas de carga y sobre todo, que el cultivo no sufra de estrés hídrico que impidan su crecimiento y producción. Es por ello que se estableció que el material de las tuberías laterales sea de PVC de un diámetro de 16 mm, y los goteros tengan una separación de 0.80 metros, los goteros a utilizar sean goteros auto compensados, que garanticen la durabilidad, productividad y sostenibilidad económica a la región, ya que la entidad pertenece al ESTADO PERUANO.

5. El software SIGOPRAM, al momento de ingresar los datos del levantamiento topográfico y la evaluación de la necesidad hídrica del cultivo, hace correcciones y permite determinar las irregularidades en el presente sistema de riego presurizado en el cultivo palto; en el caso del diseño hidráulico evalúa y calcula la distribución de las tuberías primarias, secundarias, terciarias, porta laterales, laterales y cantidad de goteros a utilizar, demostrando que hay menos pérdida de carga si en el nuevo sistema de riego, los goteros se insertan cada 0.80m, es decir, que la distancia entre goteros sea de 80 cm, si en las tuberías laterales y porta laterales se utiliza un solo material para todas con diámetro característico. A parte el software permite determinar la disminución de pérdida de carga en la tubería principal y secundaria del todo el sistema, trabajando con un coeficiente de uniformidad igual o mayor al 90%. Este software SIGOPRAM, es de mucha ayuda ya que permitió obtener los mejores resultados para la evaluación y diseño del cultivo de palto.

6. La demostración de la importancia del riego presurizado se basa en los datos obtenidos, por medio de la aplicación del software SIGOPRAM creado con la finalidad de agilizar los cálculos de los sistemas de riego que trabajan a presión, y evaluar los existentes. Permitiéndonos adaptarnos a la tecnología y aprovechando ello para surgir económicamente como región, ya que tendremos más productividad en la agricultura, fuente primordial en el país.

3.2. DISCUSIÓN

1. Como resultado de la comparación en el diseño agronómico fue que existe una separación entre goteros de 0.5 a 1.5m, pero esta separación no ayuda al cultivo a su crecimiento y producción, por eso se induce a que la separación sea de 0.8 m, para poder abastecer del recurso hídrico al cultivo evitando que este llegue a su punto de marchitez.
2. En la comparación de la parte hidráulica del sistema con la propuesta, se puede deducir que, si llegáramos a trabajar con un coeficiente de uniformidad del 90% tendríamos mayor tolerancia de presión, mayor uniformidad en el riego respecto a la correcta colocación de goteros auto compensados y mangueras con diámetros de mayor calidad, conducción y distribución del recurso hídrico.
3. La aplicación del software a comparación de los otros que existen en el mercado y están enfocados a calcular el dimensionamiento de redes de conducción y distribución de flujos líquidos; este software SIGOPRAM, lo hace en el menor tiempo posible, basándose en las fórmulas de pérdidas de carga y ahorrando dinero en la compra del material hidráulico necesario.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. La evaluación del cultivo de palto permitió identificar cuáles son las fallas del actual cultivo que cuenta con un sistema de riego presurizado y porque es que el cultivo actualmente sufre estrés hídrico, y una serie de plagas que afectan su producción.
2. El nuevo diseño agronómico como hidráulico permite que el sistema de riego presurizado con el que actualmente cuenta el cultivo de palto sea corregido o desinstalado para instalar el propuesto, ya que la finalidad es salvar al cultivo y generar un incremento productivo y económico para la región.
3. Mediante el uso del software SIGOPRAM, se hizo más fácil la evaluación y nuevo diseño hidráulico del esquema de riego presurizado. la ventaja del software es que trabaja articuladamente con el software Arc gis el cual permite para una investigación futura modelar el sistema propuesto.
4. La importancia de la evaluación del sistema de riego presurizado con el que cuenta el cultivo del palto es porque se procura salvar el cultivo, demostrando que con las correcciones de este o con la instalación del sistema propuesto se está haciendo viable y un modelo de sistema presurizado que permita que cada agricultor que visita al Centro Experimental desee tener sistemas presurizados en sus tierras.

4.2. Recomendaciones

1. Se sugiere que se evalúe todos los cultivos existentes en el Centro Experimental Tumpis, para así descubrir cuáles son sus carencias y mejorarlas, con la finalidad incentivar al crecimiento productivo y económico de la región.
2. Si sugiere que al hallarse más del 50% de fallas en el sistema, este no se corrija sino se desístale y se vuelva a instalar un sistema nuevo, teniendo en cuenta los diseños agronómicos e hidráulicos calculados para el cultivo deseado.
3. Existen muchos softwares en el mercado de riego, pero entre todos se recomienda trabajar con el software SIGOPRAM, ya que este cuenta con actualizaciones anuales, y calcula una serie de parámetros que van desde el coeficiente de uniformidad hasta el presupuesto del proyecto. Es un software muy completo comparado con otros en el mercado.
4. Es importante evaluar los cultivos que cuentan con sistemas de riego presurizado, y sobre todo el cultivo que es tema de investigación del presente trabajo, ya que con su evaluación pasa hacer un modelo a seguir para todas las personas, trabajadores que visiten y se inclinen por conocer o investigar más el ámbito de riegos, ya que es y seguirá siendo un ámbito muy extenso e interesante de conocer.

5. Referencias Bibliográficas

(INIA), I. D. (2020). *Diseño de sistema de riego tecnificado*. Lima.

(PSI), P. S. (2006). *Sistemas de riego eficientes aplicados a la diversidad de cultivo. programa de riego tecnificado*.

A., T. (2012). *Diseño de un sistema de riego por goteo para los cultivos en zonas con escasas de agua*.

CAMACHO, D. &. (2015). *Evaluación técnica y económica de la instalación de riego tecnificado en la comunidad de sambara y alto, centro, margaritayoc e isilluvoc, distrito de santa ana, provincia la convencion.cusco. cusco*.

CHAPOÑAN, S. (2016). *Evaluación de dos sistemas de riego presurizado por goteo y gravedad por surcos y su influencia en el rendimiento en el cultivo de citrullus lanatus "sandía" en la región tumbes*.

DE LAS CRUZ, J. (2015). *Evaluación del coeficiente de uniformidad y eficiencia de aplicación en el sistema de riego por aspersión pacurisocos. ayacucho*.

FORTES.P., S. (2018). *SIGOPRAM. Aplicación sig para el diseño óptimo de redes de riego presurizadas a demanda o turnos*.

GARRIGUES, A. D. (2019). *SIGOPRAM. Aplicación del sig para el diseño optimo de redes de riego presurizadas a demanda o turnos*.

GARRIGUES, E. A. (2018). *Utilización del software sigopram, en proyectos de riego*.

INIA. (2019). *Diseño de sistemas de riego tecnificado*. Lima.

LESUR. (2016). *La función de los sistemas de riego*.

R., A. (2011). *Apuntes de clase de riego sistemas de riego a presión, ingeniero agrícola*.

- R., I. D. (2018). *Diseño de un sistema de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de guanábana "ANNONA MURICATA" mediante el uso de las herramientas sig.*
- SANTOS. (2011). *El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la parroquia santa rosa de la ciudad de ambato, provincia de tungurahua.*
- TAKAEZU, R. (2017). *Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento villa cuajone, southern Perú copper corporation, moquehua, peru.*
- TURPO, H. (2017). *Evaluación y diseño de un sistema de riego poraspersión en la comunidad campesina juan velasco alvarado del distrito de nuñoa-melgar-puno.*
- Abreu, R. y. (s.f.). *Sistemas de Riego Localizado .*
- Aigües del Segarra Garrigues, S. (. (s.f.). *SOFTWARE SIGOPRAM. Aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda-SIGOPRAM. España.*
- Cabello, F. P. (1996). *Riego por localización. madrid,barcelona, mexico.*
- Camacho, D. &. (2015). *Evaluación técnica y económica de la instalación de riego tecnificado en la comunidad de Sambara y alto, centro, Margaritayoc e Isilluvoc, distrito de Santa Ana, provincia la Convencion.cusco. cusco.*
- CHOW, J. L. (2018). *PAG 1 Y 2.Sistemas de riego localizado.*
- Fortes.P., S. (2018). *SIGOPRAM. Aplicación sig para el diseño óptimo de redes de riego presurizadas a demanda o turnos.*
- Garrigues, e. A. (2018). *Utilización del software SIGOPRAM, en proyectos de riego.*
- Karmeli, K. y. (1972). *Porcentaje de area mojada.*
- Lesur. (2016). *La función de los sistemas de riego.*
- R., I. D. (2018). *Diseño de un sistema de riego por microaspersión automatizado para el cultivo de guanábana "annona muricata" mediante el uso de las herramientas SIG.*

SOUBANNIER, H. (1985). 125. Diseño de sistemas de riego presurizado.

ZUÑIGA, E. (2004). 137. Sistemas de riego.

ANEXOS



Anexos 1. Centro Experimental Tumpis- Vuelo De Dron.



Anexos 2. Área de investigación, colinda a la izquierda con el cultivo de maracuyá y a la derecha con el cultivo de uva.



Anexos 3. Toma de coordenadas de la fuente de abastecimiento hídrica del CET.



Anexos 4. Toma de coordenadas del cabezal de filtrado que cumple la función de regar a la mayoría de los cultivos existentes en el CET.



Anexos 5. Interior del cabezal de filtrado que cumple la función de regar todos los cultivos existentes en el CET.



Anexos 6. Toma de coordenadas del cabezal de fertirriego del cultivo de palto.



Anexos 7. Toma de coordenadas de la parcela que cuenta con el sistema de riego presurizado evaluado.



Anexos 8 . Resultados de la conductividad eléctrica del agua de riego de la parcela ubicada en el CET.



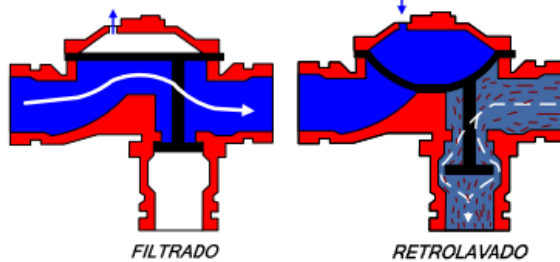
Anexos 9. Cultivo de palto acompañado de sus mangueras de riego que integran cuatro emisores por planta, entregando 4 l/h cada uno.



Anexos 10. Evaluación del coeficiente de uniformidad del sistema de riego presurizado instalado.

➤ Válvulas de retrolavado modelo 57 / 58 / 58P

- Entrada / salida → 4" ó 3"
- Venteo de retrolavado → 4", 3" ó 2"
- Cámara simple
- El ACTUADOR es el diafragma.
- El OBTURADOR → en modo filtrado, el disco metálico obtura el venteo.
→ en modo retrolavado, el diafragma obtura el puerto aguas arriba
- **Modelo 57** → Cuerpo de fundición / recubrimiento en poliéster / entrada bridada / salida roscada o Victaulic
- **Modelo 58** → Cuerpo de fundición / recubrimiento en poliéster / entrada Victaulic / salida roscada o Victaulic
- **Modelo 58P (Plaslite)** → Cuerpo de nylon reforzado con fibra de poliéster / entrada Victaulic / salida roscada o Victaulic
- Mínima presión de entrada: en modelo metálico 57 & 58 → 7 mca
en modelo plástico 58P → 3 mca
- Máxima presión de entrada: en modelo metálico 57 & 58 → 100 mca
en modelo plástico 58P → 60 mca



En modo FILTRADO, flujo recto. El disco metálico obtura el puerto venteo.
En modo RETROLAVADO, el diafragma obtura la entrada del puerto aguas arriba y el disco libera la salida hacia el venteo.

Anexos 11. Válvulas de lavado y retro lavado de 4", marca- Dorot.

CATÁLOGOS DE CABEZALES DE FILTRADO Y FERTIRRIEGO

BERMAD Irrigation



400 Series
On/Off Control

Hydraulic Control Valve

IR-405-Z

The BERMAD Hydraulic Control Valve is a hydraulically operated, diaphragm actuated control valve that opens and shuts off in response to a pressure command.

Features and Benefits

- Hydraulic Control Valve
 - Line pressure driven
 - Hydraulically controlled On/Off
- Advanced Globe Hydro-Efficient Design
 - Unobstructed flow path
 - Single moving part
 - High flow capacity
- Fully Supported & Balanced Diaphragm
 - Requires low opening and actuation pressure
 - Progressively restrains valve closing
 - Prevents diaphragm distortion
- User-Friendly Design
 - Simple in-line inspection
 - Easy addition of control features



Typical Applications

- Computerized Irrigation
- Distribution Centers
- Irrigation Machines
- Low Supplied Pressure Irrigation Systems



[1] BERMAD Model IR-405-Z opens upon local manual command.

[2] BERMAD N.C. Main Valve Model IR-405-54-R2

[3] BERMAD Water Meter Model WPH

[4] BERMAD Strainer Model 70F

[5] BERMAD Air Valve Model ARC-A-I-I

[6] BERMAD Vacuum Breaker Model 10" - ARV



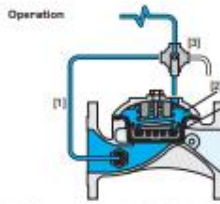
168

400 Series

On/Off Control

Flow Chart

1000



Operation

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.



Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

Line Pressure [1] is applied to the Control Chamber [2] through the Manual Selector [3]. This creates superior closing force that moves the Diaphragm Assembly [4] toward a closed position. Discharging pressure from the control chamber causes the line pressure acting on the diaphragm assembly to move the valve to an open position.

169

9200 VÁLVULA DOSIFICADORA AUTOMÁTICA (AMV) REDUCTORA DE PRESIÓN



El Modelo 9200, Válvula Dosificadora Automática Reductora de Presión, está constituido por un medidor de turbina vertical tipo Woltmann, por una válvula de control accionada por diafragma y equipada con una válvula piloto reductora de presión y una válvula auxiliar de cierre para aplicaciones de dosificación. Este conjunto está provisto de tres funciones principales independientes:

Principales Funciones Independientes:

- Medición precisa del agua.
- Suministro de una cantidad preestablecida de agua pese a los cambios de presión o caudal.
- Mantenimiento de una presión constante preestablecida aguas abajo, pese a los cambios en el caudal o en la presión de aguas arriba.

Principales Aplicaciones:

- Sistemas de riego semiautomáticos donde las condiciones topográficas requieran la necesidad de reducir presiones.
- Sistemas industriales que requieran de dosificación y presiones constantes.
- Mediciones de agua.

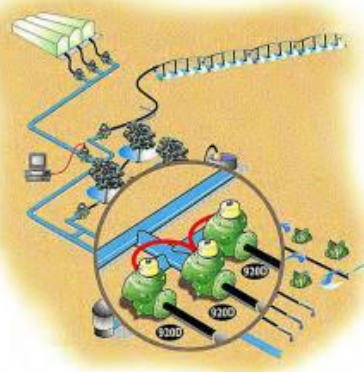
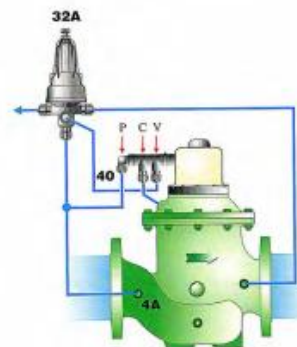


Diagrama de control:

- 4A: Filtro en Línea
- 32A: Piloto de 3 vías.
- 40: Válvula Piloto de 3 vías (AMV)

Nota:
Para las válvula pilotos opcionales consulte la sección de accesorios de este catálogo.



Anexos 13. Catálogo de válvulas reductoras de presión con hidrómetro incluido de 4", marca- Dorot.

HIDRANTE DE RIEGO

Tipos de Válvulas

CONTROL VALVES

900 Serie CATALOGO



La válvula hidrante de riego está constituida por una válvula que tiene una brida de entrada y varios orificios de salida, que pueden ser, o bien bridas de forma triangular, o bridas de tipo estándar. La válvula está formada por una cubierta, un eje y un dispositivo de cierre manual. Los componentes de la válvula están ensamblados y permiten una variación progresiva del caudal durante el proceso de apertura o cierre de manera que no provoquen golpes de ariete en el sistema colectivo de distribución.

Tipo F-82:

Conexiones finales:

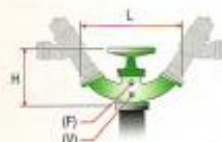
Entrada: 3" (80mm) cualquier estándar de bridas
(Opción: brida de 100mm)

Salidas: 2 1/2". Brida triangular.

Tipo opcional: F-81 con una única salida.

F - Orificio opcional para Válvulas Automáticas Antiheladas.

V - Orificio opcional para colocación de Ventosas.



Tipo A-102:

Conexiones finales:

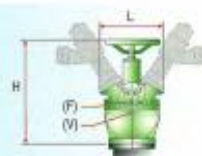
Entrada: 4" (100mm) cualquier brida estándar.

Salidas: 4" (100mm), redonda, cualquier brida estándar.

Tipo opcional: A-102 con brida de entrada de 6" (150mm).

F - Orificio opcional para Válvulas Automáticas Antiheladas.

V - Orificio opcional para colocación de Ventosas.



Tipo A-104:

Conexiones finales:

Entrada: 4" (100mm) bridas estándar.

Salidas: 2 1/2" en bridas con forma triangular.

Tipo Opcional: A-104 con brida de entrada de 6" (150mm).

F - Orificio opcional para Válvulas Automáticas Antiheladas.

V - Orificio opcional para colocación de Ventosas.

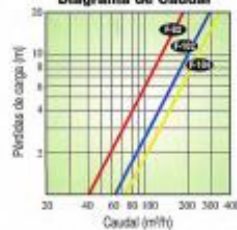


Dimensiones y pesos:

Tipo	F-82	A-102	A-104
L (mm)	400	520	360
H (mm)	300	690	640
Peso (Kg.)	270	65.0	51.5
No. de salidas:	1-2	1-2	1-4

* Existen otros tipos a disposición del cliente bajo pedido.

Diagrama de Caudal



Anexos 14. Catálogo de Hidrante de riego de 4", marca- Dorot.

Filtro ROTODISK AUTOMATICO

irritec

Il filtro Rotodisk Automatico è un filtro a tee in poliammide rinforzata con fibra di vetro, dotato di un particolare sistema meccanico-idraulico che ne permette il controllavaggio automatico. I filtri Rotodisk Automatici, opportunamente installati in batteria con l'utilizzo di idrovalvole e di una centralina di comando, permettono di mantenere la continuità del ciclo irriguo e di ridurre gli sprechi d'acqua e la manodopera necessaria alla manutenzione di una stazione di filtraggio. La vasta gamma di collettori disponibili (da 3" a 8") e le varie configurazioni possibili (da 2 a 8 filtri) permettono di automatizzare qualsiasi tipo di impianto.

Elemento filtrante a dischi con sistema meccanico-idraulico per il controllavaggio automatico e distributore per una migliore efficienza di filtraggio.



* Disponibile BSP - NPT

ROTODISK AUTOMATICO

Irritec

Filtro autopulente in poliammide rinforzata con fibra di vetro

Sistema di chiusura con fascio in acciaio inox

Superficie filtrante: 1400 cm²

Grado di filtrazione: 120 mesh - 130 micron

Massima pressione di esercizio: 10 bar a 20°C

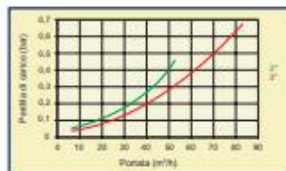
Portata: 2" 20 m³/h

3" 30 m³/h

Minima pressione di controlavaggio: 3 bar

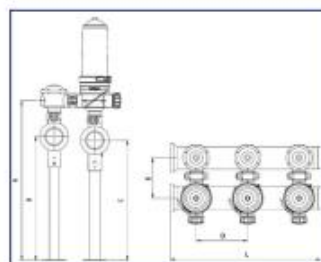
Attacchi disponibili: 2", 3" filettati BSP NPT, attacchi Victaulic, attacchi misti

(filettati + Victaulic in tutte le combinazioni)



2"	Portata m³/h	n. filtri	Ø collettore	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	L [mm]
	40	2	2" - 50 mm	1050	434	790	329	284	1710
	40	2	2" - 110 mm	1070	444	800	329	284	1710
	60	3	2" - 110 mm	1070	444	800	329	284	1910
	80	4	2" - 110 mm	1070	444	800	329	284	1910
	100	5	2" - 160 mm	1120	459	831	329	284	1910
	120	6	2" - 160 mm	1120	459	831	329	284	1910
	140	7	2" - 200 mm	1160	489	851	329	284	2210
	160	8	2" - 200 mm	1160	489	851	329	284	2210

3"	Portata m³/h	n. filtri	Ø collettore	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	L [mm]
	60	2	2" - 110 mm	1070	444	800	329	284	1710
	90	3	2" - 110 mm	1070	444	800	329	284	1910
	120	4	2" - 160 mm	1120	459	831	329	284	1910
	150	5	2" - 160 mm	1120	459	831	329	284	1910
	180	6	2" - 200 mm	1160	489	851	329	284	2210
	210	8	2" - 200 mm	1160	489	851	329	284	2210



Anexos 15. Catálogo de Filtro de anillas, marca- Rotodisk.

VÁLVULAS DE ESFERA

Se caracterizan por su durabilidad, seguridad y operatividad.

Datos técnicos

- **Materiales:**
 - Cuerpos: Polipropileno y fibra de vidrio.
 - Juntas: NBR y SHORE M.
 - Asientos de bola: Polietileno.
 - Manguito para encolar: PVC.
 - El manguito roscado: con refuerzo metálico.
 - Presión Nominal: PN 16 a 20^o C.
- Planeta con doble posicionamiento.
- Imposibilidad de bloqueo del eje/bola por la presión de la contrapresión.

Peso y dimensiones válvulas

Válvula de Esfera Lisa

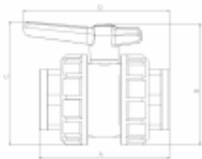
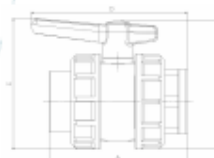
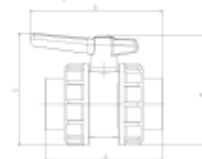
Diám.	A	B	B	C
20	84/4	77/5	79/5	136/5
25	88/8	84/2	86/0	114/8
32	120/5	105/1	107/4	147/6
40	130/4	121/3	123/4	152/6
50	150/4	142/2	144/8	180/1
63	170/2	158/3	160/5	192/5

Válvula de Esfera Mixta

Diám.	A	B	B	C
20	88/2	77/8	79/6	113/7
25	96/5	84/2	86/0	117/7
32	122/5	106/1	107/4	150/1
40	132/6	121/3	123/3	154/6
50	150/0	142/2	145/5	185/7
63	171/0	158/2	162/5	192/5

Válvula de Esfera Roscada

Diám.	A	B	B	C
20	88/3	77/8	79/6	113/7
25	102/2	84/3	86/0	117/7
32	125/2	105/1	107/3	150/1
40	134/9	121/3	123/3	156/0
50	157/6	142/2	145/5	180/7
63	171/5	158/2	162/5	192/5



Fil. Ind. del Mediterráneo, s/ La Florida nº 5 • 46030 Alzira (Valencia) (España)
Tel. 900 969 080 - Fax 96 141 54 05 - e_igustmondragon@telefonos.com

Anexos 16. Catálogo de Válvulas de activación, marca- Mondragón.

INYECTOR DE FERTILIZANTES SISTEMA VENTURI

La fertilización de las plantas, de manera simultánea con el riego, es condición indispensable para obtener un rendimiento agrícola y una producción de excelente calidad.

- Fabricado con material plástico de excelente calidad.
- Resistente al uso de fertilizantes y ácidos.
- Sin partes móviles.
- Mínimo desgaste.
- Compacto y de sencilla utilización.
- Para caudales de inyección entre 2 y 10 l/h.

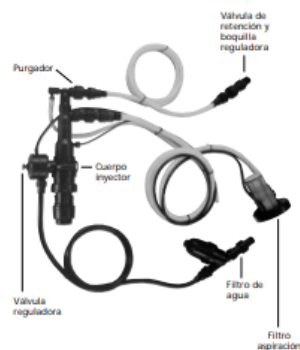
Características

Dimensiones:	largo:	290 mm
	alto:	352 mm
Presión de trabajo:		0,5 a 8 atm
Conexión:		3/4" m

Principios de funcionamiento

El inyector de Fertilizantes NETAFIM está basado en el principio de succión al vacío creado por un avanzado sistema Venturi. Esto representa la introducción del más reciente "know-how" en tecnología hidráulica y permite que este inyector funcione con pequeñas diferencias de presión entre el agua que entra en el mismo y el punto de inyección del abono, según caudales que se deseen inyectar.

- Para asegurar el normal funcionamiento del inyector, el caudal que debe pasar por el interior del mismo debe ser de 800-1000 l/h.
- Para evitar la entrada de aire al sistema, todos los puntos de conexión deben estar cerrados herméticamente (no usar Teflon ni materiales aislantes).
- El filtro de agua debe limpiarse periódicamente.
- El inyector lleva una flecha indicando el sentido de trabajo.
- En caso de obstrucción del orificio de aspiración debe limpiarse empleando para ello aire a presión, agua o ácido y no un elemento cortante que pueda dañarlo.



Regaber, s.a. - c/ Rafael Riera Prats, 57-59
08329 Vilassar de Dalt (Barcelona) Tel. 93 753 97 00 Fax 93 750 85 12
<http://www.regaber.com>

Regaber
s.a.

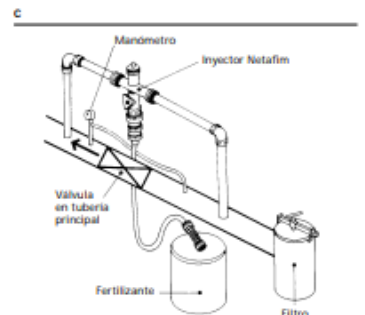
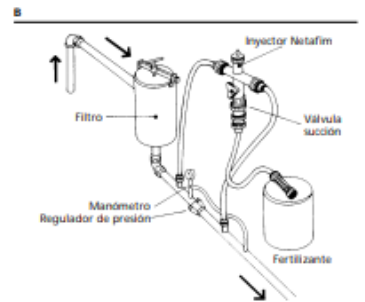
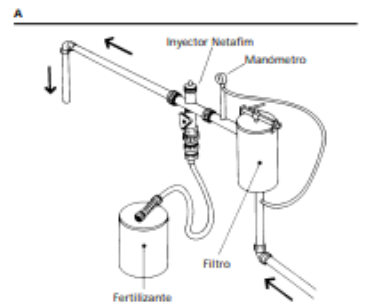
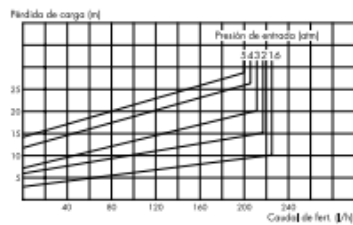
Sistemas de conexión del Inyector Netafim

- Cuando el caudal de la instalación es de 800-1000 l/h no es preciso conectar la bomba como by-pass, sino que todo el caudal pasa por el interior de la misma.
- Aprovechando la pérdida de carga producida por un elemento del sistema. (Regulador de Presión, Filtros, etc.).
- Con una válvula en la tubería principal y colocando la entrada y salida del inyector a ambos lados de dicha válvula.

Regulación de la cantidad de fertilizante

- Con boquilla de caudal constante.
Colocar la boquilla adecuada en el lugar indicado en la Fig. 1. El caudal de la boquilla está inscrito en el cuerpo de la misma.
- Sin boquilla de caudal constante.
Según la presión de entrada del inyector y la pérdida de carga producida en la tubería principal se obtienen distintos caudales de inyección, indicados en la Tabla.

Curvas de inyección de abono en función de la presión de entrada y la pérdida de carga producida



Anexos 17. Catálogo de Inyector de fertilizantes, marca- Netafim.

gal® VALVULAS PLASTICAS

DESCRIPCION

VALVULAS CON DIAFRAGMAS DE CIERRE DIRECTO, ACTUADAS POR PRESION DE LA RED O PRESION NEUMATICA, IGUAL A LA RED. EL DIAFRAGMA DE HULE REFORZADO CIERRA EL PASO DE FLUJO CUANDO LA PRESION DE LA LINEA ES CONDUCCION HACIA LA CAMARA DE MANDO DE LA VALVULA. ORDENANDO EL AGUA DE LA CAMARA A LA ATMOSFERA O AGUAS ABAJO - CAUSA LA APERTURA DE LA VALVULA. EL UNICO COMPONENTE MOVIL DE LA VALVULA ES EL DIAFRAGMA, NO SE ENCUENTRAN EJE, JUNTA O CUNETES EN EL PASO DE FLUJO. LA VALVULA ESTA FABRICADA DE MATERIALES RESISTENTES Y DE ALTA CALIDAD. EXISTEN DIFERENTES VERSIONES DE DISEÑO COMO: ESTRANGULADOR, SOLENOIDE INTEGRAL Y FUNCIONES VARIAS DE CONTROL (MANUAL, REGULACION DE PRESION ETC.). LA AMPLIA GAMA DE VERSIONES RESPALDA LAS NECESIDADES DEL USUARIO.



VALVULA ABIERTA



VALVULA CERRADA

VENTAJAS

- SIMPLICIDAD EXCEPCIONAL
- PRESTACION HIDRAULICA SUPERIOR
- CONTROL FIABLE DE LIQUIDOS CORROSIVOS
- DE PESO LIVIANO
- MANTENIMIENTO MINIMO - MAXIMA FIABILIDAD
- ECONOMICA



MODELO 95



MODELO 96



MODELO 96-6



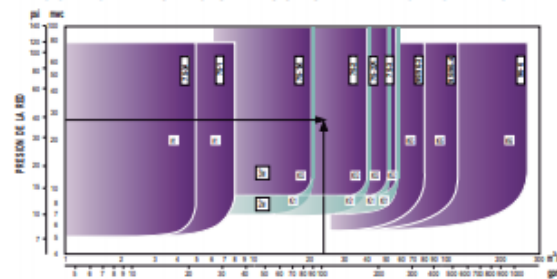
MODELO 75-1-E/D2



MODELO 75-2-1-E/D2

GUÍA DE SELECCIÓN DE DIÁMETROS

EL GRÁFICO SE BASA EN DESCARGAS Y PRESIONES PARA LA PROPIA SELECCIÓN DE DIÁMETROS.



UBICAR LA DESCARGA SOBRE EL EJE HORIZONTAL Y MARCAR UNA LÍNEA VERTICAL.
UBICAR LA PRESIÓN SOBRE EL EJE VERTICAL Y MARCAR UNA LÍNEA HORIZONTAL-DERECHA.
EL PUNTO DE ENCUENTRO MARCA EL DIÁMETRO APROPIADO DE LA VÁLVULA.
EJEMPLO: PRESIÓN: 28 mca (40 psi) - DESCARGA: 23 m³/h (100 gpm). MODELO APROPIADO = 75 - 2".

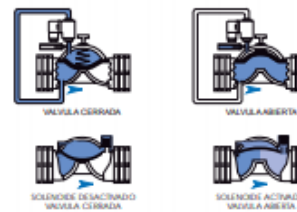
PRINCIPIO DE OPERACIÓN

1 MANDO 3 - VIAS

EL DISPOSITIVO DE CONTROL CONDUCE AGUA A LA CÁMARA DE MANDO DE LA VÁLVULA, CERRANDO LA MISMA O DRENA LA CÁMARA A LA ATMÓSFERA, ABRIENDO LA VÁLVULA.

2 MANDO ELÉCTRICO 2 - VIAS

UN SOLENOIDE DESACTIVADO CIERRA LA SALIDA DE LA CÁMARA DE MANDO. LA CONEXIÓN PERMANENTE ENTRE AGUAS ARRIBA Y LA CÁMARA DE MANDO ASEGURA LA PRESENCIA DE PRESIÓN EN LA CÁMARA, CERRANDO LA VÁLVULA. LA ACTIVACIÓN DEL SOLENOIDE PROVOCA EL DRENAJE PERMANENTE AGUAS ABAJO, ABRIENDO LA VÁLVULA.



MODEL SELECTION TABLE

MODELO	MATERIAL	CONEXIÓN	DIÁMETRO	VERSION ESTRUCTURAL	75						95			95		
					GRP						UPVC			UPVC		
					PULG	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3	3	4	6	
					mm	20	25	40	50	65	80	80	90	110	160	
					CÓDIGO											
	BÁSICA				-											
	ESTRANGULADOR				1											
	2-VIAS INT. MANDO ELEC. (SW)				8-02											
	2-VIAS INT. MANDO ELEC. (SW)				8-02											
	ESTRANG. + MANDO ELEC. 2-VIAS				1-6-02											
	ESTRANG. + MANDO ELEC. 3-VIAS				1-6-03											

ABREVIATURAS:

● GRP = POLIAMIDA REFORZADA CON VIDRIO ● UPVC = CLORURO DE POLIVINILO NO-PLASTIFICADO ● TH = ROSCADO ● SW = PEGADO C. SOLVENTE.
PARA OTRAS FUNCIONES - VEA SECCIÓN F.

Anexos 18. Catálogo de Válvula reguladora de presión, marca-Dorot.

2.- PRODUCTOS NICOLL

Tuberías Nicoll Unión Flexible (UF)

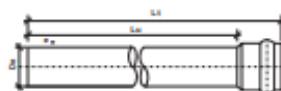
Características del sistema de empalme unión Flexible (UF)

Este novedoso sistema de empalme para la tubería presión de PVC - U que introdujo en el medio Nicoll Perú S.A. como sistema KM, ha sido experimentado hace varios años en diversos países del mundo. EL sistema UF se constituye como un método de empalme para tubos de PVC - U, eficiente y seguro mediante el uso de los anillos de caucho especialmente diseñados para tal efecto.

Además de las ventajas propias de la tubería PVC - U; la Unión UF tiene las siguientes ventajas:

- 1) Fácil de ensamblar. El diseño de la Unión reduce a un mínimo los riesgos de hacer un acople defectuoso.
- 2) La Unión UF permite un amplio grado de movimiento axial para acomodarse a cambios de longitud originados por variaciones de temperatura en instalaciones enterradas. Cada empalme se comporta como una junta de dilatación.
- 3) La tubería está lista para trabajar una vez que ha sido hecha la instalación; ya que, al no utilizar pegamento, no hay que dar tiempo de espera para el secado ni se requiere fijar la zona de empalme, lo cual posibilita el trabajo bajo lluvia.
- 4) Es una junta completamente hermética en ambos sentidos, puede soportar vacío parcial o alternativamente presión externa cuando se instala en terrenos inundados.
- 5) Para cualquier tipo de reparaciones, es fácilmente desmontable, minimizando tiempo y costos por este concepto.
- 6) Los rendimientos de instalación de nuestras tuberías de PVC - U con Unión Flexible UF son muy elevados, comparados con cualquier otro tipo de tubo existente en el medio.

2.1 Tubos PVC - U Presión NTP - ISO 4422 Unión Flexible



Factor de seguridad F=2,5

Di (mm)	De (mm)	Di (mm)	e (mm)	L1 (mm)	Lu (m)	Peso Mínimo (kg)
Clase 5 (Serie 20) SDR=41						
63	63,0	59,8	1,6	6	5,88	2,592
75	75,0	71,2	1,9	6	5,87	3,665
90	90,0	85,6	2,2	6	5,86	5,097
110	110,0	104,6	2,7	6	5,85	7,645
140	140,0	133,0	3,5	6	5,83	12,608
160	160,0	152,0	4,0	6	5,82	16,467
200	200,0	190,2	4,9	6	5,80	25,228
250	250,0	237,6	6,2	6	5,76	39,889
315	315,0	299,6	7,7	6	5,74	62,443
355	355,0	337,6	8,7	6	5,72	79,506
400	400,0	380,4	9,8	6	5,70	100,912
Clase 7,5 (Serie 13,3) SDR=27,6						
63	63,0	58,4	2,3	6	5,88	3,684
75	75,0	69,4	2,8	6	5,87	5,335
90	90,0	83,4	3,3	6	5,86	7,550
110	110,0	102,0	4,0	6	5,85	11,189
140	140,0	129,8	5,1	6	5,83	18,196
160	160,0	148,4	5,8	6	5,82	23,602
200	200,0	185,4	7,3	6	5,80	37,122
250	250,0	231,8	9,1	6	5,76	57,851
315	315,0	292,2	11,4	6	5,74	91,335
355	355,0	329,2	12,9	6	5,72	116,459
400	400,0	371,0	14,5	6	5,70	147,610
Clase 10 (Serie 10) SDR=21						
63	63,0	57,0	3,0	6	5,88	4,750
75	75,0	67,8	3,6	6	5,87	6,783
90	90,0	81,4	4,3	6	5,86	9,725
110	110,0	99,4	5,3	6	5,85	14,644
140	140,0	126,6	6,7	6	5,83	23,569
160	160,0	144,6	7,7	6	5,82	30,947
200	200,0	180,8	9,6	6	5,80	48,236
250	250,0	226,2	11,9	6	5,76	74,772
315	315,0	285,0	15,0	6	5,74	118,752
355	355,0	321,2	16,9	6	5,72	150,786
400	400,0	361,8	19,1	6	5,70	191,986
Clase 15 (Serie 6,6) SDR=14,2						
63	63,0	54,2	4,4	6	5,88	6,804
75	75,0	64,4	5,3	6	5,87	9,749
90	90,0	77,4	6,3	6	5,86	13,915
110	110,0	94,6	7,7	6	5,85	20,787
140	140,0	120,4	9,8	6	5,83	33,672
160	160,0	137,6	11,2	6	5,82	43,980
200	200,0	172,0	14,0	6	5,80	68,718
250	250,0	215,0	17,5	6	5,76	107,372
315	315,0	271,0	22,0	6	5,74	170,106

Nicoll

- 14 -

Anexos 19. Catálogo de Tuberías de plástico marca Nicoll.

D-040 VALVULA VENTOSA COMBINADA "BARAK" 2"

PATENTE

El confiable funcionamiento de este dispositivo reduce los casos de aumento brusco de la presión del agua (golpes de ariete).

Su diseño dinámico permite la descarga de aire a alta velocidad, evita el cerrado prematuro.

De peso liviano, pequeñas dimensiones, con una estructura simple y confiable.

El cuerpo es de plástico muy robusto todas las piezas operativas han sido fabricadas con materiales especialmente elegidos por su resistencia a la corrosión.

La salida de drenaje permite eliminar los fluidos innecesarios.

Límites de presión de trabajo: 2" 0,3-16 bar (3-230 psi).

Disponible en 1/4" (20mm), 1" (25mm), 2" (50mm) Rosca BSPT/NPT.

Máxima temperatura de operación: 90°C (194°F).



Componente automático

- Patente de A.R.I. Goma Desplegable de Sellado (Cierre Hermético).
- Reduce en gran medida la obturación debido a materias foráneas.
- Purga grandes volúmenes de aire hasta 160 m³/h.
- Un orificio de un solo tamaño para una amplia gama de presiones (hasta 16 bar/230 psi).
- Mecanismo de auto-limpieza.

Opcional:

* D-040-VAC: Dispositivo verificador de vacío. Obtenible como una válvula que sólo descargará aire del sistema y no la admitirá cuando este último esté sometido a presión.

* D-040-T: Con válvula térmica (de bolla).

* D-040-P: Con base de nylon o D-040-B: Base de latón a pedido.

Disponible para usos industriales con materiales adecuados a diferentes fluidos. Por favor contactarse con análisis del fluido.

Pedidos

En sus pedidos, por favor especifique: Modelo, Tamaño Nominal, Estándar de la conexión, Presión Máxima, Recubrimiento especial.



A.R.I. Flow Control Accessories

Rtar Charuv, 12932 Israel Tel. 972-4-6761968 Fax. 972-4-6763402 <http://arivalves.com>

SC00402302

Anexos 20. Catálogo de Purgador de aire, marca A.R.I.



C1 1/2x2-5.7T

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA MONOBLOCK SERIES ByC

DESCRIPCION GENERAL

Equipo de bombeo compacto, de alta eficiencia y robusto. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento. Diseñado para trabajo pesado.

DETALLES CONSTRUCTIVOS

Motor Monofásico: Para suministro monofásico de 220/110V, 60Hz, 3450 RPM. Eje de acero inoxidable AISI 420. Rodamientos sellados y prelubricados. Con protector térmico contra sobrecargas.

Motor Trifásico: Totalmente cerrado (TEFC), aislamiento clase B. Para suministro trifásico de 220/440V, 60 Hz, 3450 RPM. Medidas según norma IEC. Eje en acero AISI 1045. Rodamientos sellados y prelubricados. No requiere mantenimiento.

Caja: Fabricada en hierro fundido gris. Probada hidrostáticamente.

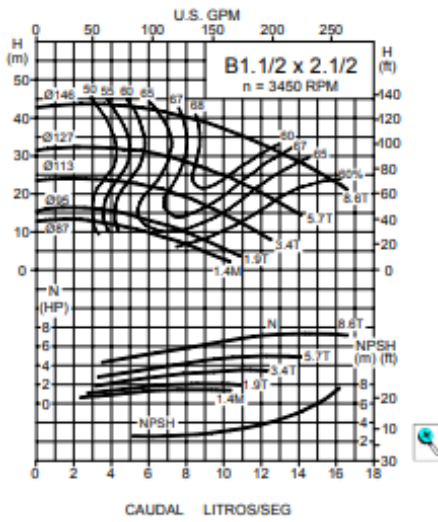
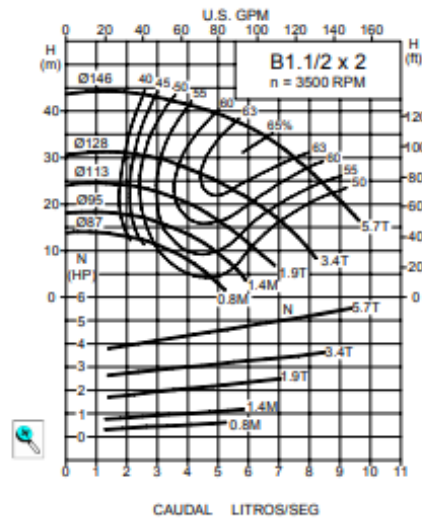
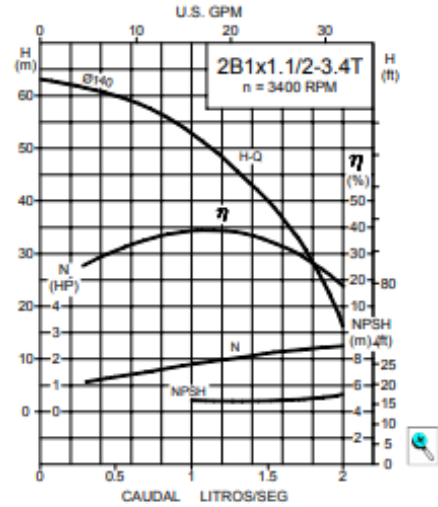
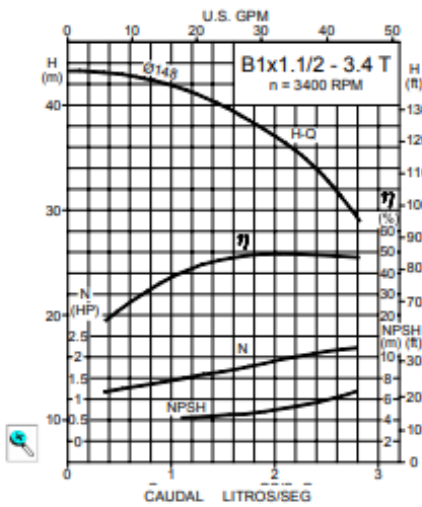
Impulsor: Tipo centrífugo. Fabricado en hierro fundido gris o bronce al silicio, con alta resistencia a la corrosión y al desgaste. Balanceado estática y dinámicamente para evitar vibraciones. Está montado directamente sobre el eje del motor, asegurando un perfecto alineamiento.

Sello mecánico: Marca John Crane, Tipo 6 para ejes de $\varnothing 3/8"$ y Tipo 21 para los ejes de $\varnothing 1.1/8"$. Construido con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbón, permite operaciones en condiciones severas de hasta 90°C y 75 psi. No requiere ajuste ni mantenimiento.

APLICACIONES

Suministro de agua potable en edificios de gran altura, recirculación de líquidos, riego tecnificado, equipos hidroneumáticos, industrias y minería.

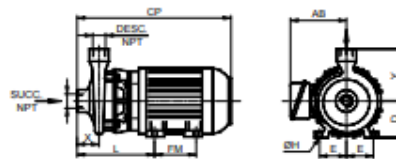
CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



DATOS TECNICOS

MODELO	DIAMETRO S/C (PULG.)		F.S.	MOTOR		
	DESC. SUC.	DESC. DES.		HP	POSIBLE	
B1x1 1/2-3.4 T	1 1/2"	5/8"	1.0	3.4	NEMA F56H	
2B1x1 1/2-3.4 T				3.4	NEMA F56H	
B1 1/2x2-0.8 M				0.8	NEMA C56	
B1 1/2x2-1.4 M				1.4	NEMA C56	
B1 1/2x2-1.9 T				1.9	NEMA F56H	
B1 1/2x2-3.4 T				3.4	NEMA F56H	
B1 1/2x2-5.7 T				5.7	SC 108L	
B1 1/2x2 1/2-1.4 M	1 1/2"	5/8"		1.4	NEMA C56	
B1 1/2x2 1/2-1.9 M				1.9	NEMA F56H	
B1 1/2x2 1/2-3.4 T				3.4	NEMA F56H	
B1 1/2x2 1/2-5.7 T				5.7	SC 108L	
B1 1/2x2 1/2-8.6 T				8.6	SC 112M	
C1 1/2x2-5.7 T	1 1/2"	1 1/8"		5.7	SC 108L	
C1 1/2x2-8.6 T				8.6	SC 112M	
C1 1/2x2 1/2-11.5 T				11.5	SC 132C	
2C-1 1/2x2-5.7 T				5.7	SC 108L	
2C-1 1/2x2-8.6 T				8.6	SC 112M	
2C-1 1/2x2-11.5 T				11.5	SC 132C	
2C-1 1/2x2-11.5 T				11.5	SC 132C	

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS



MODELO	SUC.	DES.	AB	CP	D	E	FM	6H	L	X	Y	PESO Kg.
B1x1 1/2-3.4 T	1.1/2"			441	95				115	50	150	26.2
B1 1/2x2-0.8 M				385								26.0
B1 1/2x2-1.4 M	2"	1.1/2"		427	108				130	70		25.6
B1 1/2x2-1.9 T				457		70					155	25.1
B1 1/2x2-3.4 T			95	447								28.0
B1 1/2x2 1/2-1.4 M	2.1/2"	1.1/2"		477	95				150	90		27.1
B1 1/2x2 1/2-1.9 T				490								30.7
B1 1/2x2 1/2-3.4 T	1.1/2"	1"		490					163	90	150	33.1
B1 1/2x2-5.7 T	2"			482	100	80			241	70		42.8
B1 1/2x2 1/2-5.7 T	2.1/2"			502	113				281	90	155	46.3
B1 1/2x2 1/2-8.6 T		1.1/2"	160	523	112	95			268			53.0
C1 1/2x2-5.7 T	2"		160	482	113	80			241	70	170	47.6
C1 1/2x2-8.6 T			175	503	112	95			248			54.3
C1 1/2x2 1/2-11.5 T	2.1/2"		205	555	132	108	140	12	282	85	180	75.9
2C-1 1/2x2-5.7 T	2"	2"	160	571	113	80			297	100	200	76.2
2C-1 1/2x2-8.6 T		1.1/2"	175	548	112	95			286			55.8
2C-1 1/2x2-11.5 T			205	588	132	108			312	115	180	82.4
												81.7

MEDIDAS EN MM.

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA
MONOFASICA: 220V/60 Hz y C
CONEXION: 1/2"



Anexos 21. Catálogo de Electrobomba centrífuga, marca Hidrostal.

Serie 200

Válvulas Plásticas de Control Hidráulico/Eléctrico

Para Residencias, Comercios y Sistemas de Riego Agrícola

Las válvulas plásticas de control hidráulico, **Bermad Serie 200**, son fabricadas en tamaños de 3/4" a 2" de tipo globo o angular. Estas válvulas de control permiten alta capacidad de funcionamiento, siendo prácticamente la última palabra en hidráulica y tecnología de plásticos.

Características

- Fabricadas en plásticos de alta tecnología, resistentes a la corrosión y a la radiación U. V., con partes de goma sintética y acero inoxidable.
- Alta capacidad de flujo con bajas pérdidas de carga.
- Operan en un amplio margen de presiones.
- Limitador de caudal manual, permite regular la apertura de la válvula de acuerdo al flujo requerido.
- Llave de operación manual, para abrir la válvula en caso de fallo en el suministro de electricidad.
- Solenoide de alta performance y bajo consumo eléctrico.
- Variada gama de modelos de válvula de control, eléctricas y operadas por presión hidráulica.
- Orificio autolimpiante asegura el funcionamiento confiable de la válvula aún con "Aguas duras". (En modelos eléctricos).





Datos Técnicos

Tipo de válvula:
Globo, Angular y Oblicuo (V)

Tamaño: 3/4", 1", 1 1/2" y 2"

Conexión: Rosca hembra, BSP, NPT

Norma de Presión:
- ISO: PN 10
- ANSI: Clase 125

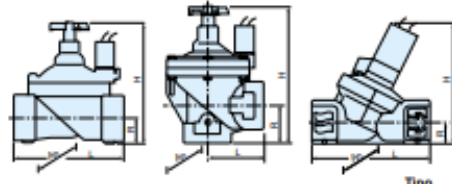
Rango de Presión:
0.7-10 bar (10-150 psi)

Rango de Temperatura:
Agua hasta 80° (180°F)

Datos Eléctricos:
- Estándar:
Voltaje: 24V AC (50-60-Hz)
Corriente de operación sostenida: 0.20 A
Corriente de arranque: 0.40A
- Voltajes Opcionales:
6V DC, 12V DC, 24V DC
12V AC, 24V AC

Materiales:
- Cuerpo y tapa: Nylon reforzado
- Partes Metálicas: Acero Inoxidable
- Diafragma: Goma Natural
- Juntas: Buna-N y NR

Dimensiones y Pesos



	Tipo Globo				Tipo Angular		Tipo Oblicuo (V)
Tamaño	3/4"	1"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2"	1"
L (mm)	110	110	160	170	80	85	114
H (mm)	115	300	180	190	190	210	115
R (mm)	22	22	35	38	40	60	21
Ancho (mm)	78	78	125	125	125	125	68
Peso (kg)	0.35	0.33	1.0	1.1	0.95	0.91	0.30

* Sin el vitelago de control de flujo

Curvas de Regulación

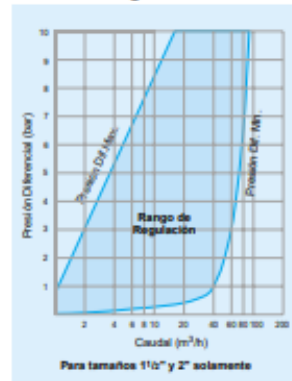
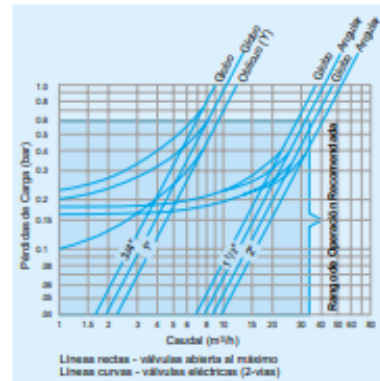


Gráfico de Pérdidas de Carga



3

Anexos 22. Catálogo de Válvula de control hidráulico/eléctrico, marca Bermad.

Estación: Centro Experimental Tumpis

Departamento Tumbes

Latitud: 3° 31'

Provincia Zarumilla

Longitud: 80° 19'

Distrito Zarumilla

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

(mm)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	26.4	52.0	1.2	29.1	1.9	0.0	0.9	1.4	0.0	1.3	1.7	0.4
1989	110.8	313.7	86.5	21.0	0.3	3.0	0.8	0.5	0.4	1.3	0.0	0.4
1990	8.6	71.1	11.7	10.0	2.1	2.7	0.3	1.4	0.4	4.0	0.4	1.7
1991	1.4	67.5	133.3	7.6	28.6	1.4	0.3	0.9	1.2	0.3	0.9	20.5
1992	40.2	145.6	666.7	375.2	111.9	2.2	0.2	2.4	1.8	0.9	2.4	3.5
1993	15.1	149.0	67.0	54.2	31.0	1.4	0.0	0.1	2.4	2.5	0.8	4.9
1994	114.6	75.0	53.8	25.1	7.6	2.5	0.4	1.1	2.9	0.0	0.0	15.2
1995	70.2	138.5	57.9	2.4	0.9	0.2	0.7	0.1	0.0	2.4	8.7	5.1
1996	22.0	36.3	18.2	3.4	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	3.2	0.0	0.5
1997	113.1	22.3	53.6	40.0	29.0	2.9	6.7	0.6	3.6	6.1	215.6	386.9
1998	358.9	757.9	388.3	275.1	155.3	7.2	1.8	0.2	1.6	4.4	0.4	4.6
1999	9.3	198.0	140.4	102.6	15.3	1.4	1.8	3.7	3.7	2.3	2.1	11.6
2000	9.2	44.7	54.9	51.6	15.2	3.3	2.9	1.9	1.8	0.5	0.0	13.5
2001	38.0	80.4	195.0	99.6	6.6	1.0	2.1	0.0	0.9	1.2	3.2	5.5
2002	3.0	183.9	363.2	149.4	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	4.0	0.4	10.0
2003	45.1	44.7	20.1	21.8	1.1	4.7	1.8	0.4	0.3	0.0	1.7	70.8
2004	21.4	47.9	63.2	37.2	10.0	1.3	0.5	0.1	2.1	5.9	0.6	1.4
2005	4.6	17.2	67.1	19.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	1.8	0.0	11.6
2006	68.0	216.3	75.4	5.7	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	3.1	7.1
2007	63.5	12.0	102.2	2.0	2.3	0.0	1.3	2.2	0.0	0.0	2.7	1.4
2008	147.4	206.8	118.6	34.7	1.9	2.6	0.2	0.5	1.4	0.4	2.9	0.0
2009	166.7	128.3	23.8	30.8	13.1	0.9	0.3	1.6	1.9	0.0	4.9	4.8
2010	31.9	162.3	93.9	113.8	2.0	1.6	0.9	0.0	0.6	2.0	2.8	4.1
2011	29.3	61.9	7.8	67.1	7.4	1.0	6.3	2.7	0.1	0.0	0.7	2.0
2012	100.8	122.2	97.4	110.7	10.8	1.0	1.8	0.3	0.4	1.7	1.7	2.9
2013	26.3	37	121.2	38.3	7	0.5	1.1	0.8	0.5	8.8	0.3	1.0
2014	84.1	40.9	1.8	6.8	67.2	7.2	0.2	0.4	2.2	4.5	0.8	11.2
2015	16.8	64.9	267.5	24.7	67.1	6.7	0.1	0.0	0.2	6.6	2.2	2.9
2016	45.6	308.6	110.0	149.0	1.3	3.7	0.5	1.6	2.4	0.8	0.4	10.9
2017	151.5	134.6	341.8	84.6	50.4	1.5	2.6	3.9	1.1	3.0	0.7	2.2
2018	14.4	69.6	17.6	0.9	39.4	0.1	0.1	1.1	0.3	0.8	2.0	32.4
2019	46.9	112.2	48.8	38.3	5.4	1.4	0.3	3.0	0.4	1.3	2.7	36.9

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	26.6	27.4	26.4	26.7	26.7	24.6	23.4	22.2	23.0	23.2	23.8	24.9
1989	26.2	25.8	26.3	25.9	24.8	23.7	22.6	21.7	22.1	22.9	24.0	25.2
1990	26.4	26.6	26.8	27.0	25.9	25.0	23.4	22.4	22.6	23.5	23.9	25.1
1991	26.7	27.7	27.8	27.4	26.8	24.9	23.9	23.5	22.5	23.8	24.8	26.1
1992	26.6	27.0	27.1	27.5	27.0	25.5	24.0	23.2	22.9	23.3	23.8	24.9
1993	26.4	26.5	26.7	27.5	26.7	25.7	24.4	23.1	23.4	23.9	24.2	25.6
1994	26.5	26.2	26.0	26.4	26.1	24.3	22.2	21.5	22.0	24.3	24.7	26.4
1995	27.1	26.5	26.7	27.3	26.7	25.4	24.1	23.2	23.5	23.7	24.2	25.2
1996	26.5	27.3	27.2	26.5	25.8	23.0	21.8	22.1	22.3	22.5	23.1	25.2
1997	26.2	27.6	27.8	26.9	27.8	27.3	27.3	27.1	27.1	27.6	27.3	27.7
1998	27.4	27.6	27.3	27.9	27.2	26.2	25.0	24.1	24.3	23.8	24.5	25.2
1999	27.0	26.3	26.4	25.8	24.9	23.6	22.6	21.7	22.9	23.9	24.3	25.5
2000	25.9	26.3	26.0	26.5	25.7	23.7	22.6	22.4	22.6	23.3	23.4	25.3
2001	26.3	26.8	26.5	26.5	24.5	22.4	22.0	22.0	22.2	22.3	24.0	24.9
2002	26.8	26.7	27.2	27.0	26.6	24.7	23.7	22.6	23.5	24.1	25.2	26.0
2003	26.9	27.0	27.9	27.5	27.1	24.2	23.2	23.3	22.5	24.1	25.2	26.0
2004	26.4	27.2	27.4	27.0	25.9	23.7	22.7	22.3	23.5	24.0	24.2	25.5
2005	27.3	27.0	27.1	27.9	25.5	23.5	22.9	22.3	22.2	22.5	23.5	24.5
2006	26.3	26.4	26.4	26.3	25.3	23.5	23.1	23.2	23.6	24.1	24.8	26.2
2007	27.0	27.5	26.2	27.3	26.3	24.3	23.2	22.3	22.5	22.8	24.6	24.6
2008	25.7	26.0	26.5	26.4	25.3	24.8	24.6	24.2	23.9	23.2	23.9	25.3
2009	25.8	25.9	26.4	26.4	26.2	25.0	24.3	23.6	23.3	23.2	24.2	26.0
2010	26.8	27.3	27.3	26.7	26.5	24.8	23.9	22.9	22.9	23.2	23.2	25.3
2011	26.7	26.8	27.1	26.9	26.1	25.7	24.5	23.0	22.7	23.0	23.9	25.5
2012	26.1	26.4	27.2	27.0	26.9	25.8	24.8	23.2	23.0	23.3	24.6	26.1
2013	26.8	27.1	27.0	26.8	25.7	24.8	22.7	22.5	22.9	23.2	23.7	25.5
2014	26.4	26.9	24.3	27.4	26.7	26.3	25.0	24.1	24.1	24.4	25.1	26.6
2015	27.6	27.7	27.5	27.2	27.4	26.5	26.0	24.7	25.2	25.5	26.1	27.2

2016	27.5	27.5	27.7	27.0	26.5	25.5	24.9	23.9	24.2	23.9	23.8	26.0
2017	26.7	27.1	26.9	27.1	26.5	25.1	23.3	23.3	23.5	23.7	22.9	25.4
2018	26.3	26.9	27.1	27.0	25.7	23.7	22.8	22.6	23.1	23.3	24.6	25.7
2019	27.1	26.9	27.4	27.2	27.1	25.8	23.7	22.2	22.3	23.5	24.5	25.5

HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	79	79	78	78	75	78	82	84	83	81	81	75
1989	78	82	84	84	81	82	82	87	86	85	82	79
1990	75	79	81	74	76	81	85	81	80	80	83	79
1991	73	74	85	83	79	85	82	82	85	85	76	77
1992	81	84	86	86	83	83	80	85	82	82	82	81
1993	78	84	83	80	84	84	83	84	80	82	80	76
1994	76	83	82	80	79	83	82	85	85	76	75	76
1995	76	82	79	72	71	73	77	80	78	78	80	77
1996	73	73	75	74	75	82	84	81	82	82	87	76
1997	76	74	79	81	79	80	79	78	80	79	82	84
1998	89	89	89	87	86	85	86	82	82	82	80	82
1999	70	86	88	90	94	96	89	89	92	90	83	79
2000	83	85	87	87	84	88	87	86	86	84	83	82
2001	81	81	88	88	88	89	90	88	87	86	81	85
2002	85	88	91	90	89	92	95	97	95	94	93	94
2003	92	93	89	87	85	89	89	85	82	84	83	83
2004	88	84	87	88	89	92	96	98	94	94	95	95
2005	97	98	97	96	93	96	95	95	87	83	79	82
2006	79	87	86	82	82	85	86	86	86	86	84	81
2007	86	83	94	78	76	82	82	88	92	91	86	94
2008	84	82	83	82	84	83	81	84	81	81	82	80
2009	85	85	83	80	79	79	79	82	82	81	80	79
2010	82	85	84	83	80	81	79	87	92	89	92	90
2011	89	86	78	82	82	81	83	86	86	88	81	78

2012	84	87	85	81	81	82	82	85	85	83	84	79
2013	82	83	87	84	82	94	94	94	94	94	94	94
2014	84	80	80	80	84	82	83	85	84	85	81	81
2015	77	82	84	84	84	83	79	81	80	83	80	79
2016	81	84	86	85	80	82	83	82	83	85	84	78
2017	82	87	89	89	87	88	88	89	87	86	86	84
2018	83	86	86	79	87	85	87	88	89	88	86	86
2019	92	89	88	85	84	87	90	88	91	92	91	88

TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8	30.8
1989	31.8	31.4	31.8	31.5	30.7	28.2	27.3	25.7	25.7	26.9	28.0	29.1
1990	31.1	31.0	31.9	31.6	31.0	29.1	27.6	25.9	25.9	27.7	27.1	29.7
1991	31.2	32.1	31.7	31.9	31.3	29.0	26.5	26.3	25.3	26.8	27.9	29.6
1992	30.1	30.5	30.4	31.3	30.9	29.4	28.5	26.9	26.2	27.0	27.2	28.8
1993	30.5	30.2	30.7	31.9	31.2	29.9	28.5	27.3	27.1	27.2	27.5	29.4
1994	30.7	30.4	29.9	30.9	30.4	28.2	25.9	24.8	25.5	27.9	28.2	30.5
1995	31.3	30.1	30.5	31.6	30.8	29.5	28.1	26.8	27.0	26.6	27.5	28.7
1996	30.5	31.5	31.2	30.8	29.6	26.5	25.5	25.8	25.9	26.0	26.9	29.3
1997	30.2	32.0	32.0	31.2	32.2	31.9	32.1	31.6	31.2	31.8	31.3	31.5
1998	31.2	31.6	31.7	32.1	31.6	30.8	29.5	28.4	28.3	27.6	28.5	29.5
1999	31.1	30.5	30.4	30.6	29.2	27.8	26.8	25.6	26.3	27.9	28.4	29.9
2000	30.6	31.1	30.6	30.9	30.4	27.5	26.3	26.5	26.2	27.2	27.7	29.7
2001	30.6	31.2	30.5	29.4	28.3	26.3	25.7	25.8	26.0	25.5	27.8	28.5
2002	31.1	30.7	30.9	30.9	30.0	28.9	27.1	26.1	27.1	27.8	29.0	30.2
2003	31.2	31.1	32.5	32.0	30.7	27.8	26.8	27.1	25.6	27.0	28.1	30.2
2004	31.1	31.4	31.9	32.2	31.6	28.5	25.8	26.2	27.3	27.4	28.1	29.4
2005	31.9	31.5	31.0	32.9	30.0	26.7	26.5	25.8	25.7	25.8	27.4	28.6
2006	30.8	30.3	30.8	31.4	29.9	26.8	26.5	28.1	27.5	27.7	28.7	30.4
2007	31.5	32.1	31.3	32.2	30.6	28.2	26.6	25.8	25.8	25.8	27.6	28.4
2008	29.6	31.3	31.0	31.0	29.9	29.2	28.5	27.9	27.7	27.3	27.7	29.7

2009	29.9	29.7	30.8	31.4	30.8	29.4	28.6	27.5	27.2	27.0	27.9	30.5
2010	31.0	31.5	32.1	32.5	31.6	29.1	28.6	27.1	26.8	26.8	27.0	29.8
2011	31.5	31.5	32.2	31.8	31.3	30.6	28.7	26.8	26.7	26.5	28.0	30.3
2012	30.9	31.1	32.1	32.0	32.3	31.0	30.1	27.6	27.6	27.1	29.0	31.1
2013	32.0	31.9	31.4	32.1	30.0	28.6	26.9	26.5	26.4	26.5	27.4	29.8
2014	30.3	31.4	31.7	32.0	30.8	30.8	29.0	27.1	27.1	27.2	28.3	30.1
2015	31.2	31.1	30.7	31.2	31.6	31.2	30.4	28.7	29.4	29.4	30.1	31.7
2016	31.7	32.0	31.6	31.1	31.1	30.3	28.8	27.7	27.8	27.5	27.7	30.3
2017	30.9	31.0	30.9	30.7	30.8	29.2	26.9	27.3	27	27.6	26.5	29.8
2018	31.6	31.2	31.6	31.5	29.8	27.9	26.5	26.2	26.5	27.0	28.4	30.0
2019	31.4	31.0	31.4	32.2	31.9	29.5	26.8	26.3	26.3	27.0	28.0	28.9

TEMPERATURA MINIMA MENSUAL (°C)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	23.0	23.5	22.5	22.9		19.8	19.9	19.0	17.2	0.0	0.0	0.0
1989	22.8	22.7	23.2	22.5	20.6	20.2	19.3	18.8	19.2	19.8	20.7	21.5
1990	22.2	22.8	22.6	23.2	21.7	21.4	19.2	18.6	19.3	19.0	20.2	21.0
1991	22.7	23.1	23.1	22.3	22.1	20.5	19.6	19.2	18.8	19.8	20.5	21.9
1992	22.2	22.1	23.6	23.5	22.9	20.8	19.0	19.6	19.6	20.1	20.7	21.2
1993	22.9	22.9	22.7	23.2	22.5	21.8	20.6	19.3	20.3	21.0	21.1	22.4
1994	23.6	23.3	22.6	22.9	22.5	20.8	18.8	18.7	19.4	21.2	22.0	23.6
1995	23.9	23.3	23.0	23.1	23.0	21.8	20.9	19.9	20.1	20.5	21.5	21.7
1996	23.1	23.4	23.7	23.7	23.0	20.7	19.3	19.4	19.8	20.3	20.1	22.4
1997	23.2	24.0	24.0	23.3	23.2	22.8	22.0	21.9	22.5	24.1	23.8	24.4
1998	24.3	24.4	23.8	24.4	23.6	22.6	21.4	20.7	21.4	21.2	21.6	21.1
1999	23.0	22.8	22.5	21.9	21.5	20.8	19.7	19.1	20.3	20.8	21.1	22.6
2000	22.4	22.5	22.4	23.0	22.8	21.2	19.7	19.6	20.2	20.1	19.7	22.3
2001	22.9	22.9	22.8	22.9	21.9	19.5	19.1	18.9	19.2	19.5	21.0	22.0
2002	23.3	23.6	22.9	23.5	22.3	20.1	20.5	18.1	20.3	21.6	22.9	23.1
2003	23.7	23.4	23.6	23.4	23.5	21.6	20.3	20.2	19.8	21.0	22.9	22.8
2004	22.6	23.4	23.7	23.1	22.4	20.8	19.8	19.2	20.7	21.2	21.2	22.0

2005	23.8	23.6	27.2	24.1	21.9	20.0	19.6	19.5	19.6	20.2	20.5	21.6
2006	23.0	22.3	23.1	22.5	21.4	20.0	19.9	20.1	20.7	20.9	21.6	22.4
2007	23.2	22.9	23.2	23.5	21.9	21.4	19.8	19.6	19.8	19.8	20.9	20.8
2008	22.6	22.6	23.2	22.8	22.2	21.1	21.3	21.8	21.3	21.5	21.2	22.2
2009	23.0	22.8	23.0	22.4	22.8	21.9	21.6	20.8	20.6	21.0	21.6	23.7
2010	24.1	24.3	24.3	23.9	23.4	21.9	21.1	20.3	20.7	20.7	20.6	22.5
2011	23.7	23.1	23.3	23.8	22.9	22.8	21.9	20.5	20.3	20.6	21.5	23.1
2012	23.2	23.0	23.6	23.2	23.0	22.2	21.5	20.6	20.1	20.8	22.2	22.9
2013	23.8	24.0	24.2	23.1	22.7	21.9	20.1	20.1	20.2	21.1	21.0	22.9
2014	23.6	23.7	24.3	24.8	24.0	23.1	22.2	21.1	21.3	21.6	21.9	23.0
2015	23.9	24.1	24.2	23.9	23.9	22.5	22.4	21.7	22.0	22.9	23.5	24.0
2016	24.7	24.6	24.7	23.9	22.9	21.6	21.7	20.7	21.4	21.0	20.4	22.9
2017	23.7	23.8	23.8	23.9	23.0	21.9	20.7	20.2	20.9	21.2	19.9	22.5
2018	22.7	23.2	23.3	23.4	22.8	20.8	19.9	20.2	20.4	20.6	22	22.4
2019	23.6	23.8	23.9	23.4	23.4	21.9	20.6	19.1	19.8	21.0	22.2	22.6

HORAS DE SOL MENSUAL (Hrs)

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1988	110.4	106.5	172.8	161.9	166.4	178.8	103.7	111.5	131.5	105.2	82.1	133.6
1989	103.7	110.4	163.4	140	170.6	141.2	129.4	123.5	103.8	105.2	153.9	133.6
1990	130.5	127.4	175.8	163.4	150.3	143.9	141.9	110.4	91.3	98.1	82	118.35
1991	167.1	161.9	192.1	200.7	123	148.5	79.2	132.5	86.7	91.4	126.9	124.6
1992	136.5	117.2	156.9	183.1	154.3	122.5	150.9	122.3	81.6	116.3	105.6	154.9
1993	138.7	102.4	154.3	194	142.3	144.9	145.4	150.2	102.2	105.9	103.6	124.5
1994	129.2	136.7	150.6	125.4	157.3	125.7	130.5	86.2	95.3	140.5	110.3	129.7
1995	127.6	121.1	170	177.3	158.8	178.8	104.1	149.5	138	80.3	97	149.3
1996	131	162.3	138.3	175	171.2	85.6	125.2	133.2	108.1	100.3	121.9	173
1997	146.6	143.4	159.6	180.2	187.6	171	215.3	208.7	126.1	150.6	117.9	123.4
1998	129.8	88.2	125.6	159.3	152.8	143.4	93.8	96	122.1	85.6	95.5	74.7
1999	59.7	82.9	165.7	51.7	44.9	64.6	42.4	67.3	39.6	81.1	108.5	75.8
2000	143	116.1	117	152.2	121.8	87.3	92.2	114.3	75.4	111.5	104.1	90.3

2001	112.9	112	158.4	185.9	78.2	75.4	65.1	97.7	71.2	47.2	36.2	42.4
2002	107.8	80.5	132.1	99.3	111.2	65.5	47.1	49.8	76.5	33.6	44.7	55.8
2003	68.3	61.6	151.4	182.9	152.7	90	97.5	128.5	57.8	65	63.9	66.6
2004	142.8	107.2	109.3	89.3	42	24.9	65.4	111.9	47.7	38	62.2	70.7
2005	121.1	86.5	104.5	116.9	158.4	86.1	93.5	39.6	44.6	54.1	57.8	50.6
2006	112.7	23.6	66.2	75.7	50	50.8	103.8	94.2	50.1	78.6	73	130.6
2007	69.9	79.6	124.9	114.1	15.5	41.3	125.9	77	87.6	33.5	25.8	103.6
2008	63.8	107	161.1	167.1	106.4	86.8	102	70.6	81.2	79.7	103.2	122.2
2009	93.4	101.72	144.6	174.7	169.4	117.2	151.2	103.7	97.3	97.4	90.9	113.7
2010	74.9	67.8	135.9	170.5	116.1	68.4	94.1	96.8	47.4	80	80.2	74.4
2011	123.2	106.2	212.5	183.1	180.1	119.6	96.7	105	110.1	68.4	103.6	108.1
2012	96.7	145.7	200	177.1	160.2	118.5	143.6	87.6	105.1	81.7	96.1	149.7
2013	94.8	139.9	156.8	222.0	141.1	92.0	85.9	123.7	137.0	108.7	136.3	182.0
2014	135.9	123.0	170.9	150.4	173.8	159.7	203.0	139.8	139.7	129.5	163.6	181.6
2015	154.9	134.3	168.5	188.1	208.1	193.0	171.4	182.9	169.1	133.9	149.6	160.9
2016	141.4	118.3	150.6	179.8	222.3	191.0	157.2	176.4	143.4	115.4	178.6	181.5
2017	128.3	176.8	145.4	213.0	189.6	126.7	128.3	158.1	99.4	119.6	109.1	136.5
2018	171.8	127.9	170.0	209.4	135.6	147.0	105.3	99.9	132.2	104.7	87.2	142.9
2019	147.3	103.1	147.1	181.4	163.9	158.1	135.7	144.9	150.6	98.7	100.7	123.0

AÑO	VELOCIDAD DEL VIENTO MENSUAL (m/seg)											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1991	3.8	2.3	2.3	2.4	2.6		2.8	2.7	3.2	3.4	3.6	3.1
1992	2.4	2.4	2.2	2.0	2.0		2.2	2.4	2.2	2.4	2.4	2.5
1993	2.6	2.3	2.0	2.2	2.1		2.4	2.4	2.3	2.4	2.6	2.5
1994	2.5	2.2	2.0	2.1	2.1		2.2	2.2	2.3	2.6	2.6	2.6
1995	2.4	2.0	2.2	2.4	2.4		2.3	2.5	2.6	2.6	2.4	2.5
1996	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
1997	2.7	2.5	2.5	2.4	2.3		2.5	2.5	2.6	2.9	2.2	2.0
1998	0.0	1.9	1.9	1.8	1.7		2.0	2.0	2.2	2.2	2.1	2.2
1999	2.5	2.2	1.6	1.9	1.7		2.0	2.1	2.1	2.4	2.4	2.3
2000	2.5	2.3	2.1	2.1	2.1		2.2	2.1	2.1	2.3	2.4	2.3

2001	2.3	2.2	2.0	1.8	1.8		2.0	1.8	2.2	2.3	2.2	2.0
2002	2.5	1.9	1.8	1.7	1.8		2.0	2.1	2.3	2.2	2.1	1.9
2003	2.2	1.9	2.2	2.5	2.3		2.1	2.3	2.1	1.9	2.0	2.1
2004	2.3	2.0	2.0	2.4	2.0		2.0	2.3	2.2	1.7	1.4	1.3
2005	2.3	2.2	1.8	2.1	2.0		1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9
2006	2.2	1.8	1.7	1.9	1.6		1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0
2007	1.8	1.5	Sin registro									
2008	Sin registro						1.8	1.8	2.0	1.9	1.9	2.1
2009	1.3	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2
2010	2.4	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	0.0	2.1	2.2	2.1	2.2
2011	2.8	2.1	2.4	2.1	2.2	2.0	2.1	2.3	2.3	2.2	2.3	2.4
2012	2.8	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.3	2.2	2.1	2.4
2013	2.7	2.1	1.9	2.0	1.8	1.7	1.9	2.2	2.3	2.1	2.3	0.0
2014	2.4	2.1	1.9	1.7	1.1	0.9	1.8	2.2	2.3	2.2	2.2	2.4
2015	2.9	2.2	2.1	1.8	1.9	1.8	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3
2016	2.4	1.9	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	1.1
2017	2.5	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0
2018	2.4	2.1	2.2	2.1	1.9	2.0	2.0	2.1	2.4	2.3	2.1	2.0
2019												

EVAPORIMETRO PICHE MENSUAL

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1990							112.9	98.3	99.2			
1991	165.3	149.5	161.8	92.5	109.7	95.7	87.8	117.4	101.2	97.8	131.5	137.1
1992	140.6	99.2	79.6	77.2	96.2	90.2	106.7	76.5	69.2	81.6	87.9	104.2
1993	122.3	71.1	73.3	87.4	86.0	92.6	90.9	84.8	74.8	82.7	85.4	99.1
1994	97.0	70.1	76.1	78.8	90.6	75.8	65.1	50.1	58.9	101.0	98.1	100.8
1995	97.9	58.2	75.8	108.4	111.9	102.7	79.8	69.7	75.1	70.9	82.6	105.2
1996	116.0	108.0	110.2	112.0	116.5	68.4	72.7	70.6	69.4	89.8		
1997	130.3	110.3	111.1	84.0	97.1	105.5	125.1	119.8	108.9	126.3	77.1	57.6
1998	48.1	39.5	48.1	53.1	53.2	36.2	56.1	66.4	67.6	69.7	80.0	91.6

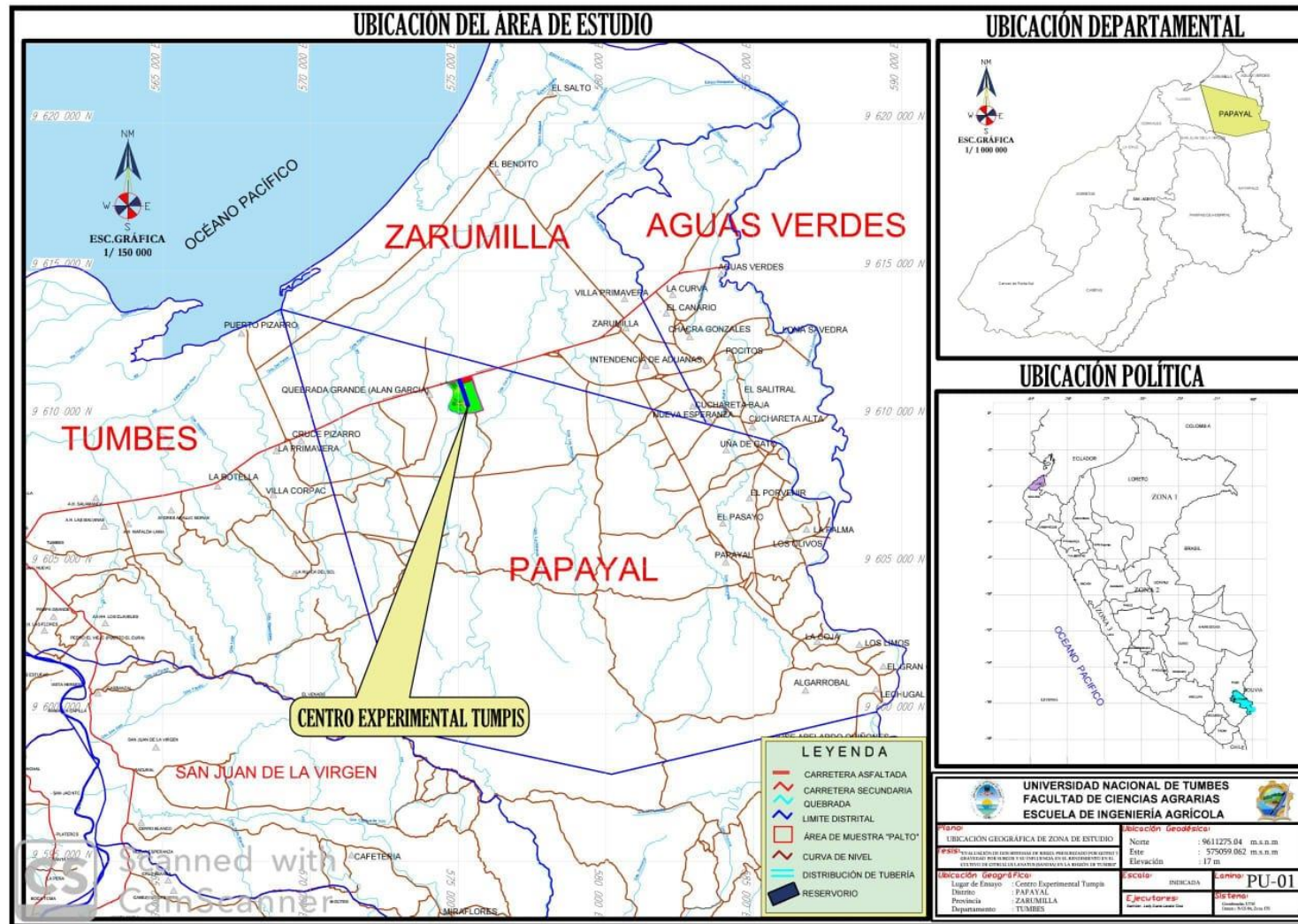
1999	84.6	69.7	61.3	58.2	52.1	52.5	59.0	54.1	54.5	71.2	64.1	79.0
2000	112.1	86.7	80.6	85.8	63.8	56.3	60.2	60.3	57.3	65.8		
2001			55.4	52.2	49.0	43.2	48.0	57.4	37.4	59.9	68.5	74.2
2002	103.3	60.0	53.3	47.3	73.8	71.0	69.5	61.3	72.2	60.3	78.6	80.1
2003	71.7	66.9	109.9	116.6	115.7	71.4	67.8	92.1	45.5	84.0	88.5	102.4
2004	62.7	73.1	62.2	57.1	56.2	37.9	33.1	37.4	33.9	52.7	56.2	64.1
2005	61.4	68.7	61.3	80.5	78.5	49.6	61.4	73.6	50.6	44.9	63.3	50.6
2006	38.3	48.4	51.6	67.6	82.3	53.4	43.2			80.0	60.2	
2007	25.7	55.5	55.8	49.9	53.6	66.7	77.5	50.4	66.8	71.5		79.0
2008	41.1	47.0	47.5	51.8	59.6	57.8	73.7	71.6	74.5	79.0	91.0	115.8
2009	71.2	51.8	64.7	86.7	92.6	88.4	96.9	82.6	76.4	83.4	85.0	96.7
2010	90.4	61.2	71.5	75.4	78.6	72.9	83.3	44.0	31.8	76.5	74.0	107.3
2011	133.3	89.7	144.8	106.7	107.6	95.3	99.1	75.8	82.9	76.2	98.5	125.1
2012	103.0	70.8	85.3	68.9	78.3	81.9	102.2	75.0	80.6	83.2	84.9	117.5
2013	69.8	97.6	74.2	90.0	80.8	48.6	45.2	75.7	75.1	68.8	89.7	113.3
2014	61.7	99.9	124.7	133.4	89.7	96.5	100.6	90.8	83.7	81.3	100.1	117.6
2015	87.4	91.3	89.3	74.1	79.2	85.5	107.9	92.6	113.1	90.2	99.9	112.3
2016	105.7	76.2	70.7	70.7	83.1	87.5	95.1	84.0	86.4	83.6	65.7	119.5
2017	98.0	61.0	53.9	62.6	62.8	70.3	75.2	83.6	88.3	85.3	83.6	112
2018	111.1	96.4	117.3	107.1	73.7	77.2	67.7	70.1	52.6	50.7	41.3	59.1
2019	64.7	37.7	61.1	86.2	61.3	51.2	42.9	49.7	38.6	40.3	49.5	60.3

PRESION ATMOSFERICA MENSUAL (mb)

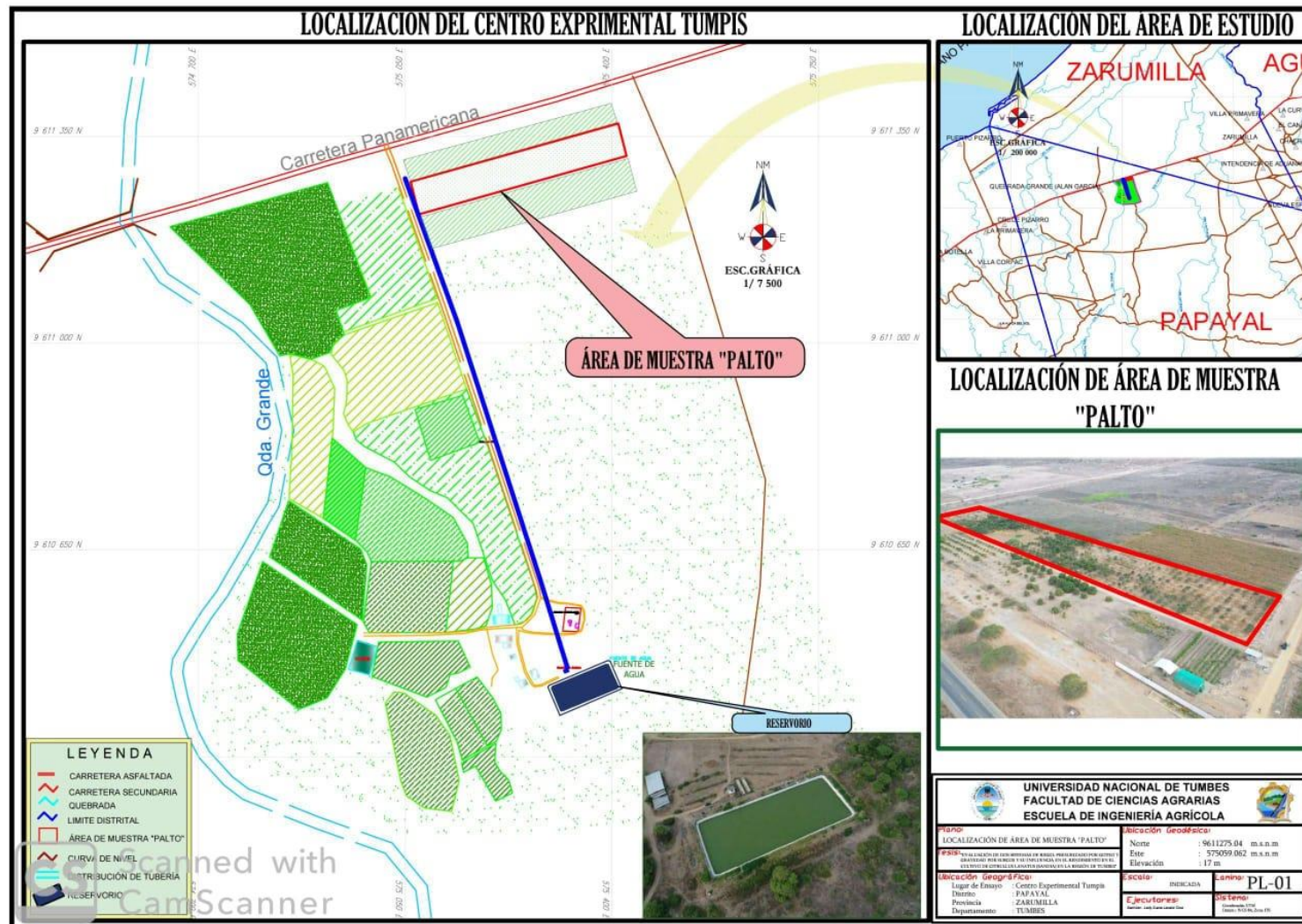
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1992	1007.8	1007.5	1007.5	1006.9	1007.8	1008.8	1009	1009.3	1008.3	1008.4	1007.9	1007.5
1993	1008.3	1007.54	1007.4	1006	1006.9	1007.5	1008.4	1009	1009.2	1008.8	1008.6	1007.4
1994	1007.8	1007.2	1007.8	1007.5	1007.6	1009.9	1009.1	1009.6	1009	1008.6	1008.8	1007
1995	1007.5	1008.1	1007.3	1006.4	1007.9	1008.5	1008.5	1009.1	1009.5	1008.6	1008.5	1009
1996	1007.6	1006.9	1007.3	1007.5	1008.6	1009.1	1010	1009.7	1008.6	1009.3	1008.123	1007.25
1997	1008.865	1006.268	1006.526	1007.24	1006.206	1007.01	1006.358	1010.31	1007.27	1006.777	1006.507	1005.63

1998	1004.487	1005.604	1005.145	1006.19	1007.113	1007.79	1008.768	1008.919	1009.013	1008.997	1008.633	1008.47
1999	1007.283	1008.075	1006.442	1007.467	1008.416	1009	1009.355	1009.758	1009.437	1009.216	1008.85	1008.55
2000	1008.026	1008.717	1007.065	1007.25	1007.998	1008.813	1009.033	1008.702	1009.3	1008.488	1008.24	1007.96
2001	1008.046	1006.006	1006.936	1006.722	1006.722	1008.103	1008.591	1009.132	1008.965	1009.041	1008.784	1008.46
2002	1007.516	1006.716	1006.652	1006.855	1006.663	1008.294	1009.19	1008.581	1008.857	1007.527	1007.496	1007.55
2003	1007.111	1006.714	1006.842	1007.17	1007.323	1008.53	1008.872	1008.98	1009.163	1008.495	1007.933	1007.27
2004	1007.503	1006.883	1005.384	1007.023	1007.119	1007.943	1008.481	1008.626	1008.25	1007.648	1007.8	1007.44
2005	1007.09	1006.443	1007.426	1006.507	1007.406	1007.607	1008.674	1008.506	1008.34	1009.345	1008.2	1008.01
2006	1006.39	1006.193	1006.545	1006.93	1008.261	1008.103	1009.352	1008.403	1009.267	1008.774	1008.177	1008.37
2007	1006.981	1008.625	1007.439	1007.953	1008.919	1008.919	1008.919	1008.919	1008.919	1008.919	1008.94	1008.64
2008	1007.403	1008.272	1007.374	1006.39	1007.81	1007.977	1009.077	1008.432	1008.61	1009.216	1008.633	1008.24
2009	1007.919	1006.729	1006.61	1007.2	1007.358	1008.093	1007.861	1008.09	1008.097	1007.648	1007.017	1006.88
2010	1005.8	1005.386	1006.097	1006.593	1007.477	1009.243	1009.374	1009.481	1009.227	1009.335	1009.197	1007.7
2011	1006.5	1006.9	1007.1	1007.1	1007	1007.8	1007.8	1008.6	1009.1	1009.3	1008.4	1007.3
2012	1007.7	1006.9	1005.5	1006.8	1006.7	1007.9	1007.3	1009.2	1009.2	1008.8	1008.2	1007
2013	1006.9	1006.3	1006.3	1007.1	1009	1008.5	1009.1	1008.9	1008.7	1008.6	1008.3	1007.6
2014	1007	1006.5	1007	1006.4	1007.6	1007.2	1007.9	998.3	1008.7	1008.7	1008.6	1008.6
2015	1007	1007.1	1007.1	1006	1006.5	1006.5	1007.5	1007.6	1007.4	1008	1006.6	1005.4
2016	1007	1005.5	1007.1	995.5	1007.7	1008.8	1008.8	1008.6	1009.1	1008.5	1008.2	1007.5
2017	1007.5	1007.2	1007	1006.3	1007.6	998.3	1009.1	1009	1008.7	997.2	1008.2	1007.5
2018	1006.7	1007.4	1006.2	1007.4	1008	1008.8	1008.8	1008.8	1007.8	1009	1007.8	1007.4
2019	1007.1	1006.5	1006.4	1006.9	1007	1007.6	1008.2	1008.9	1009.1	1008.5	1007.6	1007

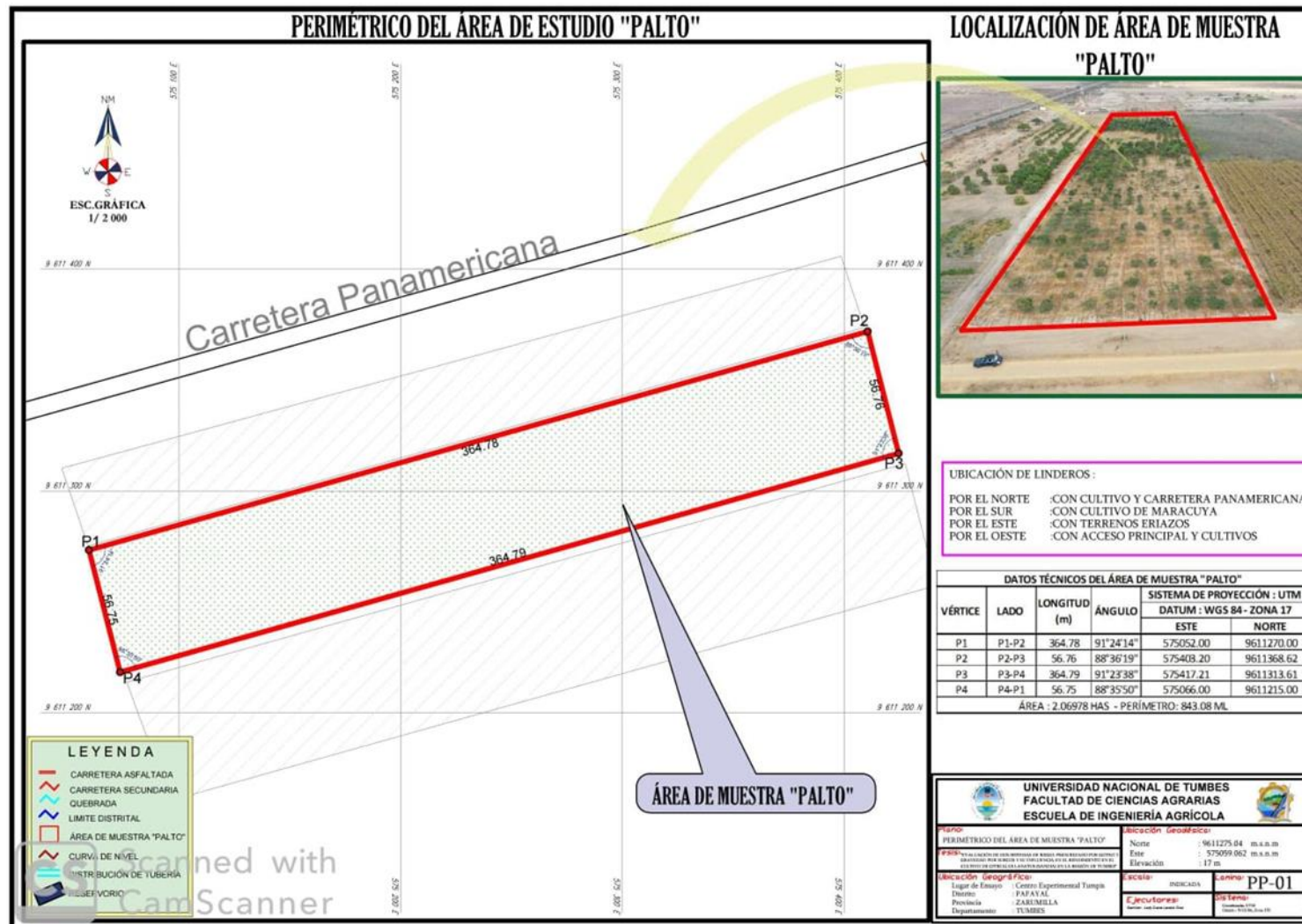
Anexos 23. Datos climáticos de la Estación Meteorológica- Tumpis.



Anexos 24. PLANO N°01. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Anexos 25. **PLANO N°02. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (CULTIVO PALTO)**



Anexos 28. PLANO N°05. PERIMÉTRICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

