



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA**



TESIS

**Formulación de un sistema de riego por aspersión
para la eficiencia hídrica en El Tambo,
Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025**

Tesis para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrícola

Autor:

Bach. Angel Wilfredo de la Cruz Carlos

Asesor:

Ing. M. I. Juan Hernández Alcántara

Lambayeque - Perú

2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRICOLA**



TESIS

**Formulación de un sistema de riego por aspersión
para la eficiencia hídrica en El Tambo,
Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025**

**Tesis para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrícola**

Autor:

Bach. Angel Wilfredo de la Cruz Carlos

Aprobado por:


Ing. Dr. Wilfredo Díaz Cordova
Presidente


Ing. M.Sc. Jorge Segundo Cumpa Reyes
Secretario


Ing. M.Sc. Javier Alberto Barrantes Burga
Vocal


Ing. M.I. Juan Vicente Hernández Alcántara
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN N°016-2026-UINV-FIA

Siendo las 10:30 horas del día 17 de Junio de 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°112-2025-FIA, conformado por:

ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA

Presidente

ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES

Secretario

ING. M.SC. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA

Vocal

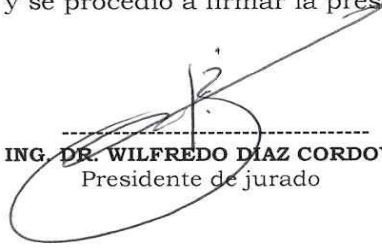


Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°183-2026-FIA; denominado **“FORMULACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN PARA LA EFICIENCIA HÍDRICA EN EL TAMBO, BAMBAMARCA, HUALGAYOC, CAJAMARCA, 2025”**, bajo la responsabilidad del bachiller: **ANGEL WILFREDO DE LA CRUZ CARLOS**, asesorado por el **Ing. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.

Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas al sustentante y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió APROBAR la tesis con el calificativo de MUY BUENO correspondiente a la nota de 19.00 (Diecinueve).

En consecuencia, el referido Bachiller queda apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:45 horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.


ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
Presidente de jurado


ING. M.SC. JORGE SEGUNDO CUMPA REYES
Secretario de jurado


ING. M.SC. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA
Vocal del jurado


ING. M.I. JUAN VICENTE HERNANDEZ ALCANTARA
Asesor



CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, JUAN VICENTE HERNÁNDEZ ALCÁNTARA usuario revisor de tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ titulado: "Formulación de un sistema de riego por aspersión para la eficiencia hídrica en el Centro Poblado El Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025", cuyo autor es: Bach. Ángel Wilfredo De La Cruz Carlos, con DNI N° 47758256; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 13 %, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó el reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 15 de enero del 2026.


ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA
DNI N°16460970.
Asesor

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

Recibo digital (firmado por el asesor, indicar el nombre y apellidos)

RESUMEN DEL REPORTE AUTOMATIZADO DE SIMILITUDES FIRMADO POR EL ASESOR

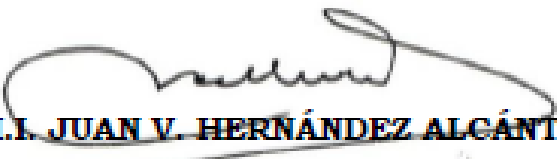
Formulación de un sistema de riego por aspersión para la eficiencia hídrica en el Centro Poblado El Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	6%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.ana.gob.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	1%
	Trabajo del estudiante	
4	repositorio.unprg.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1%
	Trabajo del estudiante	
7	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	


ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA
DNI. N°16460970.
Asesor

8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
9	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
10	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universitat Politècnica de València Trabajo del estudiante	<1 %
15	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
16	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
18	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA

DNI. N°16460970.
Asesor

		<1 %
158	www.esa.hn Fuente de Internet	<1 %
159	www.europarc-es.org Fuente de Internet	<1 %
160	zaguan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
161	EQUILIBRIO AMBIENTAL S.A.C.. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Mejoramiento del Canal Ojo de Agua Sangal, Tramo Pújupe Alto-IGA0014503", R.D.G. N° 124-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
162	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
163	José Vicente Turegano Pastor. "Modelización del comportamiento hidráulico de una subunidad de riego localizado", Universitat Politècnica de Valencia, 2014 Publicación	<1 %
164	Lazo Chuquihuayta, Henry. "Modelado y predicción con la metodología de Box-Jenkins del tiempo de cosecha en kiwicha en la Region Cusco", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru), 2025 Publicación	<1 %
165	María Amparo Martínez Gimeno. "Riego de precisión para la eficiencia hídrica en la agricultura Mediterránea", Universitat Politècnica de Valencia, 2020 Publicación	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

ING. M.I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA

DNI. N°16460970.

Asesor

Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Ángel Wilfredo De La Cruz Carlos
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Formulación de un sistema de riego por aspersión para la efici...
Nombre del archivo:	BORRADOR_TESIS_ASPEPERSI_N_EL_TAMBO_DE_LA_CRUZ_ANGE...
Tamaño del archivo:	40.81M
Total páginas:	135
Total de palabras:	34,694
Total de caracteres:	186,925
Fecha de entrega:	15-ene-2026 09:33p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2857642122



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

Formulación de un sistema de riego por aspersión
para la eficiencia hídrica en el Centro Poblado El
Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025

Para optar al título profesional de
INGENIERO (A) AGRÍCOLA

Autor

Bach. Ángel Wilfredo De La Cruz Carlos

Asesor

Ing. M. I. Juan Hernández Alcántara

Lambayeque, Perú

2025

ING. M. I. JUAN V. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA

DNI. N°16460970.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz que ilumina mi camino, otorgarme sabiduría y fortaleza para perseverar en cada desafío y permitirme alcanzar las metas propuestas.

A mis padres, por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por ser el pilar fundamental que ha sostenido mis aspiraciones y motivado mi crecimiento personal y profesional.

A mi compañera de vida, Luz Angélica Vásquez Suárez, por su amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional. Gracias por acompañarme en cada etapa de este camino, creer en mí y brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

A mis queridos hijos, quienes son la mayor inspiración de mi vida y el motivo que me impulsa a seguir esforzándome cada día. Espero que este logro sea para ustedes un ejemplo de perseverancia, dedicación y superación.

A mis docentes, por su vocación, entrega y por transmitir no solo conocimientos, sino también valores que han contribuido de manera significativa a mi formación académica y ética.

A todas aquellas personas que, de una u otra forma, aportaron con su apoyo, palabras, acciones o inspiración, convirtiéndose en parte esencial de este proceso de aprendizaje y transformación.

Ángel Wilfredo De La Cruz Carlos

AGRADECIMIENTO

A Dios, por iluminar mi camino con sabiduría, fortaleza y perseverancia, permitiéndome culminar esta importante etapa de mi vida con firmeza y esperanza.

A mis padres, por su amor incondicional, su confianza plena y su constante apoyo emocional y moral. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración para alcanzar cada uno de mis objetivos.

Al Ing. M.I. Juan Hernández Alcántara, mi asesor por su compromiso, orientación académica, paciencia y constante disposición para guiarme con profesionalismo durante el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por brindarme la oportunidad de formarme integralmente como profesional y proporcionarme los conocimientos y valores necesarios para enfrentar con responsabilidad los retos de mi carrera.

A mis docentes, quienes con dedicación y vocación compartieron su experiencia y saber académico, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento intelectual, personal y profesional.

A mis amigos y compañeros de estudio, por su apoyo incondicional, por compartir momentos de esfuerzo y alegría, y por ser parte fundamental de esta etapa llena de aprendizajes y experiencias inolvidables.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, contribuyeron al desarrollo y culminación de este proyecto, brindándome su colaboración, confianza y motivación constante.

Bach. Ángel Wilfredo De La Cruz Carlos

RESUMEN

Formular un sistema tecnificado de aplicación de agua desde el reservorio hacia la red de conducción, distribución y riego parcelario constituyó el objetivo de la presente investigación, con la finalidad de optimizar el aprovechamiento del recurso hídrico en 14,90 hectáreas de pastos del centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, departamento de Cajamarca. El estudio comprendió el planteamiento de la construcción de un reservorio con capacidad de 647 m³ y su integración al sistema, evaluando sus condiciones estructurales y funcionales. Posteriormente, se diseñó la red de conducción y distribución conformada por 12 502,40 metros lineales de tubería de polietileno de alta densidad (HDPE), considerando las actividades de excavación, cama de apoyo, relleno compactado y pruebas hidráulicas. Asimismo, se dimensionaron las estructuras complementarias necesarias para el adecuado funcionamiento del sistema, entre ellas una caja de válvula de control, cuatro cámaras rompen presión tipo 7 y una caja de válvula de purga, destinadas a regular caudales, controlar presiones y facilitar las labores de operación y mantenimiento. A nivel parcelario se proyectó un sistema fijo conformado por 23 hidrantes y 644 aspersores de presión media (2,5 bar), garantizando una distribución uniforme del agua en las áreas beneficiadas. Finalmente, se elaboraron los metrados y presupuestos por componente, obteniéndose un costo directo de S/ 416 202,92. Al incorporar gastos generales (5 %), utilidad (3 %) e IGV (18 %), se determinó un presupuesto total de S/ 530 409,00, que incluye materiales, mano de obra, equipos, subcontratos, transporte y capacitación para la operación y mantenimiento del sistema. Se concluye que la propuesta constituye una alternativa técnica viable para el uso racional del agua, al favorecer una distribución uniforme, disminuir pérdidas durante la aplicación y contribuir al incremento del rendimiento de las actividades agropecuarias, generando beneficios socioeconómicos para la población beneficiaria.

Palabras clave: Riego por aspersión; eficiencia hídrica; diseño agronómico; evapotranspiración del cultivo; disponibilidad hídrica; productividad agrícola..

ABSTRACT

The objective of this research was to formulate a technical water application system extending from the reservoir to the conveyance, distribution, and plot-level irrigation networks aimed at optimizing water resource utilization across 14.90 hectares of pastureland in the El Tambo settlement (Bambamarca District, Cajamarca Department). The study involved planning the construction of a 647 m³ capacity reservoir and integrating it into the system, while evaluating its structural and functional conditions. Subsequently, a conveyance and distribution network was designed, comprising 12,502.40 linear meters of high-density polyethylene (HDPE) piping and accounting for excavation, bedding, compacted backfill, and hydraulic testing. Additionally, the study sized the complementary structures required for the system's proper functioning including a control valve box, four Type-7 pressure-break chambers, and a flush valve box to regulate flow and pressure while facilitating operation and maintenance tasks. At the plot level, a fixed system comprising 23 hydrants and 644 medium-pressure (2.5 bar) sprinklers was designed to ensure uniform water distribution across the benefited areas. Finally, quantity take-offs and budgets were prepared for each component, resulting in a direct cost of S/ 416,202.92. After incorporating overhead (5%), profit (3%), and the General Sales Tax/IGV (18%), the total estimated budget is S/ 530,409.00; this covers materials, labor, equipment, subcontracting, transport, and training for system operation and maintenance. The study concludes that the proposal represents a viable technical alternative for the rational use of water, as it promotes uniform distribution, reduces application losses, and contributes to increased agricultural productivity, thereby generating socioeconomic benefits for the local population.

Keywords: Sprinkler irrigation, Water efficiency, Agronomic design, Crop evapotranspiration, Water availability and Agricultural productivity.

INDICE

DEDICATORIA	IX
AGRADECIMIENTO	X
INDICE.....	XIII
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCION.....	16
CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3 HIPÓTESIS	18
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.4.1 <i>Objetivo General.</i>	18
1.4.2 <i>Objetivos Específicos.</i>	19
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	19
1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	20
CAPITULO II. MARCO TEORICO	20
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	20
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.1.1 <i>Estaciones Meteorológicas</i>	22
2.1.2 <i>Interpolación</i>	23
2.1.3 <i>Evapotranspiración Potencial (ETP)</i>	24
2.1.4 <i>Coeficiente de Cultivo</i>	24
2.1.5 <i>Cedula de cultivo</i>	25
2.1.6 <i>Calicatas</i>	26
2.1.7 <i>Muestras de suelos</i>	26
2.1.8 <i>Estudios de suelos con fines agrológicos</i>	27
2.1.9 <i>Diseño Agronómico</i>	28
2.1.10 <i>Balance hídrico</i>	28
2.1.11 <i>Diseño hidráulico</i>	29
2.1.12 <i>Eficiencia hídrica</i>	29
2.1.13 <i>Eficiencia de aplicación</i>	31
2.1.14 <i>Eficiencia de distribución</i>	31
2.1.15 <i>Sistema de riego por aspersión</i>	32
2.1.16 <i>Componentes principales de los sistemas de riego por aspersión</i>	32
2.1.17 <i>Ventajas y desventajas del riego por aspersión</i>	33
2.1.18 <i>Operación y mantenimiento del sistema presurizado.</i>	35
2.1.19 <i>Tipos de suelos</i>	36
2.1.20 <i>Tipos de suelos en la región Cajamarca y su idoneidad para riego por aspersión.</i>	36
2.2 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	37
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS	39
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.	39
3.1.1 <i>Ubicación.</i>	39
3.1.2 <i>Vías de acceso.</i>	40
3.1.3 <i>Clima</i>	41
3.1.4 <i>Uso actual del terreno.</i>	41
3.1.5 <i>Fuente de abastecimiento de agua.</i>	42
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	42

3.3	MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	45
3.3.1	<i>Materiales Técnicos</i>	45
3.3.2	<i>Equipos y Herramientas</i>	46
3.4	PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	47
CAPITULO IV. RESULTADOS		51
4.1.	BALANCE HÍDRICO	52
4.1.1.	<i>Precipitación</i>	52
4.1.2.	<i>Coeficiente del cultivo (Kc)</i>	53
4.1.3.	<i>Cédula de cultivos</i>	54
4.1.4.	<i>Demanda hídrica</i>	56
4.1.5.	<i>Oferta hídrica</i>	57
4.1.6.	<i>Balance hídrico sin proyecto</i>	58
4.1.7.	<i>Balance hídrico con proyecto</i>	59
4.2.	DISEÑO AGRONÓMICO	61
4.2.1.	<i>Evapotranspiración Potencial (Eto)</i>	61
4.2.2.	<i>Parámetros de diseño</i>	63
4.2.3.	<i>Láminas de riego y operación del sistema</i>	68
4.2.4.	<i>Frecuencia de riego</i>	71
4.2.5.	<i>Caudal De Diseño</i>	72
4.2.6.	<i>Precipitación horaria</i>	72
4.2.7.	<i>Tiempo de riego</i>	73
4.2.8.	<i>Número de turnos</i>	73
4.3.	DISEÑO HIDRAULICO.....	74
4.2.3.	<i>Cálculo hidráulico de la línea de conducción y de red de distribución</i>	77
4.2.4.	<i>Pérdida de carga por fricción</i>	78
4.3.	METRADO Y PRESUPUESTO.....	79
CAPITULO V. DISCUSIÓN		93
CAPITULO VI. CONCLUSIONES		95
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES		97
CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		98
CAPITULO IX: ANEXOS.....		99
9.1	FOTOGRAFÍAS.....	99
9.2	RESOLUCIÓN DE AUTORIZACIÓN DE AGUA CON FINES AGRÍCOLAS.....	106
9.3	RESULTADOS DE LABORATORIO Y PLANOS.....	108
9.4	HOJAS DE CÁLCULOS DEL BALANCE HÍDRICO	111
9.5	HOJA DE LA EVALUACIÓN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO.....	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Padrón de Usuarios Centro Poblado del Tambo	40
Tabla 2 Precipitación.....	48
Tabla 3 Kc de pastos	50
Tabla 4 Cédula de cultivo por período y número de campañas sin proyecto	51
Tabla 5 Cédula de cultivo por período y número de campañas con proyecto	51
Tabla 6 Demanda de agua sin proyecto	52
Tabla 7 Demanda de agua con proyecto	53
Tabla 8 oferta hídrica disponible (mensual y anual) según resolución	54
Tabla 9 Tabla que muestre el balance oferta vs demanda	54
Tabla 10 Demanda hídrica (mensual y anual)	56
Tabla 11 Balance oferta vs demanda	56
Tabla 12 Balance hídrico acumulado y volumen mínimo de almacenamiento	58
Tabla 13 Determinación del volumen de regulación	59
Tabla 14 Evapotranspiración potencial (ETO) por meses	61
Tabla 15 Identificación de las muestras	61
Tabla 16 Resultados de la muestra	62
Tabla 17 Clasificación FAO.....	62
Tabla 18 Muestra e interpretación	62
Tabla 19 Clasificación de suelo de acuerdo con su textura	63
Tabla 20 Profundidad efectiva de raíces.....	64
Tabla 21 Uso consuntivo del cultivo.....	65
Tabla 22 Parámetros de diseño con datos calculados	66
Tabla 23 parámetros del diseño del reservorio y cálculos	74
Tabla 24 Consistencia entre el cálculo hidráulico de diseño y el volumen constructivo final del reservorio	74
Tabla 25 Calculo hidráulico y red de distribución.....	76
Tabla 26 Metrados del reservorio revestido con geomembrana.....	78
Tabla 27 Metrado de la red distribución	80
Tabla 28 Metrado de la Caja de Válvula	81
Tabla 29 Metrado de la Cámara Rompe Presión Tipo7.....	82
Tabla 30 Metrado Caja de válvula de Purga.....	83
Tabla 31 Presupuesto del reservorio revestido con geomembrana.....	84
Tabla 32 Presupuesto de la red distribución.....	86
Tabla 33 Presupuesto de la Caja de Válvula de control.	87
Tabla 34 Presupuesto de la Cámara Rompe Presión Tipo7.....	88
Tabla 35 Presupuesto Caja de válvula de Purga.....	89
Tabla 36 Presupuesto de riego parcelario	90
Tabla 37 Presupuesto de flete.	91

INTRODUCCION

El agua es un recurso estratégico para el desarrollo agrícola y la sostenibilidad de las zonas rurales del Perú, especialmente en regiones altoandinas como Cajamarca, donde la disponibilidad hídrica es irregular y su distribución presenta desequilibrios estacionales. En el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, la agricultura constituye la principal actividad económica y depende del cultivo de pastos para sustentar la ganadería local. No obstante, el uso predominante del riego por gravedad ocasiona bajas eficiencias hídricas, pérdidas por infiltración y escorrentía, y una distribución desigual del recurso entre los usuarios. Esta situación limita la productividad agrícola y reduce la seguridad alimentaria de la población, configurándose como un problema técnico y socioeconómico que exige la incorporación de sistemas de riego eficientes y sostenibles.

En este contexto, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mediante la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, promueve el uso eficiente del agua para riego, otorgando prioridad a tecnologías presurizadas que incrementen el rendimiento hídrico y reduzcan pérdidas en la conducción y aplicación. Los sistemas de riego por aspersión se han consolidado como una solución viable en zonas altoandinas, ya que permiten una distribución uniforme del agua, disminuyen la degradación del suelo y aprovechan de forma óptima el caudal disponible. Estudios nacionales demuestran que el uso de tecnologías presurizadas eleva la eficiencia del uso del agua de 30–40 % (sistemas tradicionales) a 70–85 %, mejorando la productividad y los ingresos de los agricultores, con resultados exitosos en regiones como Junín, Ayacucho y Cusco.

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo general formular un sistema de riego por aspersión orientado a incrementar la eficiencia hídrica en el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, Cajamarca. Para alcanzar este propósito, se plantearon los siguientes objetivos específicos: (a) evaluar la disponibilidad hídrica y las condiciones agronómicas del cultivo de pastos; (b) determinar el volumen de almacenamiento y diseñar el reservorio de regulación; (c) desarrollar el diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión, incluyendo

conducción, distribución y riego parcelario; y (d) evaluar los costos de implementación del sistema con fines de viabilidad técnica y económica.

En el estudio se recopiló información hidrológica, topográfica, edafológica y climática del área de intervención. Luego, se determinó la disponibilidad y demanda de agua según el cultivo, se calculó el volumen de regulación y se elaboró el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por aspersión. De manera complementaria, se desarrollaron metrados y presupuestos de todos sus componentes, considerando infraestructura, equipamiento, operación, mantenimiento y capacitación a los usuarios.

Se elaboró el trabajo considerando la estructura académica de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. La presente tesis se organiza de manera sistemática para garantizar la coherencia y claridad del estudio. En primer lugar, se desarrolla el marco teórico, que comprende un análisis exhaustivo del estado del arte sobre riego por aspersión, antecedentes relevantes, fundamentos teóricos y la conceptualización de las variables relacionadas con el uso eficiente del recurso hídrico. La sección metodológica describe detalladamente el procedimiento seguido para el diseño del sistema de riego, incluyendo la identificación de la población y muestra, así como las técnicas, instrumentos, equipos y materiales empleados. Los resultados se presentan de manera estructurada, reflejando los hallazgos obtenidos en relación con los objetivos planteados, mientras que la discusión los contextualiza con base en investigaciones previas y teorías aplicables. Finalmente, se presenta una propuesta técnica de intervención orientada a optimizar la gestión del agua en los cultivos de la zona, acompañada de conclusiones que sintetizan los principales aportes del estudio, respaldadas por referencias bibliográficas y anexos pertinentes.

CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El recurso hídrico es un elemento fundamental para el desarrollo de la actividad agrícola en las zonas altoandinas, donde la economía local depende principalmente del cultivo de pastos para el sustento ganadero. En el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, el riego se realiza mediante sistemas tradicionales por gravedad que presentan bajas eficiencias de aplicación, provocando pérdidas significativas de agua por infiltración y escorrentía. Esta situación se ve agravada por la limitada disponibilidad de agua, la variabilidad climática y la ausencia de infraestructura tecnificada, lo que afecta el rendimiento de los cultivos, reduce los ingresos económicos de los agricultores y compromete la sostenibilidad del recurso hídrico. El sistema actual de distribución del agua no garantiza una aplicación uniforme ni oportuna del recurso, generando conflictos entre usuarios, disminución de la productividad y degradación del suelo. Asimismo, la falta de tecnificación impide aprovechar de manera eficiente el caudal autorizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), limitando la capacidad de respuesta del sector agrícola frente a los escenarios de escasez hídrica. Dicha problemática evidencia la necesidad de implementar un sistema de riego tecnificado por aspersión que permita mejorar la eficiencia en el uso del agua, incrementar la productividad del cultivo de pasto cultivado y promover una gestión racional y sostenible del recurso hídrico en beneficio de la población local.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo contribuir a la eficiencia en el uso del agua mediante la formulación de un sistema de riego por aspersión adaptado a las condiciones locales del Centro Poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, departamento de Cajamarca?

1.3 HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de riego por aspersión adaptado a las condiciones locales del Centro Poblado El Tambo incrementará significativamente la eficiencia en el uso del agua en los cultivos de la zona.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General.

Formular un sistema de riego por aspersión para la eficiencia hídrica en el centro poblado del Tambo del distrito de Bambamarca departamento de Cajamarca.

1.4.2 Objetivos Específicos.

Reunir OE1. Realizar un Análisis detallado del balance hídrico para garantizar el suministro óptimo para el cultivo actual.

OE2. Evaluar a detalle el diseño agronómico de acuerdo con el cultivo actual existente.

OE3.Desarrollar el diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión , con sus respectivos componentes principales como el reservorio, la red de conducción, red de distribución e hidrantes del sistema y aspersores.

OE4. Evaluar los costos de implementación del sistema completo presupuesto.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El presente estudio se justifica por la limitada disponibilidad de agua y la baja eficiencia del riego tradicional por gravedad en el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, lo que ocasiona pérdidas significativas del recurso hídrico y disminución de la productividad del cultivo de pasto cultivado, principal sustento económico de la población. Esta problemática afecta directamente el desarrollo agrícola y el bienestar de las familias dedicadas a la ganadería. Desde el aspecto técnico, la formulación de un sistema de riego por aspersión permitirá determinar con precisión los requerimientos hídricos del cultivo y optimizar la aplicación del agua mediante flujo por gravedad, garantizando una distribución uniforme y reduciendo las pérdidas. Esta tecnología se encuentra alineada con las normas y políticas de eficiencia hídrica establecidas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Económicamente, el proyecto incrementará el rendimiento del cultivo y mejorará los ingresos de los agricultores al utilizar el recurso hídrico de manera eficiente y sostenible. Socialmente, contribuirá a fortalecer la seguridad alimentaria y a reducir conflictos por el acceso al agua, promoviendo la organización comunitaria en la gestión del recurso. Desde el enfoque ambiental, el riego por aspersión reducirá la erosión del suelo, minimizará el impacto sobre las fuentes de agua y fomentará el uso racional del recurso, aportando a la sostenibilidad de la cuenca hidrográfica.

En conjunto, este estudio es relevante porque propone una solución técnica viable y sostenible que mejorará la eficiencia hídrica, la productividad agrícola y el desarrollo socioeconómico del centro poblado El Tambo, convirtiéndose en un modelo replicable en otras zonas rurales con condiciones similares.

1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- Disponibilidad de información climática e hidrológica: Los datos utilizados provienen de estaciones cercanas y registros históricos, lo que podría generar variaciones respecto a las condiciones reales del área de estudio.
- Variabilidad climática: Factores como sequías estacionales o lluvias intensas pueden modificar la disponibilidad del recurso hídrico y afectar la precisión de los cálculos de requerimiento de riego.
- Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios: La adopción del sistema de riego dependerá de la capacidad económica de los agricultores para su implementación y mantenimiento.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

- **García y López (2020)** en México evaluaron la eficiencia del riego por aspersión en cultivos forrajeros, concluyendo que este sistema incrementa hasta en un 40 % la uniformidad de distribución del agua, reduciendo significativamente las pérdidas por infiltración profunda y escorrentía en comparación con el riego tradicional por surcos.
- **Paredes et al. (2019)** en España determinaron que el riego presurizado permite un ahorro hídrico del 35 %, aumentando la productividad agrícola y garantizando la sostenibilidad del recurso.
- **Quintana y Palomino (2017)** en su trabajo de Titulación “Diseño de sistema de riego por aspersión para el campus de la Universidad César Vallejo en la sede Lima Norte” para la Universidad Particular César Vallejo

en la sede Lima Norte. Planteo como objetivo realizar el diseño de un sistema de riego a presión para las áreas verdes del campus realizando primero el levantamiento topográfico y muestreo de suelos para luego hacer el diseño agronómico e hidráulico para el sistema de riego por goteo y aspersión, así como la automatización del riego en jardines y elaborando el presupuesto económico del sistema de riego a presión. Finalmente se concluyó que la textura del suelo es adecuada para el cultivo propuesto y que es ligeramente salino, así como que tiene un nivel de materia orgánica medio y que el agua es de buena calidad.

- **Torres (2018)** desarrolló en la región de La Libertad un estudio de tecnificación de riego en pastos cultivados, evidenciando que el riego por aspersión permitió mejorar la eficiencia de aplicación del agua del 38 % al 78 %, contribuyendo al incremento del rendimiento forrajero por hectárea.
- **Huamán (2021)** formuló un sistema de riego presurizado para zonas altoandinas, concluyendo que esta tecnología es viable técnica y económicamente para pequeños productores, permitiendo un uso racional del recurso hídrico y una mejora en la calidad de vida de las familias beneficiarias.
- **Vargas (2022)** implementó un sistema de riego por aspersión en el distrito de Chota, logrando incrementar la productividad agrícola en un 30 % y reduciendo las pérdidas de agua en un 45 %, demostrando que esta tecnología es adecuada para zonas con topografía ondulada y disponibilidad limitada de agua. Asimismo, Rojas (2023) en la provincia de Hualgayoc evaluó los efectos del riego por aspersión en cultivos de pasto cultivado, concluyendo que este sistema contribuye significativamente a mejorar la uniformidad del riego y aumentar la producción ganadera.
- **Vásquez, J. (2021)**. Universidad Nacional Agraria La Molina. "Evaluación de la eficiencia de riego por aspersión en cultivos forrajeros en la región Junín". Determinó que la implementación del riego por aspersión incrementó la eficiencia hídrica de 38 % a 75 %, incrementando la producción de materia verde en un 45 % y reduciendo el consumo de agua en 28 %. El autor recomienda su aplicación en comunidades con limitación

de caudal.

- **Silva, M. (2020).** Universidad Nacional de Cajamarca. "Diseño de un sistema de riego por aspersión para mejorar la producción de pastos en el distrito de Namora". El estudio demostró que la tecnificación del riego generó un aumento del rendimiento forrajero de 18 t/ha a 32 t/ha anuales, demostrando que el uso eficiente del agua es un factor clave para el desarrollo ganadero.
- **Autoridad Nacional del Agua – ANA (2019).** Informe sobre eficiencia de riego en Cajamarca. El documento evidencia que más del 85 % de las áreas agrícolas de Cajamarca utilizan riego por gravedad con eficiencias menores al 35 %, generando sobreuso del recurso hídrico y pérdidas económicas. Recomienda el riego por aspersión como alternativa prioritaria para zonas altoandinas con cultivos permanentes.
- **Tarrillo, W. (2022).** Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. "Propuesta de riego presurizado para la mejora de la productividad agrícola en el distrito de Chota". El autor concluyó que el sistema de riego por aspersión incrementa la eficiencia hídrica hasta en 70 %, promoviendo el uso racional del agua y contribuyendo al desarrollo socioeconómico local.
- En síntesis, los antecedentes revisados coinciden en que el sistema de riego por aspersión es una alternativa técnica eficiente y sostenible para incrementar la productividad agrícola, mejorar la eficiencia en el uso del agua y garantizar el desarrollo económico en zonas rurales. Estos estudios respaldan la pertinencia de la presente investigación, orientada a formular un sistema de riego por aspersión para incrementar la eficiencia hídrica en el centro poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, Cajamarca.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.1.1 Estaciones Meteorológicas

Las estaciones meteorológicas son instalaciones equipadas con instrumentos especializados que permiten registrar de manera sistemática y continua variables atmosféricas como la temperatura, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y presión atmosférica, con el objetivo de

analizar el comportamiento del clima y apoyar la toma de decisiones en sectores como la agricultura, hidrología e ingeniería ambiental. Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2010), una estación meteorológica es el punto donde se observan y registran los elementos del tiempo atmosférico bajo estándares internacionales que garantizan la calidad y comparabilidad de los datos. En esta misma línea, Ahrens (2012) indica que las estaciones meteorológicas proporcionan datos fundamentales para la comprensión de los procesos climáticos, la predicción meteorológica y el monitoreo ambiental, constituyéndose en una fuente primaria de información para estudios científicos y aplicaciones técnicas. De igual modo, López y García (2016) señalan que las estaciones permiten generar series climáticas históricas que son esenciales para la planificación del uso del agua y el desarrollo de sistemas de riego eficientes

2.1.2 Interpolación

La interpolación espacial es una herramienta fundamental en el análisis climático, especialmente en zonas donde no se dispone de datos meteorológicos directos. Según la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2008), este procedimiento permite estimar variables climáticas, como la temperatura, utilizando información proveniente de estaciones cercanas, aplicando factores de ponderación relacionados principalmente con la distancia o la diferencia altitudinal. En esta misma línea, Hernández et al. (2016) señalan que la interpolación de datos climáticos es esencial para determinar la temperatura en áreas sin registros directos, ya que incorpora gradientes espaciales y variables físicas, como la altitud, que influyen directamente en la distribución térmica del territorio. De esta manera, la interpolación se convierte en una técnica clave para la obtención de valores representativos que permiten una mejor caracterización del clima en estudios de planificación agrícola y de recursos hídricos.

Existen dos tipos de interpolación

1. Interpolación por distancia inversa (IDW)

La interpolación por distancia inversa (IDW) es un método determinístico utilizado para estimar valores climáticos o ambientales en puntos donde no se cuenta con información directa. Este procedimiento se basa en el principio de que la influencia de un punto de medición disminuye a medida que aumenta su

distancia respecto al punto de interés. En consecuencia, el valor estimado se obtiene mediante una media ponderada, donde los datos de las estaciones más cercanas tienen mayor peso que aquellos ubicados a mayores distancias, garantizando así una estimación más representativa de las condiciones locales (Chuvieco, 2012).

2. Interpolación por gradiente altitudinal

La interpolación por gradiente altitudinal constituye un método fundamental para la estimación de la temperatura en zonas donde no se dispone de registros directos. Este procedimiento se basa en el principio de que existe una relación inversa entre la altitud y la temperatura, es decir, a medida que la elevación aumenta, la temperatura disminuye de forma progresiva. Por lo tanto, los valores registrados en estaciones meteorológicas deben ser ajustados considerando la diferencia de altitud respecto al punto de estudio, con el objetivo de obtener una temperatura corregida que represente de manera más precisa las condiciones climáticas locales (Martínez y López, 2017).

2.1.3 Evapotranspiración Potencial (ETP)

Es un parámetro fundamental en la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos, ya que representa la cantidad máxima de agua que podría perderse al ambiente por la combinación de dos procesos: la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, siempre que el agua esté disponible en cantidad suficiente. De acuerdo con la FAO, Allen et al. (1998) definen la ETP como la pérdida de agua por evapotranspiración de una superficie completamente cubierta por vegetación, que se encuentra bien regada y bajo condiciones atmosféricas estándar. De forma similar, Thornthwaite (1948) señala que la evapotranspiración potencial corresponde a la cantidad de agua que el suelo y la vegetación podrían liberar a la atmósfera en condiciones óptimas de humedad. Por lo tanto, este concepto es esencial en la planificación del riego, permitiendo cuantificar la demanda hídrica de los cultivos en función del clima y del estado fisiológico de la vegetación.

2.1.4 Coeficiente de Cultivo

Para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presentan unos coeficientes de cultivo (K_c), con objeto de

relacionar la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzcan rendimientos óptimos. Los valores apropiados de K_c en los que se tienen en cuenta las características de cultivo, el momento de siembra, fases de desarrollo vegetativo y las condiciones climáticas se aprecian a continuación.

➤ Etapa de germinación:

Abarca la germinación y estados iniciales del cultivo, cuando el porcentaje de cubrición es pequeño. Es esta fase se denomina la evaporación frente a la transpiración. Su duración en siembra está en función de los cultivos planteados en la cedula de cultivo.

➤ Etapa de crecimiento vegetativo

Transcurre desde la fase anterior hasta que aparezca la cuarta, quinta hasta la sexta o séptima hoja trifoliar, así como, el alargamiento de las yemas de la corona que le dan una apariencia de roseta.

➤ Fase intermedia

En esta etapa se caracteriza por la elongación de los tallos. El alargamiento de los entrenudos de los tallos que es muy rápido, y la producción de materia seca es grande.

➤ Fase final o de madurez

Presencia de botones florales o aparición de las yemas florales que coinciden con la aparición de los órganos reproductores, la cédula de cultivo está influenciada por el clima y determinada por las costumbres del poblador

2.1.5 Cedula de cultivo

La cédula de cultivo es un instrumento técnico de planificación agrícola que detalla la programación temporal de las labores de siembra, manejo agronómico, riego, fertilización y cosecha de un cultivo, considerando sus fases fenológicas y requerimientos hídricos. Este documento permite determinar la demanda de agua mensual o periódica del cultivo, así como optimizar el uso del recurso hídrico en función de las condiciones climáticas y del calendario agrícola local. Según la FAO (1998), la cédula de cultivo constituye una herramienta fundamental para la gestión del riego, ya que permite definir el momento oportuno y la cantidad de

agua que debe ser aplicada para cada etapa del cultivo, con el fin de asegurar su adecuado desarrollo fisiológico

Para determinar la cédula de cultivo, en un área de riego, incluye las consideraciones siguientes:

- Especies y períodos de sus cultivos.
- Áreas de cobertura de estas especies.
- Número de campañas agrícolas al año.

2.1.6 Calicatas

Las calicatas son excavaciones realizadas en el terreno con la finalidad de observar el perfil del suelo y extraer muestras representativas de cada horizonte para su análisis en laboratorio. Este procedimiento permite evaluar las propiedades físicas, químicas y morfológicas del suelo, como textura, pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, salinidad, capacidad de retención de agua y nutrientes, información indispensable para determinar la aptitud agrícola y diseñar sistemas de riego.

Según la FAO (2006), la apertura de calicatas es un método estándar para la recolección de muestras de suelo no alteradas y alteradas, ya que proporciona acceso directo a los distintos horizontes del perfil, garantizando la representatividad del material extraído. De acuerdo con Brady y Weil (2016), las muestras de suelo obtenidas a partir de calicatas permiten realizar análisis de laboratorio con alta precisión, fundamentales para la toma de decisiones agronómicas. Asimismo, Lal y Shukla (2004) afirman que el muestreo mediante calicatas constituye la base de cualquier estudio de fertilidad, capacidad de infiltración y evaluación de la calidad del suelo para fines agrícolas.

2.1.7 Muestras de suelos

El muestreo de suelos es el proceso mediante el cual se extrae una porción representativa del suelo de un área determinada con el fin de analizar sus características físicas, químicas y biológicas. Estas muestras permiten evaluar la fertilidad, estructura, textura, contenido de nutrientes y otras propiedades fundamentales que influyen en la productividad agrícola y en la eficiencia del

manejo del riego.

Según Brady y Weil (2016), una muestra de suelo es una fracción que representa las condiciones reales del terreno, recolectada mediante procedimientos estandarizados que garantizan su precisión para el diagnóstico agronómico. De acuerdo con la FAO (2008), el muestreo de suelos es una etapa crítica en la evaluación de la calidad del suelo, ya que proporciona la base para la toma de decisiones sobre fertilización, selección de cultivos y prácticas de conservación. Asimismo, Lal y Shukla (2004) señalan que el análisis de muestras de suelo es indispensable para determinar la capacidad del suelo de suministrar nutrientes a los cultivos y evaluar su sostenibilidad productiva.

2.1.8 Estudios de suelos con fines agrológicos

Los estudios de suelos con fines agrológicos consisten en el análisis detallado de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, con el propósito de determinar su capacidad de uso agrícola, su potencial productivo y las prácticas de manejo adecuadas para garantizar una explotación sostenible. Estos estudios permiten clasificar los suelos en función de su aptitud agrícola, identificando limitaciones como salinidad, pH, profundidad efectiva, textura, materia orgánica y capacidad de retención de agua, lo cual es fundamental para definir el tipo de cultivo más adecuado y los requerimientos de fertilización o riego.

Según FAO (2007), los estudios agrológicos brindan la base científica para evaluar la capacidad de uso de la tierra, contribuyendo a la planificación agrícola y a la gestión sostenible de los recursos naturales. De manera similar, Brady y Weil (2016) señalan que la evaluación agrológica del suelo es esencial para comprender su comportamiento frente al uso agrícola, permitiendo adoptar prácticas que optimicen la productividad sin comprometer la conservación del recurso.

Asimismo, Flores y Albarracín (2018) destacan que estos estudios son herramientas indispensables para proyectos de inversión agrícola, debido a que proporcionan información técnica para la toma de decisiones sobre el tipo de cultivo, el diseño de sistemas de riego y la implementación de tecnologías de manejo del suelo.

2.1.9 Diseño Agronómico

El diseño agronómico para sistemas de riego por aspersión consiste en planificar y organizar los elementos del cultivo de manera que el agua se distribuya de forma uniforme, optimizando el crecimiento de las plantas y la eficiencia del recurso hídrico. Este diseño integra aspectos agronómicos, edafológicos e hidráulicos, adaptados a las condiciones locales del terreno, suelo y clima.

Importancia del diseño agronómico

Un diseño agronómico adecuado permite que el riego por aspersión funcione de manera eficiente, aumentando la productividad del cultivo, mejorando la uniformidad del riego y promoviendo un uso sostenible del recurso hídrico. En el contexto del Centro Poblado El Tambo, este diseño es fundamental para garantizar que los cultivos reciban la cantidad de agua necesaria, contribuyendo a la eficiencia hídrica y a la sostenibilidad del sistema agrícola.

2.1.10 Balance hídrico

El balance hídrico es un análisis cuantitativo que permite determinar la disponibilidad de agua en un sistema agrícola, considerando todas las entradas y salidas de agua en el suelo. Se basa en la relación entre la precipitación, el riego, la evapotranspiración, la escorrentía, la percolación y el almacenamiento de agua en el perfil del suelo. En otras palabras, el balance hídrico evalúa si la cantidad de agua disponible es suficiente para cubrir las necesidades del cultivo y mantener su productividad, permitiendo planificar eficientemente el riego y prevenir tanto el déficit como el exceso de humedad. Este análisis contribuye a optimizar el uso del recurso hídrico, asegurando la sostenibilidad de la producción agrícola y mejorando la eficiencia en el manejo del agua.

Importancia del balance hídrico

El balance hídrico es fundamental en la agricultura, ya que permite evaluar y gestionar eficientemente el uso del agua, asegurando que los cultivos reciban la cantidad necesaria para su crecimiento y productividad. Esta herramienta contribuye a optimizar el riego, conservar los recursos hídricos, prevenir problemas como déficit o exceso de humedad y minimizar impactos ambientales,

además de facilitar la planificación agrícola y la toma de decisiones sobre cultivos y manejo del suelo. En consecuencia, el balance hídrico es clave para mejorar la eficiencia en el uso del agua y promover prácticas agrícolas sostenibles.

2.1.11 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico es el proceso de planificación, dimensionamiento y optimización de sistemas de conducción y distribución de agua, con el objetivo de garantizar un suministro eficiente, seguro y confiable del recurso hídrico. En agricultura, este concepto se aplica principalmente al diseño de sistemas de riego, canales, tuberías y equipos que permiten transportar y distribuir el agua de manera uniforme, minimizando pérdidas por filtración, evaporación o fugas. Un adecuado diseño hidráulico asegura que el agua llegue en la cantidad, presión y tiempo necesarios para satisfacer las demandas de los cultivos, contribuyendo a la eficiencia del riego y a la sostenibilidad del sistema agrícola.

Importancia del diseño hidráulico

El diseño hidráulico es fundamental para garantizar la distribución eficiente y confiable del agua, asegurando que los cultivos reciban la cantidad y presión adecuada para su crecimiento. Un diseño correcto permite optimizar el riego, ahorrar recursos hídricos, mejorar la productividad, prolongar la vida útil del sistema y promover prácticas agrícolas sostenibles, contribuyendo así a la eficiencia y sostenibilidad del manejo del agua en la agricultura.

2.1.12 Eficiencia hídrica

La eficiencia hídrica se define como el grado en que el agua aplicada es aprovechada por el cultivo para cubrir sus necesidades fisiológicas, minimizando pérdidas por evaporación, escorrentía o percolación profunda (Brouwer & Heibloem, 1989). Según la FAO (2021), la eficiencia hídrica es un componente clave de la gestión integrada de recursos hídricos, particularmente en zonas andinas donde la disponibilidad de agua se encuentra en riesgo por factores climáticos y antrópicos.

La eficiencia del agua en riego agrícola se expresa mediante la relación entre el

volumen de agua efectivamente utilizado por el cultivo y el volumen total de agua aplicado. Una mayor eficiencia hídrica implica un uso óptimo del recurso, mayor productividad y sostenibilidad agrícola (Pizarro, 2016).

$$Eficiencia\ Hídrica(EH) = \left(\frac{Volumen\ de\ agua\ aprovechado\ por\ el\ cultivo}{Volumen\ total\ de\ agua\ aplicada} \right) \times 100$$

Importancia de la eficiencia hídrica

- ✓ Permite conservar el recurso hídrico disponible.
- ✓ Aumenta la productividad agrícola por unidad de agua aplicada.
- ✓ Reduce costos de operación y mantenimiento.
- ✓ Mitiga los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad del agua.

Componentes de la eficiencia hídrica

- ✓ Eficiencia de aplicación, porcentaje de agua almacenada en la zona radicular respecto al agua aplicada Brouwer & Heibloem, 1989
- ✓ Eficiencia de distribución, uniformidad de la aplicación del agua Keller & Bliesner, 1990
- ✓ Eficiencia de almacenamiento Cantidad de agua almacenada en el suelo Jensen, 2007
- ✓ Eficiencia global Suma de todas las eficiencias del sistema FAO, 2021

Eficiencia hídrica por tipo de sistema de riego

- ✓ Riego por gravedad; Eficiencia hídrica promedio 30 % - 45 %
Elevadas pérdidas por escorrentía y percolación (Pizarro, 2016).
- ✓ Riego por surcos ; Eficiencia hídrica promedio 40 % - 60 %
Dependiente del nivel de tecnificación (FAO, 2020)
- ✓ Riego por aspersión; Eficiencia hídrica promedio 70 % - 85 %
Adaptable a diferentes tipos de cultivos y topografías (Keller & Bliesner, 1990)
- ✓ Riego por goteo; Eficiencia hídrica promedio 85 % - 95 % Máxima eficiencia; mayor inversión inicial(Jensen, 2007).

Diversos estudios demuestran que la implementación de sistemas presurizados

como el riego por aspersión incrementa significativamente la eficiencia hídrica y el rendimiento de los cultivos. En la región andina del Perú, investigaciones similares muestran que el riego por aspersión logra optimizar el uso del agua hasta en un 40 % respecto a los métodos tradicionales (MINAGRI, 2022). Esto tiene especial importancia para cultivo de pasto cultivado, que poseen altas demandas hídricas y requieren aplicaciones controladas.

2.1.13 Eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación se refiere a la capacidad de un sistema de riego para suministrar el agua de manera que sea aprovechada efectivamente por el cultivo, minimizando las pérdidas por filtración profunda, escorrentía superficial, evaporación o viento. En otras palabras, mide qué porcentaje del agua aplicada realmente llega a la zona radicular y contribuye al crecimiento del cultivo. Una alta eficiencia de aplicación es fundamental para optimizar el uso del agua, reducir costos, mejorar la productividad agrícola y promover la sostenibilidad en el manejo del recurso hídrico.

Importancia de la eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación en un sistema de riego por aspersión es fundamental, ya que determina qué proporción del agua suministrada llega efectivamente a las raíces del cultivo. Una alta eficiencia permite optimizar el uso del recurso hídrico, mejorar la productividad agrícola, reducir costos operativos y promover la sostenibilidad ambiental, asegurando además una distribución uniforme del agua que evita déficit o exceso de humedad en las parcelas.

2.1.14 Eficiencia de distribución

La eficiencia de distribución se refiere a la capacidad de un sistema de riego para aplicar el agua de manera uniforme sobre toda el área del cultivo. Evalúa la homogeneidad de la distribución del agua, es decir, qué tan equitativamente recibe agua cada sector de la parcela. Una alta eficiencia de distribución es fundamental para evitar zonas con exceso o déficit de humedad, mejorar la

productividad de los cultivos, optimizar el uso del recurso hídrico y garantizar que la aplicación del riego sea efectiva y sostenible.

Importancia de la eficiencia de distribución

En los sistemas de riego por aspersión, la eficiencia de distribución es fundamental para garantizar que toda el área de cultivo reciba la cantidad adecuada de agua de manera uniforme. Una distribución eficiente optimiza el uso del agua, evita zonas con déficit o exceso de humedad, mejora la productividad de los cultivos, reduce costos de operación y contribuye a la sostenibilidad del sistema de riego, asegurando un manejo racional y eficaz del recurso hídrico.

2.1.15 Sistema de riego por aspersión

Un sistema de riego por aspersión es un método mediante el cual el agua se distribuye de manera uniforme sobre la superficie del suelo a través de aspersores o difusores. Este sistema simula la lluvia natural, permitiendo que el agua alcance todas las áreas del cultivo de manera controlada y eficiente. Se utiliza ampliamente en agricultura, pastos, campos deportivos y jardines, y se caracteriza por su capacidad de adaptación a distintos tipos de terrenos y cultivos, ofreciendo un manejo eficiente del recurso hídrico.

2.1.16 Componentes principales de los sistemas de riego por aspersión

1. Fuente de agua: Puede ser un pozo, un río, un lago o una red municipal de suministro de agua.
2. Reservorio: Es una estructura que puede ser diseñada de diferentes formas que sirve para almacenar recursos tal es el caso agua.
3. Tuberías principales y laterales: Las tuberías principales transportan el agua desde la fuente hasta las tuberías laterales, donde se encuentran los aspersores.
4. Aspersores: Dispositivos que rocían el agua sobre la superficie del suelo. Pueden ser fijos o móviles, y existen diferentes tipos como aspersores de impacto, rotativos, cañones, entre otros.
5. Accesorios: Incluye válvulas, filtros, reguladores de presión, entre otros, para controlar y optimizar el flujo de agua.

Funcionamiento:

El agua se extrae de la captación hacia el reservorio para luego ser trasladado

mediante tuberías principales y laterales llevando el agua hacia los aspersores, los cuales distribuyen el agua de forma uniforme sobre la superficie del suelo. Los aspersores pueden ser fijos o móviles, y su diseño y distribución dependen de factores como el tamaño y la topografía del terreno, el tipo de cultivo y las condiciones climáticas.

2.1.17 Ventajas y desventajas del riego por aspersión

El sistema de riego por aspersión, según Smil (2021), presenta diversas ventajas que lo hacen preferible en ciertas condiciones agrícolas. Este método permite una distribución uniforme del agua sobre el cultivo, lo que garantiza que todas las plantas reciban una cantidad de agua similar, optimizando el uso del recurso hídrico. Es particularmente útil en terrenos con topografía irregular, donde otros métodos de riego podrían ser ineficientes o difíciles de implementar. Además, el riego por aspersión ofrece la flexibilidad de aplicar fertilizantes y pesticidas junto con el agua, lo que reduce la necesidad de tratamientos adicionales y facilita la gestión integrada de nutrientes y control de plagas. Otro beneficio significativo es su capacidad para regular la humedad relativa en el ambiente de los cultivos, lo que puede ser crucial para el desarrollo óptimo de ciertas especies. La automatización del sistema de riego por aspersión representa una ventaja adicional, ya que permite a los agricultores programar y controlar el riego de manera eficiente, ahorrando tiempo y recursos laborales.

Sin embargo, Smil (2021) también señala varias desventajas asociadas con este tipo de riego. Una de las principales es el mayor consumo de energía requerido para operar los sistemas de aspersión, especialmente en comparación con métodos de riego más pasivos, como el riego por goteo. La erosión del suelo puede ser otro problema, ya que la fuerza del agua asperjada puede desprender partículas de suelo y nutrientes, afectando la estructura del suelo y su fertilidad a largo plazo. Además, se deben considerar las pérdidas significativas de agua por evaporación y deriva del viento, lo que puede reducir la eficiencia del riego y aumentar el consumo de agua. Por último, el uso del riego por aspersión puede incrementar el riesgo de enfermedades en los cultivos debido a la humedad constante en las hojas, creando un ambiente propicio para el desarrollo de patógenos.

Efectivamente, aunque el riego por aspersión ofrece beneficios significativos como la distribución uniforme del agua, la versatilidad en terrenos irregulares y la capacidad de integrar la aplicación de fertilizantes y pesticidas, también plantea desafíos relacionados con el consumo de energía, la erosión del suelo, las pérdidas de agua y el riesgo de enfermedades en los cultivos. Por tanto, los agricultores deben evaluar cuidadosamente estos factores al considerar la implementación de sistemas de riego por aspersión en sus operaciones agrícolas.

Diseño y adaptación del sistema de riego por aspersión para pastos cultivados.

El diseño y adaptación del sistema de riego por aspersión para pastos cultivados exigen un enfoque detallado y personalizado que tenga en cuenta varios factores esenciales para asegurar su eficacia y sostenibilidad. Smil (2021) enfatiza la importancia de considerar los requerimientos hídricos específicos del tipo de pasto a cultivar, puesto que distintas especies pueden tener necesidades muy diferentes en términos de cantidad y frecuencia de riego. Asimismo, las características del suelo juegan un rol crucial en la determinación del diseño del sistema de riego, ya que factores como la porosidad, la textura y la capacidad de retención de agua del suelo pueden afectar significativamente la distribución y la absorción del agua. El clima y la topografía del área de cultivo también deben ser considerados, dado que la cantidad de lluvia, la evaporación, la incidencia del sol y la inclinación del terreno influenciarán la eficiencia del riego y la selección de los equipos más adecuados. Además, la disponibilidad de recursos hídricos es un factor determinante para el diseño del sistema, ya que la sostenibilidad del riego depende de un suministro de agua adecuado y responsable.

Implementación y mantenimiento del sistema de riego por aspersión

La implementación y el mantenimiento de un sistema de riego por aspersión requieren una planificación meticulosa y un seguimiento constante para garantizar su eficiencia y sostenibilidad a largo plazo. Siguiendo las pautas generales propuestas por Smil (2021), el proceso comienza con la determinación precisa de los requisitos hídricos del cultivo, lo cual es fundamental para asegurar que el sistema proporcione la cantidad de agua necesaria sin excedentes que puedan resultar en desperdicio o daño al cultivo y al suelo. La selección del método de riego adecuado es otro paso crucial, donde se evalúan las opciones disponibles

para elegir aquella que mejor se adapte a las características específicas del cultivo, el suelo y el clima de la región.

El diseño de la disposición de los aspersores es un componente técnico que implica calcular la distancia y el patrón de colocación óptimos para asegurar una cobertura uniforme del agua sobre el área de cultivo. La instalación del sistema, por su parte, debe llevarse a cabo con precisión y atención al detalle, siguiendo las especificaciones técnicas del diseño para evitar problemas futuros. Una vez instalado, es esencial realizar ajustes basados en observaciones prácticas y mediciones de la eficacia del riego, así como establecer un programa de mantenimiento regular para identificar y solucionar problemas como obstrucciones en los aspersores, fugas o ineficiencias en el sistema.

2.1.18 Operación y mantenimiento del sistema presurizado.

La operación y mantenimiento de un sistema de riego presurizado es el conjunto de actividades y procedimientos orientados a garantizar el funcionamiento eficiente, seguro y prolongado de todo el sistema. Incluye la correcta gestión del flujo y presión del agua, el control de los componentes (tuberías, válvulas, bombas, filtros y aspersores) y la prevención de fallas que puedan afectar la uniformidad del riego o provocar pérdidas de agua. Un sistema bien operado y mantenido optimiza la eficiencia hídrica, mejora la productividad de los cultivos y reduce los costos de reparación. La operación y mantenimiento de un sistema presurizado implica: Revisión periódica de la presión y caudal: Garantizar que el sistema funcione dentro de los parámetros recomendados por el fabricante. Limpieza y revisión de filtros: Evitar obstrucciones que reduzcan el caudal y la uniformidad del riego. Inspección de tuberías y conexiones: Detectar fugas, rupturas o corrosión que puedan generar pérdidas de agua. Mantenimiento de bombas y válvulas: Lubricación, ajuste y reemplazo de piezas según el plan de mantenimiento. Verificación de aspersores y emisores: Comprobar que los aspersores giren correctamente y que los emisores distribuyan el agua uniformemente. Control de temporada y clima: Ajustar el riego según la demanda de agua de los cultivos, la lluvia y las condiciones del suelo.

2.1.19 Tipos de suelos

El suelo es un recurso natural fundamental para la agricultura, ya que proporciona nutrientes, soporte y agua a los cultivos. Los suelos se clasifican principalmente según su textura, estructura y composición, lo que determina su capacidad de retención de agua, aireación, fertilidad y facilidad de manejo. Entre los principales tipos de suelos se encuentran:

Suelos arenosos: Formados por partículas grandes y sueltas. Buena aireación y drenaje, pero baja capacidad de retención de agua y nutrientes.

Suelos limosos: Compuestos por partículas medianas. Buen equilibrio entre drenaje y retención de agua, generalmente fértiles.

Suelos arcillosos: Predominan las partículas finas (arcilla). Alta retención de agua y nutrientes, pero con pobre drenaje y tendencia a compactarse.

Suelos franco-arenosos, franco-limosos o franco-arcillosos (francos):

Mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla. Ofrecen buena fertilidad, drenaje y retención de agua; son ideales para la agricultura.

Suelos orgánicos o turbosos: Ricos en materia orgánica. Alta capacidad de retención de agua y nutrientes, pero pueden ser ácidos o inestables si no se manejan adecuadamente.

2.1.20 Tipos de suelos en la región Cajamarca y su idoneidad para riego por aspersión.

El Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor del Departamento de Cajamarca, elaborado en el marco de la Zonificación Ecológica Económica (ZEE), clasifica los suelos de la región según su taxonomía y capacidad de uso. Este estudio proporciona información detallada sobre la distribución, propiedades físicas y químicas de los suelos, así como su aptitud para distintos sistemas de manejo agrícola, incluyendo el riego por aspersión. La identificación de los tipos de suelos y su idoneidad para riego permite planificar de manera eficiente el manejo del agua, optimizar la productividad de los cultivos y promover prácticas agrícolas sostenibles en la región.

Tabla 1. Estudio de Suelos y Capacidad de Uso Mayor del Departamento de Cajamarca..

Tipo de Suelo	Características Principales	Capacidad de Retención de Agua	Textura	Idoneidad para Riego por Aspersión
Andosoles	Suelos volcánicos ricos en materia orgánica, fértiles y sueltos	Alta	Franco a franco-limoso	Buena, favorece la retención de agua y nutrientes, evita encharcamientos
Cambisoles	Suelos con horizonte cambico, mejorados física y químicamente	Moderada a alta	Franco-limoso	Muy buena, permiten infiltración uniforme y manejo eficiente del riego
Fluvisoles	Suelos aluviales, fértiles, ubicados en valles fluviales	Moderada	Franco-arenoso a franco-limoso	Muy buena, ideal para riego por aspersión por su textura y drenaje
Luvisoles	Suelos con alta concentración de arcilla en el horizonte subsuperficial	Alta	Franco-arcilloso	Buena, requiere control del riego para evitar exceso de humedad
Vertisoles	Suelos con alta expansión y contracción por arcilla, riesgo de encharcamiento	Muy alta	Arcilloso	Limitada, solo con manejo cuidadoso del riego para evitar encharcamiento

Fuente: Propia

2.2 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 2. Operacionalización de Variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Ítems	Técnicas e instrumentos
Sistema de Riego por Aspersión	El riego por aspersión es un método de riego presurizado que aplica el agua en forma de gotas similares a la lluvia, logrando una distribución	El sistema de riego por aspersión está conformado por diversos componentes hidráulicos que facilitan la distribución del agua, optimizando el rendimiento de	Estructura Hidráulica	Reservorio	¿Como identificar la opción más adecuada de almacenamiento, conducción e hidrante que satisfaga las necesidades?	- Inspección directa - Referencias bibliográficas - Registro de campo - Herramientas digitales para diseño y planificación.
				Línea de conducción.		
				Red de distribución		
			Componentes Hidráulicos.	Tuberías	¿Como seleccionar los componentes	
				Aspersores		
				Filtros		

	uniforme sobre el suelo y reduciendo pérdidas por escorrentía o percolación profunda (Cajusol y Castillo, 2024)	los cultivos.		Válvulas y accesorios	hidráulicos más apropiados?		
				Hidrantes			
Eficiencia Hídrica	Capacidad del sistema de riego para maximizar el uso del agua minimizando pérdidas por escorrentía e infiltración, garantizando una distribución equitativa del recurso hídrico.	se evaluará el estado actual del uso del agua en el centro poblado del Tambo, considerando disponibilidad, distribución y pérdidas hídricas en los sistemas de riego existentes.	Eficiencia de Aplicación.	Porcentaje de agua aprovechada	¿Como minimizar las pérdidas hídricas para maximizar el porcentaje de agua aprovechada en el riego?	- Inspección directa - Cuestionario - Evaluación comunitaria participativa - Muestreo de suelos - Referencias bibliográficas	
				Pérdidas hídricas			
			Eficiencia de Distribución	Coeficiente de uniformidad	¿Como influye el coeficiente de uniformidad en la eficiencia de distribución del agua en riego por aspersión?		

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.

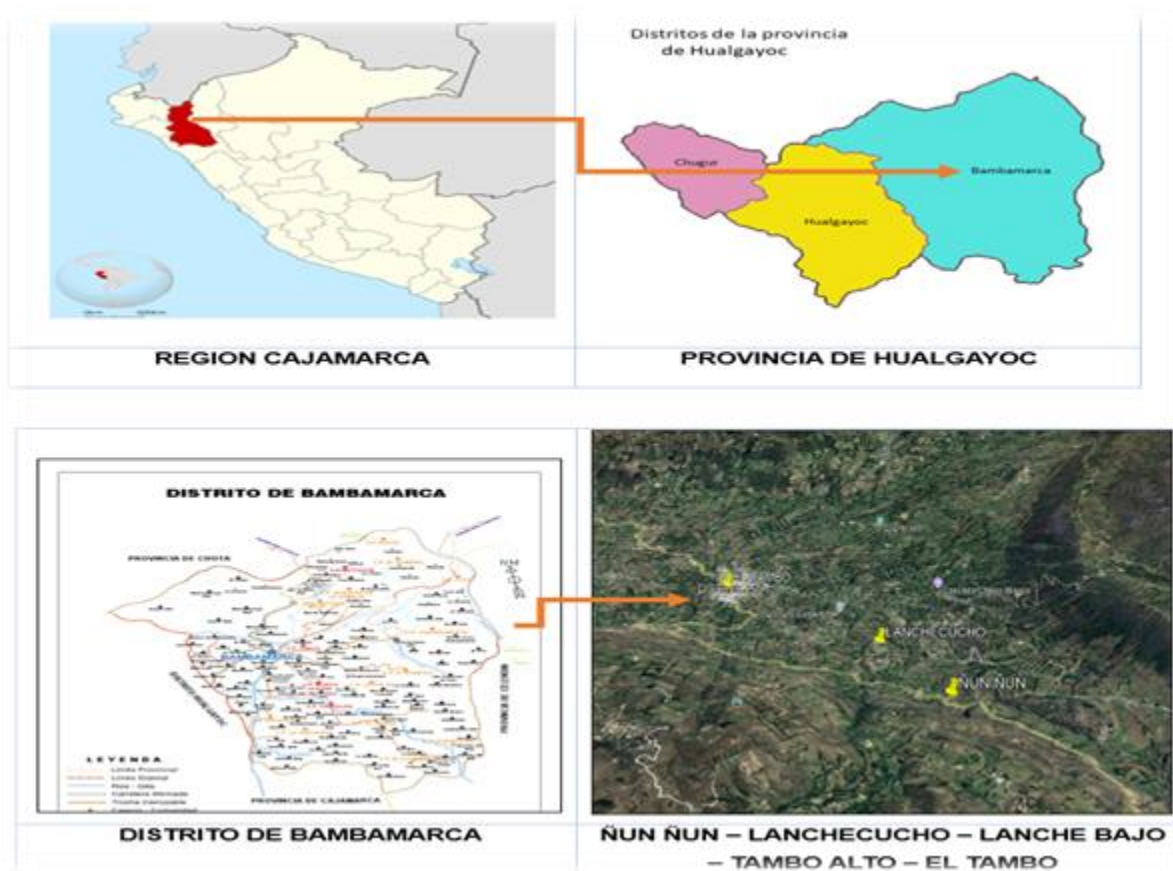
3.1.1 Ubicación.

El centro poblado El Tambo se ubica en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca. Geográficamente, la localidad se encuentra situada en el sistema de coordenadas UTM (WGS 84), con las coordenadas 778551.03 m E y 9251532.02 m N, a una altitud de 2794 m.s.n.m.

Políticamente se encuentra ubicada en:

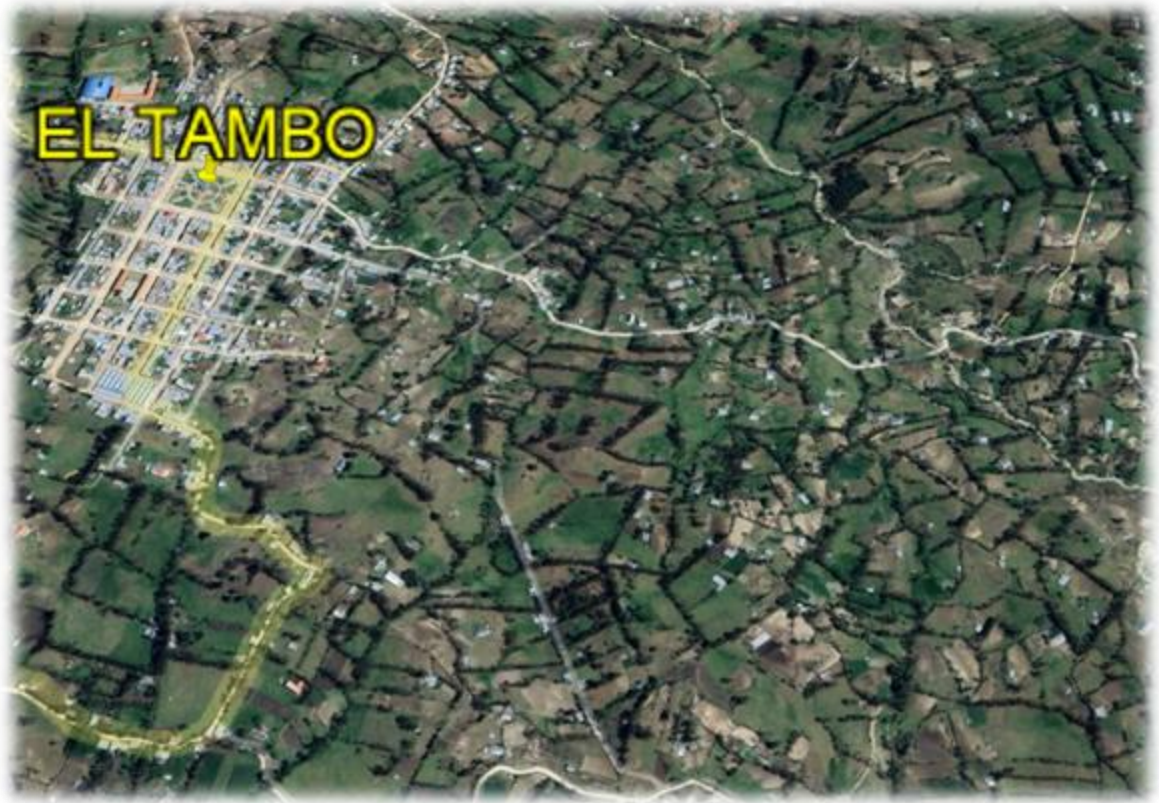
Departamento : CAJAMARCA
Provincia : HUALGAYOC
Distrito : BAMBAMARCA
Localidad : EL TAMBO

Figura 1. *Ubicación de la zona de estudio.*



Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 2. *Ubicación de la localidad del Tambo.*



Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Vías de acceso.

Para llegar a la zona de estudio se accede mediante una red vial Nacional asfaltada desde Cajamarca hasta la provincia de Hualgayoc, con su capital Bambamarca, mediante la Ruta Nacional PE-3N, desde la ciudad de Bambamarca se dirige con dirección al centro poblado El Tambo, a través de un camino vecinal de afirmado de regular estado de conservación, teniendo una distancia de recorrido total de 129 km con un tiempo de 215 minutos para llegar a la zona del proyecto.

Tabla 03: Vías de acceso

<i>DESDE</i>	<i>HACIA</i>	<i>DISTANCIA (KM)</i>	<i>TIEMPO (MINUTOS)</i>	<i>TIPO DE VIA</i>	<i>SERVICIO DE TRANSPORTE</i>
<i>Cajamarca</i>	<i>Hualgayoc</i>	<i>86.00</i>	<i>135</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>Vehículo Liviano</i>
<i>Hualgayoc</i>	<i>Bambamarca</i>	<i>28.00</i>	<i>40</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>Vehículo Liviano</i>
<i>Bambamarca</i>	<i>C.P. El Tambo</i>	<i>15.30</i>	<i>40</i>	<i>Afirmada</i>	<i>Vehículo Liviano</i>
<i>TOTAL</i>		<i>129.30</i>	<i>215</i>		

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Clima.

El Centro Poblado El Tambo, ubicado en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, se encuentra a una altitud promedio de 2794 m s. n. m. y presenta un clima templado subhúmedo de montaña, característico de la sierra norte del Perú. Las temperaturas máximas mensuales registradas oscilan entre 18.57 °C y 19.92 °C, con valores ligeramente más elevados entre los meses de septiembre a noviembre, lo que indica una moderada amplitud térmica anual. Por otro lado, las temperaturas mínimas varían entre 5.55 °C y 9.76 °C, siendo los meses de junio y julio los más fríos del año. En promedio, la temperatura media mensual se mantiene entre 12 °C y 14 °C, reflejando condiciones térmicas estables durante gran parte del año. Las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de febrero y marzo, coincidiendo con la temporada lluviosa típica de la región andina, mientras que los meses de junio a agosto corresponden al periodo seco.

Estas condiciones climáticas favorecen el desarrollo de cultivos de clima templado, como el pasto cultivado, maíz, papa y otros forrajes, que se adaptan adecuadamente a las variaciones térmicas y al régimen de lluvias local. SENAMHI

3.1.4 Uso actual del terreno.

El uso del terreno actual del Tambo se orienta principalmente a actividades agropecuarias de subsistencia y producción comercial a pequeña escala. Las áreas agrícolas están destinadas al cultivo de pastos mejorados y en pequeñas proporciones al cultivo de maíz, papa, trigo y otros cultivos andinos, los cuales son irrigados mediante sistemas tradicionales que dependen de la disponibilidad

hídrica estacional.

3.1.5 Fuente de abastecimiento de agua.

El Centro Poblado El Tambo cuenta con fuentes de abastecimiento hídrico provenientes del río Totoramayo y de los manantiales El Pedernal, Mitomayo y La Paccha, ubicados en la parte más alta del centro poblado. El aprovechamiento del recurso hídrico pertenece a la Administración Local de Agua Chotano Llaucano, y organizado por el Comité de Usuarios del Canal de Riego Las Águilas – El Pedernal, en el marco del Proyecto FDU 2017, correspondiente al Otorgamiento de Licencia de Uso de Agua Superficial con fines agrícolas. Dicho sistema cuenta con una licencia de uso de agua para riego de 11.02 L/s, destinada a cubrir una superficie agrícola de 14.90 hectáreas, garantizando la disponibilidad del recurso hídrico para su actividad agrícola.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población del estudio está constituida por los agricultores del Centro Poblado El Tambo, quienes se dedican principalmente a la actividad agrícola de subsistencia. Esta población representa el grupo objetivo sobre el cual se evaluará la propuesta de formulación de un sistema de riego por aspersión orientado a mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico. La muestra está conformada por 22 productores agrícolas, identificados como beneficiarios directos del sistema de riego por aspersión, quienes poseen parcelas dentro del área de intervención del proyecto, que comprende un total de 14.90 hectáreas cultivables. La selección de la muestra se realizó de manera no probabilística, por criterios intencionales, considerando los siguientes factores: disponibilidad de tierras de uso agrícola, necesidad de acceso al recurso hídrico para riego, y disposición para participar en la implementación del sistema propuesto.

Se cuenta con un padrón detallado de usuarios, que incluye información relevante como: nombres y apellidos, número de Documento Nacional de Identidad (DNI), región, provincia, distrito, localidad, área de cultivo en hectáreas y tipo de uso del suelo. El uso de la tierra declarado por la totalidad de los productores es "agrario", lo que confirma que la actividad agrícola constituye el principal medio de sustento económico de la población. Las áreas individuales de

cultivo de los usuarios oscilan entre 0.10 y 2.47 hectáreas, lo que evidencia que se trata principalmente de pequeños productores rurales o agricultores familiares. Esta característica es relevante para la formulación del proyecto, ya que refleja una alta dependencia del recurso hídrico para garantizar la productividad agrícola y la sostenibilidad económica de las unidades familiares. La caracterización de esta población permite comprender la importancia del sistema de riego por aspersión como una solución técnica para optimizar el aprovechamiento del agua disponible, mejorar la eficiencia del riego y garantizar la seguridad alimentaria de la comunidad.

Tabla 4 Padrón de Usuarios Centro Poblado del Tambo.

N°	Apellidos y Nombres	DNI	Región	Provincia	Distrito	Localidad	Área (ha)	Tipo de Uso
1	Samuel Luna Durán	27545944	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	1.19	Agrario
2	Alfonso Alva Guevara	27545940	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	1.27	Agrario
3	José Froilán Arevalo Vergara	27543899	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	1.73	Agrario
4	Luis Huamán Tocas	27545981	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.61	Agrario
5	Segundo Lázaro Condor Eugenio	27542733	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.1	Agrario
6	María Julia Alva Lara	43638016	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.75	Agrario
7	Segundo Marcial Murga Ramos	27552743	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.24	Agrario
8	Zulema Vásquez Durán	43961774	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.63	Agrario
9	Marcial Campos Tocas	43788254	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.27	Agrario
10	Eladio Soberón Durán	27543696	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.19	Agrario
11	Lastenia Montenegro Huamán	43786808	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.28	Agrario
12	Lidia Escobar Huamán	27997988	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.06	Agrario
13	María Eugenio Quispe	43783613	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.11	Agrario
14	Artemio Espinoza Huamán	27545535	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	1.04	Agrario
15	Porfirio Montenegro Durán	27544196	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	2.47	Agrario
16	Rodolfo Tocas Huamán	27544452	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.54	Agrario
17	Juan Idrogo Tocas	27575326	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.54	Agrario
18	Lastenia Huamán Quiña	2757519	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.59	Agrario
19	María Florinda Tocas Atalaya	43788274	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	1.04	Agrario
20	Aladino Soberón Durán	27543646	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.16	Agrario
21	Alfonso Soberón Durán	27542225	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.22	Agrario
22	Honorio Pérez Vásquez	27542499	Cajamarca	Hualgayoc	Bambamarca	Tambo	0.87	Agrario

Fuente: Elaboración propia

3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.

3.3.1 Materiales Técnicos

- Plano topográfico del área de estudio: elaborado a partir del levantamiento de campo efectuado con GPS Diferencial Trimble R8, que permitió obtener coordenadas precisas y curvas de nivel cada 5.0 metro. Esta información sirvió de base para la elaboración del plano topográfico en AutoCAD Civil 3D, facilitando el análisis de pendientes naturales y la ubicación óptima de las estructuras del sistema de riego.
- Aplicativo UTM Geo Map: empleado durante las actividades de campo para georreferenciar las calicatas de muestreo de suelo y las parcelas pertenecientes a cada usuario del sistema de riego, mediante la obtención de coordenadas geográficas precisas. Los puntos registrados fueron exportados a la plataforma Google Earth Pro, donde se efectuó la verificación espacial, delimitación del área agrícola y georreferenciación general del proyecto. Esta herramienta permitió optimizar la identificación de los beneficiarios, definir la extensión efectiva bajo riego y fortalecer la precisión cartográfica del estudio.
- Mapa de ubicación geográfica: desarrollado a partir de los puntos georreferenciados obtenidos con el GPS Diferencial, referidos al sistema de coordenadas UTM – Zona 17S, datum WGS 84, que permitió ubicar con precisión el área de estudio del centro poblado el tambo dentro del distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.
- Croquis del sistema de conducción y distribución: elaborado en gabinete a partir de la información recolectada en campo, identificando la captación, línea de conducción, válvulas de control, hidrantes y zonas de riego, sirviendo como base para el diseño hidráulico del sistema por aspersión.
- Muestras de suelo: se excavaron cinco (5) calicatas distribuidas estratégicamente en las 14.90 hectáreas del área de estudio, con dimensiones de 0.50 m × 0.50 m × 0.50 m. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio “MARTECHI” con fines agronómicos para determinar textura, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, densidad real, conductividad eléctrica y humedad, datos utilizados en el diseño agronómico del sistema y el cálculo de la lámina neta de riego.
- Fichas de campo y registros de medición: utilizadas para registrar

coordenadas, altitudes y observaciones técnicas durante las mediciones en campo. Estos registros sirvieron como base para los cálculos hidráulicos y la elaboración de planos.

- Verificación de información climática: se contrastaron los datos de temperatura y precipitación con registros provenientes de tres estaciones meteorológicas cercanas: Celendín, Granja Porcón y La Encañada, pertenecientes al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Esta verificación permitió validar los valores interpolados de temperatura y precipitación para el área de estudio, asegurando una estimación confiable de las condiciones climáticas locales.

3.3.2 Equipos y Herramientas

Para el presente estudio se emplearon diversos equipos y herramientas, tanto en campo como en gabinete, que permitieron garantizar la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos:

- GPS Diferencial Trimble R8: utilizado para el levantamiento topográfico de alta precisión, obteniendo coordenadas y cotas del terreno con exactitud centimétrica.
- Teléfono móvil Samsung Galaxy A13 con aplicativo UTM Geo Map: empleado para registrar coordenadas geográficas de las calicatas y parcelas de los usuarios, facilitando su posterior exportación a Google Earth Pro para la verificación espacial y delimitación del área de estudio.
- Wincha métrica de 50 m: empleadas para medir la distancia de la línea de conducción del canal principal y mediciones complementarias de distancias y orientaciones en campo.
- Pala, barreta y pico: utilizados para la excavación de calicatas con fines agronómicos.
- Bolsas de muestreo y etiquetas resistentes: destinadas a la recolección, identificación y traslado de las muestras de suelo al laboratorio.
- Cámara fotográfica digital: utilizada para el registro visual de las condiciones de las parcelas, fuentes de agua y estructuras de conducción.
- Laptop personal con software especializado:
 - ✓ AutoCAD Civil 3D: para el procesamiento topográfico y diseño del sistema de riego.

- ✓ Microsoft Excel: para el procesamiento y análisis de datos hidráulicos y agronómicos.
- ✓ Google Earth Pro y UTM Geo Map: para la georreferenciación, verificación espacial y delimitación del área de estudio.

Estos equipos y herramientas permitieron obtener información precisa y confiable, fundamental para el desarrollo del diagnóstico, diseño y propuesta técnica del sistema de riego presurizado.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

La recolección de datos se desarrolló en campo y gabinete, siguiendo una metodología sistemática que permitió obtener información precisa y confiable para el diseño del sistema de riego por aspersión en el Centro Poblado El Tambo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

a) Recolección de datos

- ❖ El levantamiento topográfico del área de estudio se realizó empleando un GPS Diferencial Trimble R8, con el objetivo de obtener la planimetría y altimetría necesarias para el diseño del sistema de riego. Para tal fin, se instaló una base fija en un punto de referencia estable y estratégicamente ubicado, desde donde se configuraron las mediciones diferenciales con los radios móviles, garantizando una mayor precisión en los puntos levantados. Durante el trabajo de campo se establecieron bancos de nivel (BM's) cada 500 metros, los cuales sirvieron como puntos de control altimétrico. Asimismo, se colocaron estacas de referencia cada 50 metros a lo largo del trazado de la línea de conducción y la red de distribución, debidamente identificadas con pintura y codificación numérica, también se levantó los puntos del reservorio para conocer su morfología y definir su ubicación óptima.
- ❖ Realizado el levantamiento topográfico e identificado el ámbito del proyecto, se procedió a ubicar los puntos de muestreo de suelo, efectuando un diagnóstico previo en campo que permitió determinar la ubicación de cinco (05) calicatas dentro del área de 14.90 ha del proyecto. Cada calicata presentó dimensiones de 0.50 m de largo, 0.50 m de ancho y

0.50 m de profundidad, y se ubicó según las coordenadas geográficas detalladas en el Cuadro N°01.

Cuadro N°01 Coordenadas de las muestras de suelo.

<u>MUESTRA 01: SAMUEL LUNA DURÁN</u>
CANAL: Las águilas del pedernal- El Tambo
ESTE: 780398.01
NORTE: 9249353.21
PROFUNDIDAD DE MUESTRA: 0.50 M
<u>MUESTRA 02: ZULEMA VÁSQUEZ DURÁN</u>
CANAL: Las águilas del pedernal- El Tambo
ESTE: 780386.11
NORTE: 9249562.02
PROFUNDIDAD DE MUESTRA: 0.50 M
<u>MUESTRA 03: MARÍA EUGENIO QUISPE</u>
CANAL: Las águilas del pedernal- El Tambo
ESTE: 780356.04
NORTE: 9249832.15
PROFUNDIDAD DE MUESTRA: 0.50 M
<u>MUESTRA 04: JUAN IDROGO TOCAS</u>
CANAL: Las águilas del pedernal -El Tambo
ESTE: 780187.09
NORTE: 9249970.16
PROFUNDIDAD DE MUESTRA: 0.50 M
<u>MUESTRA 05: ALFONSO SOBERÓN DURÁN</u>
CANAL: Las águilas del pedernal- El Tambo
ESTE: 780093.13
NORTE: 9250212.01
PROFUNDIDAD DE MUESTRA: 0.50 M

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Se extrajo aproximadamente 1 kilogramo de suelo por calicata, el cual fue empaquetado y rotulado con su respectiva identificación y coordenadas UTM para su envío al laboratorio MARTECHE, ubicado en la ciudad de Chiclayo. En dicho laboratorio se determinaron las propiedades físicas y químicas del suelo, tales como textura, densidad aparente, densidad real, pH, punto de marchitez permanente, capacidad de campo y conductividad eléctrica.

Figura 03: Etiqueta de la muestra para enviar al laboratorio “MARTECHE”



Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Se trabajó también con información proveniente de tres estaciones meteorológicas ubicadas en zonas aledañas al área de estudio, correspondientes a las estaciones Celendín, Granja Porcón y La Encañada, con el propósito de analizar las condiciones climáticas representativas del proyecto. Los registros comprendieron un intervalo temporal de once (11) años (2009 – 2019), lo que permitió realizar un tratamiento estadístico confiable de las variables meteorológicas. Los datos históricos de precipitación y temperatura fueron proporcionados por la empresa privada “Consultora y Constructora Jhemay S.R.L.”, dedicada a la elaboración de estudios de pre-inversión en la región Cajamarca.

b) Procesamiento De Datos.

- ❖ Los datos topográficos obtenidos fueron procesados mediante el software AutoCAD Civil 3D, con el fin de generar los planos topográficos, curvas de nivel, perfiles longitudinales y transversales del área de estudio. Esta información constituyó la base para definir el trazado de la línea de conducción, la red de distribución, reservorio y la ubicación de las estructuras hidráulicas del sistema de riego proyectado.

- ❖ Los resultados del análisis de suelos, realizados por el laboratorio MARTECHE, fueron procesados e interpretados a partir de los valores obtenidos de capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, densidad real y textura. Dichos parámetros permitieron identificar el tipo de suelo predominante en el área del proyecto mediante la elaboración de una tabla de clasificación física del suelo, información esencial para determinar sus propiedades hidráulicas y agronómicas. Con base en estos resultados, se establecieron los parámetros fundamentales para el diseño agronómico e hidráulico del sistema de riego por aspersión.
- ❖ Finalmente, los registros meteorológicos de las estaciones Celendín, Granja Porcón y La Encañada fueron procesados estadísticamente para determinar los valores de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación media anual y mensual. Se aplicaron interpolaciones lineales para estimar las condiciones climáticas representativas del Centro Poblado El Tambo, resultados que se integraron al análisis técnico para evaluar la disponibilidad hídrica y sustenta.

CAPITULO IV. RESULTADOS

Objetivo General.

Formular un sistema de riego por aspersión para la eficiencia hídrica en el centro poblado del Tambo del distrito de Bambamarca departamento de Cajamarca.

A partir del diseño del reservorio propuesto, se formula un sistema de riego por aspersión orientado a garantizar el uso eficiente del caudal autorizado de 11.02 l/s para cubrir las 14.90 hectáreas del centro poblado El Tambo. La propuesta contempla un reservorio revestido con capacidad de 647 m³, planteado como infraestructura de almacenamiento y regulación del caudal para uso agrícola. Para su construcción se proyecta el empleo de geomembrana HDPE y geotextil como barreras de impermeabilización, junto con las estructuras de ingreso, salida, rebose y limpieza, además de la protección perimétrica correspondiente.

Desde el reservorio, con el caudal de diseño de 14.21 l/s, se diseña la red de conducción y distribución del sistema, integrada por 12,502.40 metros lineales de tuberías HDPE, con diámetros desde 1" hasta 110 mm, considerando las etapas de excavación, cama de apoyo, relleno compactado y pruebas hidráulicas que aseguren su correcto funcionamiento. El diseño incluye también estructuras hidráulicas complementarias, como la caja de válvula de control, cuatro cámaras rompen presión tipo 7 y una caja de válvula de purga, evaluadas para regular el flujo, disipar presiones y facilitar las actividades de operación y mantenimiento seguro del sistema.

En el nivel parcelario se plantea un sistema fijo de riego por aspersión conformado por 23 hidrantes y 644 aspersores de 2.5 bar presión media, garantizando la aplicación uniforme del agua en las áreas beneficiadas. Finalmente, se evaluaron los costos de implementación, obteniéndose un presupuesto total de 530 409.00 soles, que incluye materiales, mano de obra, equipos, subcontratos, fletes, capacitación, gastos generales, utilidad e IGV. Este monto corresponde a la instalación integral del sistema de riego por aspersión para 14.90 hectáreas, proponiéndose como una alternativa técnica viable que permite un uso eficiente del recurso hídrico y contribuye a mejorar la productividad agrícola del centro poblado El Tambo.

OE1. Realizar un Análisis detallado del balance hídrico para garantizar el suministro óptimo para el cultivo actual.

4.1. Balance hídrico

4.1.1. Precipitación

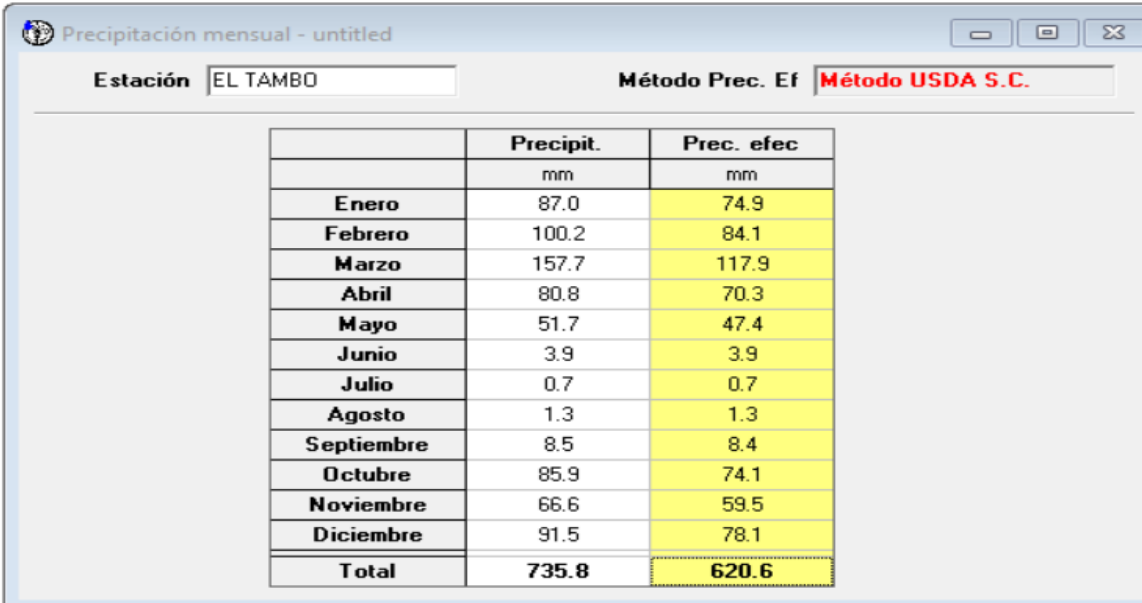
Se trabajó con los registros de precipitación de tres estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto: Celendín, Granja Porcón y La Encañada, considerando un periodo histórico de 11 años (2009–2019). A partir de esta información, y teniendo en cuenta las altitudes respectivas de cada estación, se realizó un pronóstico de precipitación con una probabilidad de persistencia del 75%.

Tabla 5 Precipitación

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm) AL 75% DE PERSISTENCIA													
ESTACION	ALTITUD	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
LA ENCAÑADA	2980	69.1	95.0	139.4	82.8	48.0	4.8	0.6	0.0	4.9	87.6	61.9	61.3
CELENDIN	2602	81.4	87.0	151.1	64.6	48.1	2.6	0.7	1.9	4.7	83.1	69.1	85.5
GRANJA PORCON	3149	139.2	157.0	214.9	135.2	71.1	7.0	1.2	1.5	28.7	92.9	66.4	167.6
LOCALIDAD EL TAMBO	2794	87.0	100.2	157.7	80.8	51.7	3.9	0.7	1.3	8.5	85.9	66.6	91.5

Fuente: Elaboración propia

Con el apoyo del software CROPWAT 8.0, se logró estimar la precipitación efectiva correspondiente al área específica del Centro Poblado El Tambo, permitiendo ajustar los valores obtenidos de las estaciones meteorológicas a las condiciones locales del proyecto y mejorar la precisión del análisis hidrológico.



Precipitación mensual - untitled		
Estación	EL TAMBO	
Método Prec. Ef	Método USDA S.C.	
	Precipit. mm	Prec. efec mm
Enero	87.0	74.9
Febrero	100.2	84.1
Marzo	157.7	117.9
Abril	80.8	70.3
Mayo	51.7	47.4
Junio	3.9	3.9
Julio	0.7	0.7
Agosto	1.3	1.3
Septiembre	8.5	8.4
Octubre	85.9	74.1
Noviembre	66.6	59.5
Diciembre	91.5	78.1
Total	735.8	620.6

Gráfico 1 Precipitación según método USDA

4.1.2. Coeficiente del cultivo (Kc)

El cultivo seleccionado corresponde al pasto cultivado, con un período de producción de aproximadamente 4 meses, iniciando su siembra en el mes de enero. A partir de los valores de referencia del coeficiente de cultivo (Kc) propuestos por la FAO, se procedió a determinar el Kc real para las condiciones específicas del Centro Poblado El Tambo, mediante las correspondientes tabulaciones y ajustes según la etapa fenológica del cultivo y las condiciones climáticas locales.

✓ **Duración de las fases según la FAO:**

Inicial = 10 días

Desarrollo del cultivo=15 días

Mediados del cultivo=75 días

Finales del cultivo=20 días

✓ **Kc del cultivo según la FAO**

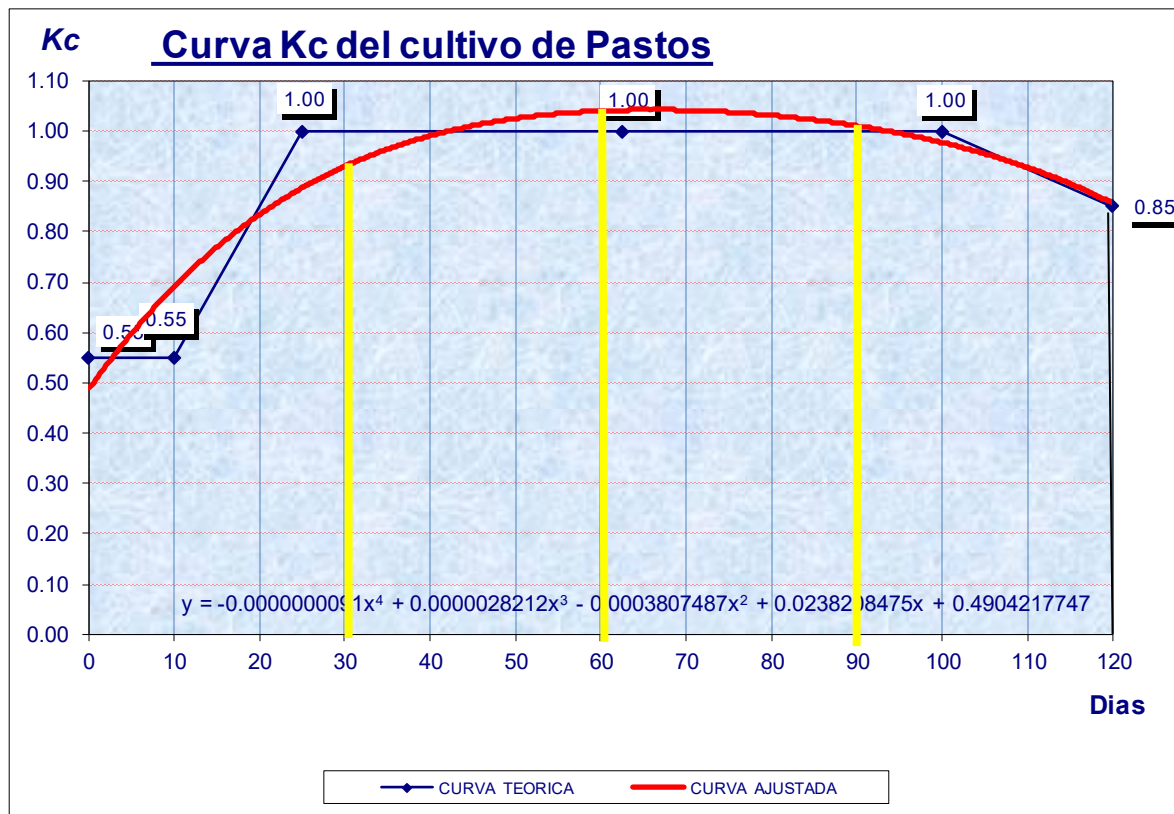
Kc - fase inicial = 0.55

K/c - mediado. Desarrollo=1

Kc - final periodo=0.85

Con estos datos y con el apoyo de una tabla en Excel evaluaremos el Kc real para nuestro cultivo.

Gráfico 2 Kurva Kc del cultivo de pastos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Kc de pastos

KC DE PASTOS			
ENE	FEB	MAR	ABR
31	59	90	120
31	28	31	30
0.93	1.03	1.01	0.86

Se obtuvo que los coeficientes de cultivo (Kc) determinados para el pasto forrajero en el área de estudio presentan los siguientes valores mensuales: enero = 0.93, febrero = 1.03, marzo = 1.02 y abril = 0.86. Estos valores muestran variaciones significativas respecto a los datos de referencia establecidos por la FAO.

4.1.3. Cédula de cultivos

❖ Cédula de cultivo sin proyecto

Tabla 7 Cédula de cultivo por período y número de campañas sin proyecto

Periodo de cultivo	Cultivo	Numero de campañas	Kc	Hectáreas (ha)
--------------------	---------	--------------------	----	----------------

Enero			0.93	
Febrero	Pasto	1era	1.03	9.40
Marzo			1.01	
Abril			0.86	
Mayo			0.93	
Junio	Pasto		1.03	9.40
Julio		2da	1.01	
Agosto			0.86	
Septiembre			0.93	
Octubre	Pasto	3era	1.03	9.40
Noviembre			1.01	
Diciembre			0.86	

❖ **Cedula de cultivo con proyecto**

Tabla 8 Cédula de cultivo por período y número de campañas con proyecto

Periodo de cultivo	Cultivo	Numero de campañas	Kc	Hectáreas (ha)
Enero			0.93	
Febrero	Pasto	1era	1.03	14.90
Marzo			1.01	
Abril			0.86	
Mayo			0.93	
Junio	Pasto		1.03	14.90
Julio		2da	1.01	
Agosto			0.86	
Septiembre			0.93	
Octubre	Pasto	3era	1.03	14.90

Noviembre	1.01
Diciembre	0.86

Para la cédula de cultivo con proyecto, se determinó que se regarán la totalidad de las 14.90 hectáreas destinadas al cultivo de pasto forrajero, cuyo establecimiento se inicia en el mes de enero. La implementación del sistema de riego propuesto permitirá optimizar el uso del recurso hídrico, garantizando una distribución uniforme del agua y posibilitando el aprovechamiento integral del área agrícola disponible.

4.1.4. Demanda hídrica

❖ Demanda de agua sin proyecto

Con respecto a la demanda de agua en condición sin proyecto, y a partir de los parámetros previamente determinados —coeficiente de cultivo ponderado (K_c), evapotranspiración real (ETR) y precipitaciones efectivas—, se procedió a estimar la demanda de agua sin proyecto (ETP). Para dicho cálculo se consideró una eficiencia global del sistema de riego del 40 %, valor que representa las pérdidas por conducción, distribución y aplicación del agua en las condiciones actuales del sistema tradicional.

Tabla 9 Demanda de agua sin proyecto

Mes	Demanda Hídrica (m³)	Eficiencia de riego
Enero	1,000	
Febrero	0	
Marzo	0	
Abril	3,000	
Mayo	11,000	
Junio	24,000	40%
Julio	25,000	
Agosto	22,000	
Septiembre	21,000	
Octubre	7,000	

Noviembre	8,000
Diciembre	0
Total	122,000

❖ **Demanda de agua con proyecto**

Tabla 10 Demanda de agua con proyecto

Mes	Demanda Hídrica (m³)	Eficiencia de riego
Enero	1 ,000	
Febrero	0	
Marzo	0	
Abril	3,000	
Mayo	10,000	
Junio	21,000	70%
Julio	23,000	
Agosto	20,000	
Septiembre	19,000	
Octubre	6,000	
Noviembre	7,000	
Diciembre	0	
Total	110,000	

Los cálculos detallados se presentan en el **Anexo N° 9.4 – Tabla 02**, donde se muestran los cálculos completos de la demanda con todos sus detalles.

4.1.5. Oferta hídrica

Tabla 11 oferta hídrica disponible (mensual y anual) según resolución

Mes	Oferta Hídrica (m³)
Enero	2,411

Febrero	0
Marzo	0
Abril	5,184
Mayo	11,035
Junio	24,494
Julio	29,516
Agosto	27,346
Septiembre	23,613
Octubre	8,330
Noviembre	8,424
Diciembre	268
Total	140,621.18

Los datos a detalle están en la resolución Anexo N° 9.2

4.1.6. Balance hídrico sin proyecto

Tabla 12 Tabla que muestre el balance oferta vs demanda

Mes	Oferta Hídrica (m³)	Demanda Hídrica (m³)	Balance Hídrico (m³)
Enero	2,411	1,000	1,411
Febrero	0	0	0
Marzo	0	0	0
Abril	5,184	3,000	2,184
Mayo	11,035	11,000	35
Junio	24,494	24,000	494
Julio	29,516	25,000	4,516
Agosto	27,346	22,000	5,346
Septiembre	23,613	21,000	2,613
Octubre	8,330	7,000	1,330

Noviembre	8,424	8,000	424
Diciembre	268	0	268
Total	140,621.18	122,000	30,621

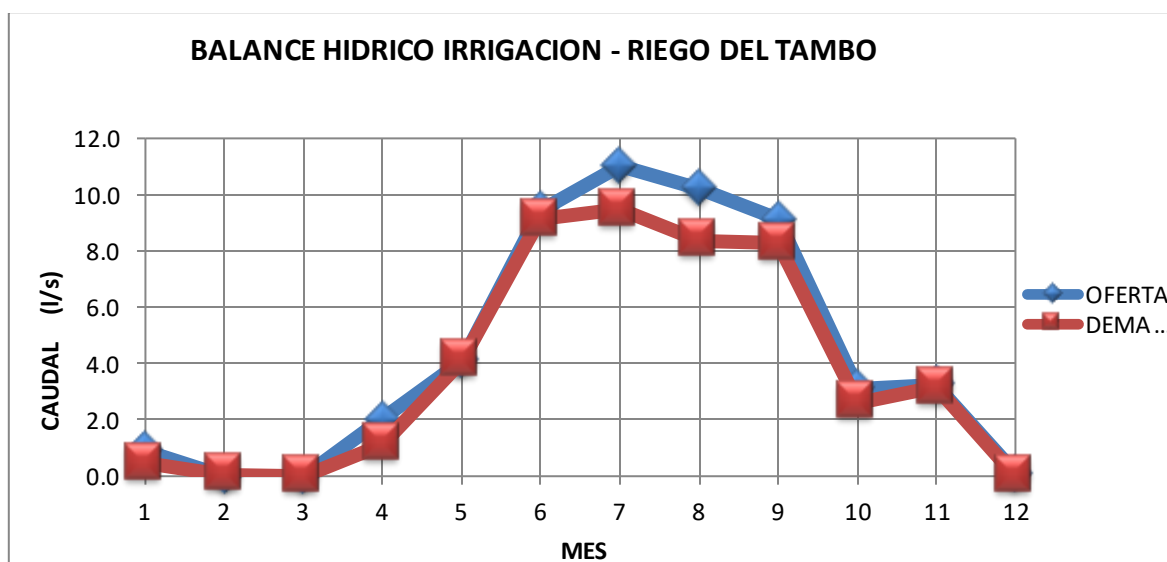


Gráfico 3 Representación de la oferta hídrica

Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se observa que la oferta hídrica disponible se encuentra por encima de la demanda, lo que indica que el caudal autorizado resulta suficiente únicamente para atender el requerimiento de agua de las 9.40 ha consideradas en condición sin proyecto, bajo un manejo convencional del recurso.

4.1.7. Balance hídrico con proyecto

Tabla 13 Demanda hídrica (mensual y anual)

Mes	Demanda Hídrica (m³)
Enero	1,000
Febrero	0
Marzo	0
Abril	3,000

Mayo	10,000
Junio	21,000
Julio	23,000
Agosto	20,000
Septiembre	19,000
Octubre	6,000
Noviembre	7,000
Diciembre	0
Total	110,000

La demanda hídrica con proyecto se presenta en la tabla titulada “Demanda hídrica (mensual y anual) con proyecto”, la cual resume los valores previamente calculados a partir del coeficiente de cultivo, la evapotranspiración real, la precipitación efectiva y la eficiencia global del 70 % del sistema de riego tecnificado.

Considerando la misma oferta hídrica autorizada por resolución y los requerimientos hídricos obtenidos para el manejo tecnificado del cultivo, se procede a evaluar el balance hídrico con proyecto, cuya comparación permitirá definir el volumen de almacenamiento requerido en el reservorio propuesto.

Tabla 14 Balance oferta vs demanda

Mes	Oferta Hídrica (m ³)	Demanda Hídrica (m ³)	Balance Hídrico (m ³)
Enero	2,411	1,000	1411
Febrero	0	0	0
Marzo	0	0	0
Abril	5,184	3,000	2184
Mayo	11,035	10,000	1035
Junio	24,494	21,000	3494
Julio	29,516	23,000	6516
Agosto	27,346	20,000	7346
Septiembre	23,613	19,000	4613

Octubre	8,330	6,000	2330
Noviembre	8,424	7,000	1424
Diciembre	268	0	268
Total	140,621.18	110,000	30,621

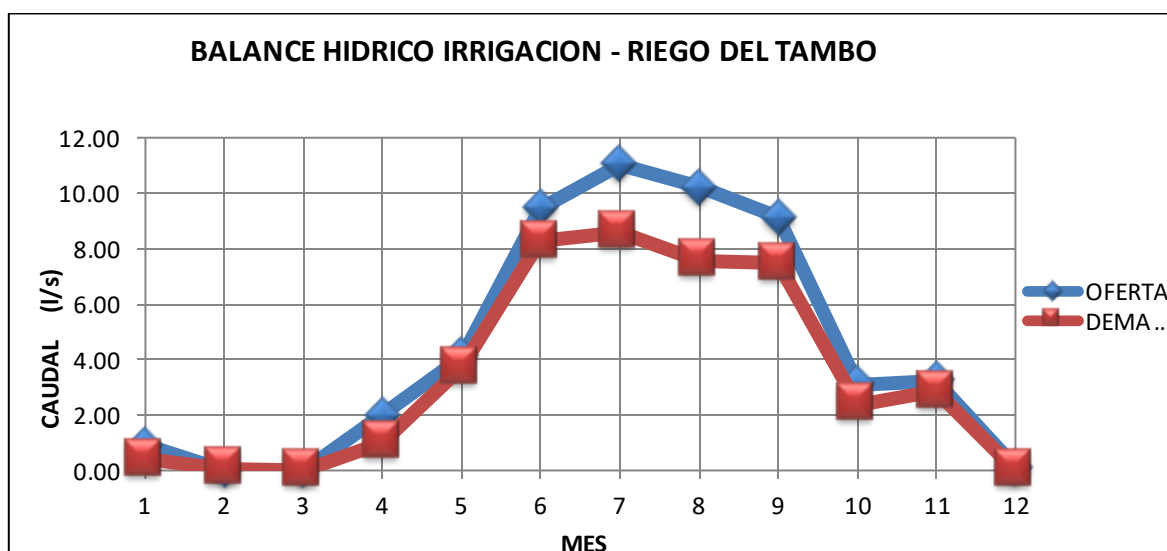


Gráfico 4 Representación del balance hídrico El Tambo

Fuente: Elaboración propia

De la gráfica se observa que la oferta hídrica disponible supera a la demanda, lo que evidencia que mediante la implementación de un sistema de riego tecnificado sería posible abastecer adecuadamente las 14.90 ha consideradas en condición con proyecto, optimizando el uso del recurso hídrico en comparación con el manejo convencional.

OE2. Evaluar el diseño agronómico del sistema de riego por aspersión en función del cultivo de pastos actualmente establecido.

4.2. Diseño agronómico

4.2.1. Evapotranspiración Potencial (Eto)

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETo) se utilizaron los datos meteorológicos del período 2009–2019 provenientes de las estaciones de Celendín, La Granja Porcón y La Encañada. Mediante la interpolación por

gradiente altitudinal, se determinaron las temperaturas mínimas y máximas correspondientes a la localidad del Centro Poblado El Tambo. Con estos datos específicos del área de estudio y utilizando el software CROPWAT 8.0, se logró calcular la evapotranspiración potencial.

ETo Penman-Monteith Mensual - untitled

País Estación

Altitud m. Latitud °N Longitud °W

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	9.4	18.9	77	173	6.3	17.5	3.08
Febrero	9.5	18.9	77	173	6.4	18.5	3.27
Marzo	9.8	18.6	78	173	6.1	18.8	3.32
Abril	9.1	19.1	76	173	6.9	20.1	3.56
Mayo	8.2	19.2	75	173	7.7	20.6	3.63
Junio	6.5	19.2	72	173	8.8	21.8	3.75
Julio	5.5	19.2	70	173	9.4	22.8	3.86
Agosto	5.7	19.7	70	173	9.5	23.6	4.03
Septiembre	6.9	19.9	71	173	8.8	22.9	3.96
Octubre	8.3	19.7	74	173	7.7	20.7	3.62
Noviembre	8.3	19.9	74	173	7.7	19.6	3.46
Diciembre	9.3	19.0	77	173	6.5	17.3	3.05
Promedio	8.0	19.3	74	173	7.7	20.3	3.55

Los valores mensuales calculados se presentan en la tabla titulada “Evapotranspiración potencial (ETo) por meses”.

Tabla 15 Evapotranspiración potencial (ETO) por meses

Evapotranspiración potencial (ETo)		
Meses	ETo	
	mm/día	mm/mes
Enero	3.08	85.90
Febrero	3.27	82.40
Marzo	3.32	92.60
Abril	3.56	96.10
Mayo	3.63	101.30
Junio	3.75	101.30
Julio	3.86	107.70
Agosto	4.03	112.40
Septiembre	3.96	106.90

Octubre	3.62	101.00
Noviembre	3.46	93.40
Diciembre	3.05	85.10

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Parámetros de diseño

a) Muestras de suelo

Identificación de la muestra.

Tabla 16 Identificación de las muestras

N.º	Indicador de muestras	Coordenadas
Muestra N° 01	1	ESTE: 781076.01 NORTE: 9248898.03
Muestra N° 02	2	ESTE: 780186.05 NORTE: 9249652.02
Muestra N° 03	3	ESTE: 779913.04 NORTE: 9250311.03
Muestra N° 04	4	ESTE: 779670.02 NORTE: 9250583.04
Muestra N° 05	5	ESTE: 778854.03 NORTE: 9250997.01

Resultados de las 5 muestras del laboratorio “MARTECHE”

Tabla 17 Resultados de la muestra

Muest.	Ao %	Ar %	Li %	Textura	Ce μS /cm	Ph	Cc %	Pmp %	Da %	Dr %
1	27.32	34.11	38.58	Fr. Ar	320	7.26	27.13	14.29	1.35	2.62
2	31.41	14.01	54.57	Fr. Li	420	7.28	24.74	13.16	1.33	2.59
3	33.25	24.22	42.53	Fr. Li	540	7.52	26.32	14.31	1.31	2.82
4	62.22	14.62	23.16	Fr. Ar	300	7.25	27.81	13.74	1.35	2.63

5	61.25	15.44	23.32	Fr. Ar	290	7.36	27.04	13.91	1.34	2.54
---	-------	-------	-------	--------	-----	------	-------	-------	------	------

Resultados de laboratorio

Interpretación de los resultados de las muestras

Tabla 18 Clasificación FAO

CE (µS/cm)	Clasificación FAO
< 250	No salino
250 – 750	Muy ligeramente salino
750 – 1500	Ligeramente salino
1500 – 3000	Moderadamente salino
3000 – 6000	Altamente salino
> 6000	Extremadamente salino

Fuente: FAO, Suelos Salados – Manual de Capacitación No.1, capítulo 7.2 “Salinidad del suelo”, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018.

Tabla 19 Muestra e interpretación

Muestra	Ao %	Ar %	Li %	Textura	Ce µS /cm	Ph
1	27.32	34.11	38.58	Franco arcilloso	Muy ligeramente salino	Ligeramente alcalino
2	31.41	14.01	54.57	Franco arcilloso	Muy ligeramente salino	Ligeramente alcalino
3	33.25	24.22	42.53	Franco arcilloso	Muy ligeramente salino	Ligeramente alcalino
4	62.22	14.62	23.16	Franco arcilloso	Muy ligeramente salino	Ligeramente alcalino
5	61.25	15.44	23.32	Franco arcilloso	Muy ligeramente salino	Ligeramente alcalino

b) Tipo de suelo

De las cinco muestras de suelo enviadas al laboratorio, tres correspondieron al tipo franco arcilloso y dos al tipo franco limoso. Tras realizar la comparación de las características físicas y agronómicas de ambos tipos de suelo, se optó por considerar como suelo de diseño el **franco arcilloso**, por presentar mayores restricciones en cuanto a infiltración y permeabilidad. Este tipo de suelo

representa la condición más desfavorable para el riego, por lo que su uso en el diseño garantiza una mayor uniformidad y eficiencia en la aplicación del agua en toda el área del proyecto.

b) Capacidad de campo, punto de marchites permanente, densidad aparente y Velocidad de Infiltración Básica.

Conociendo que el suelo de diseño corresponde a la textura franco arcillosa y con apoyo de la tabla titulada “Clasificación de suelo de acuerdo con su textura” de la FAO, se obtuvieron los valores de capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente y velocidad de infiltración básica.

Tabla 20 Clasificación de suelo de acuerdo con su textura

Textura del suelo	Velocidad de infiltración básica (mm/h)	Volumen poroso total (%)	Peso específico aparente (g/cm ³)	Capacidad de campo (% peso)	Punto de marchitez permanente (% peso)	Agua disponible (% volumen)
Arenosa	50 (25–75)	38 (32–42)	1.65 (1.55–1.80)	9 (6–12)	4 (2–6)	8 (6–10)
Franco arenosa	25 (13–76)	43 (40–47)	1.50 (1.40–1.60)	14 (10–18)	6 (4–8)	12 (9–15)
Franca	14 (8–20)	46 (43–49)	1.42 (1.34–1.50)	22 (18–26)	10 (8–12)	17 (14–20)
Franco arcillosa	8.5 (2.5–15)	49 (47–51)	1.35 (1.30–1.40)	27 (23–31)	13 (11–17)	19 (16–22)
Arcillosa arenosa	4 (3–5)	51 (49–53)	1.30 (1.25–1.35)	31 (27–35)	15 (13–17)	21 (13–17)
Arcillosa	0.5 (0.1–1.0)	53 (51–55)	1.25 (1.20–1.35)	35 (31–39)	17 (15–19)	23 (20–25)

Fuente: FAO (1980). Manual de capacitación en riego: Métodos de riego y manejo del agua en la agricultura.

Obteniendo que la Capacidad de campo es 26.32%, densidad aparente de 1.31g/cm³, punto de marchites permanente 14.31% y velocidad de infiltración básica 8.50 mm/h.

c) Rango de Humedad

La humedad disponible en el suelo se determina como la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. En este caso, la capacidad de campo del suelo es de 26.32 %, mientras que el punto de marchitez permanente es de 14.31 %. Por lo tanto, el rango de humedad disponible para el cultivo se calcula como:

$$\theta_{\text{disponible}} = 26.32\% - 14.31\% = 12.01\%$$

Este valor representa la fracción de agua utilizable por el cultivo dentro del perfil radicular efectivo, y constituye un parámetro fundamental para el diseño del riego y la planificación agronómica en suelos arcillosos.

d) Profundidad de raíces

Tabla 21 Profundidad efectiva de raíces

Cultivo	Profundidad efectiva de raíces (cm)
Pastos cultivados (sierra, suelos arcillosos)	30 – 60
Alfalfa	90 – 180
Maíz	75 – 160
Papa	30 – 75
Tomate	40 – 100
Pimiento	40 – 100
Cebolla	30 – 75
Frutillas (fresas)	20 – 30
Cítricos	120 – 150
Olivo	100 – 150
Uva (vid)	75 – 180
Leguminosas (porotos, frijoles)	50 – 125
Crucíferas (repollo, brócoli, coliflor)	30 – 60
Cucurbitáceas (melón, pepino, zapallo)	75 – 125
Hortalizas en general	30 – 60
Frutales diversos	100 – 200

Fuente: Elaboración propia con apoyo de **Agraria.pe** (2024) y FAO (manuales técnicos de agronomía).

De acuerdo con la tabla titulada “Profundidad efectiva de raíces”, se consideró una profundidad efectiva de 50 cm para los pastos cultivados, valor que se encuentra dentro del rango recomendado de 30–60 cm para suelos arcillosos. Esta profundidad representa la zona del perfil del suelo donde se concentra la

mayor parte de la masa radicular y, por lo tanto, corresponde al volumen de suelo efectivo para la absorción de agua y nutrientes. La elección de 50 cm permite un manejo eficiente del riego y la fertilización, considerando las limitaciones de aireación y drenaje típicas de los suelos arcillosos de la región.

i. Uso consuntivo del cultivo(mm/día)

Es la evapotranspiración del cultivo multiplicado por el coeficiente ponderado del cultivo (Kc) nos da el uso consuntivo.

Tabla 22 Uso consuntivo del cultivo

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
ETP	mm/mes	85.93	82.40	92.63	96.12	101.28	101.25	107.69	112.44	106.92	101.00	93.42	85.10
Coeficiente de cultivo ponderado Kc		0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86
Evapotranspiración Real (ETR) o (UC)	mm/mes	79.92	84.88	93.55	82.57	94.19	104.29	108.77	96.59	99.44	104.03	94.35	73.10

Para determinar el uso consuntivo promedio diario aplicable al diseño agronómico, se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se suman los valores de ETR de los doce meses para obtener la evapotranspiración anual total.
2. Este total se divide entre 12 para obtener el promedio mensual.
3. Finalmente, se convierte a base diaria considerando un mes estándar de 30 días:

$$UC_d = \frac{\sum_{i=1}^{12} ETR_i}{12 \times 30} = 3.09 \text{ mm/día}$$

Este valor representa la cantidad promedio de agua requerida diariamente por el cultivo, y constituye un parámetro fundamental para el dimensionamiento del riego y la planificación del manejo hídrico en el diseño agronómico.

Tabla 23 Parámetros de diseño con datos calculados

Parámetros de diseño		
Tipo de Suelo	FRANCO ARCILLOSO	
Tipo de Cultivo	Pasto	
Área a irrigar	14.90	ha
	149,000.00	m2
Capacidad de Campo	26.32	%
Punto de Marchitez Permanente	14.31	%
Densidad Aparente	1.31	g/cm ³
Profundidad de Raíces	50	cm
Rango de Humedad	12.01	%
Eficiencia de Aplicación	75.00	%
Velocidad de Infiltración Básica	8.50	mm/h
Uso Consuntivo	3.09	mm/día
Tiempo Disponible	12.00	h/día

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Láminas de riego y operación del sistema**4.2.3.1. Lámina de riego (L)**

Para hallar la lámina de riego se utiliza la fórmula siguiente:

$$L = \frac{(CC - PMP) * DAP * H}{100}$$

Donde:

- CC = Capacidad de campo del suelo (%) = 26.32 %
- PMP = Punto de marchitez permanente (%) = 14.31 %
- Aap = Densidad aparente del suelo (g/cm³) = 1.31
- H = Profundidad efectiva de raíces (cm) = 50

$$L = \frac{(26.32 - 14.31) * 1.31 * 50}{100} = 7.87 \text{ cm.}$$

De este modo, se obtiene una lámina de riego de 7.87 cm, que corresponde al volumen de agua requerido para cubrir la zona radicular efectiva del cultivo, considerando la humedad disponible utilizable en el perfil del suelo y la densidad aparente de este. Este valor constituye un parámetro esencial para el diseño y programación de los eventos de riego, garantizando un suministro adecuado de agua sin exceder la capacidad de retención del suelo.

4.2.3.2. Lámina neta (Ln)

La lámina neta de riego (Ln) se calcula considerando la fracción de agua realmente disponible en el suelo, determinada por el rango de humedad utilizable (Rh), mediante la expresión:

$$Ln = \frac{L * (Rh) * 10}{100}$$

Rh= Rango de humedad o fracción de agotamiento; es igual a la capacidad de campo menos el punto de marchitez.

$$Rh = (26.32 - 14.31) = 12.02 \%$$

$$Ln = \frac{7.87 * (12.02)}{100} * 10 = 9.45 \text{ mm}$$

Por ende, lámina neta de riego requerida es de 9.45 mm, representando el volumen de agua que efectivamente debe aplicarse para reponer la humedad disponible dentro del perfil radicular del cultivo. Este valor es fundamental para el diseño de riego, ya que considera tanto la capacidad de retención del suelo como la profundidad efectiva de raíces, asegurando un suministro eficiente sin exceso de agua.

4.2.3.3. Lámina De Riego Aplicada (Lap)

La lámina de riego aplicado (La) se determina considerando la eficiencia de aplicación del sistema de riego (E_{fap}), mediante la siguiente expresión:

$$Lap = \frac{Ln}{E_{fap}}$$

donde:

- Ln= Lámina neta de riego = 9.45 mm
- E_{fap}= Eficiencia de aplicación del sistema = 0.75 (75 %), correspondiente a un riego por aspersión típico.

Sustituyendo los valores:

$$Lap = \frac{9.45}{\left(\frac{75}{100}\right)} = 12.60 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de riego aplicada requerida es de 12.60 mm, la cual representa el volumen de agua que debe suministrarse al cultivo mediante el sistema de aspersión para compensar tanto la humedad disponible en el perfil radicular como las pérdidas asociadas a la eficiencia de aplicación. Este valor es esencial para planificar la frecuencia y duración de los eventos de riego, asegurando un suministro hídrico óptimo y eficiente.

4.2.3.4. Lámina Neta Ajustada (Lnaj)

La lámina neta ajustada de riego (Lnaj) se determina multiplicando el uso consuntivo del cultivo (Uc) por la frecuencia de riego (Fr), según la expresión:

$$Lnaj = Fr * Uc$$

donde:

- Uc = Uso consuntivo del cultivo = 3.09 mm/día
- Fr = Frecuencia de riego = 4 días

Sustituyendo los valores:

$$Lnaj = 4 * 3.09 = 12.36 \text{ mm}$$

De este modo, se obtiene una lámina neta ajustada de 12.36 mm, que representa el volumen de agua que debe aplicarse por evento de riego para satisfacer la demanda hídrica del cultivo en el periodo considerado, asegurando un manejo eficiente del recurso hídrico y la cobertura adecuada del perfil radicular.

4.2.3.5. Lámina De Riego Aplicada Ajustada

La lámina de riego aplicada ajustada (Lap.aj) se determina considerando la eficiencia de aplicación del sistema de riego (Efap), mediante la expresión:

$$Lap.aj = \frac{Lnaj}{Efap}$$

Donde:

- L_{naj} = Lámina neta ajustada = 12.36 mm
- E_{fap} = Eficiencia de aplicación del sistema = 0.75 (75 %), correspondiente a un riego por aspersión típico.

Sustituyendo los valores:

$$L_{ap} = \frac{12.36}{75\%} = 16.48 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la lámina de riego aplicada ajustada es de 16.48 mm, lo que representa el volumen de agua que debe aplicarse por evento de riego, considerando tanto la demanda hídrica del cultivo como las pérdidas asociadas a la eficiencia del sistema. Este valor es esencial para planificar la duración y programación de los riegos, garantizando un suministro hídrico óptimo y eficiente para el desarrollo del cultivo.

4.2.4. Frecuencia de riego

La frecuencia de riego (Fr) se determina dividiendo la lámina neta de riego (L_n) entre el uso consuntivo del cultivo (U_c), mediante la expresión:

$$Fr = \frac{L_n}{U_c}$$

donde:

- L_n = Lámina neta de riego = 9.45 mm
- U_c = Uso consuntivo del cultivo = 3.09 mm/día

Sustituyendo los valores:

$$Fr = \frac{9.45}{3.09} = 3.06 \text{ días}$$

Dado que el resultado supera los 3 días, se redondea y se asume una frecuencia de riego de 4 días, lo que asegura un suministro hídrico suficiente para cubrir la demanda del cultivo dentro del perfil radicular efectivo, evitando déficits

hídricos y optimizando el uso del agua en suelos arcillosos. Este valor será la base para la programación de turnos de riego del sistema.

4.2.5. Caudal De Diseño

El caudal de diseño (Q_d) para el sistema de riego se determina a partir del área a irrigar, la lámina de riego aplicada ajustada, el tiempo disponible y la frecuencia de riego, mediante la expresión:

$$Q_d = \frac{A_i * Lap_{aj}}{T * Fr}$$

donde:

- A_i = Área a irrigar = 14.90 ha
- Lap_{aj} = Lámina de riego aplicada ajustada = 16.48 mm
- T = Tiempo disponible de riego = 12 h/día
- Fr = Frecuencia de riego = 4 días

Sustituyendo los valores y realizando las conversiones correspondientes (1 ha = 10,000 m²; 1 mm de agua = 1 L/m²), se obtiene un caudal de diseño de:

$$Q_d = \frac{(14.90 * 10000) * (16.48)}{12 * 3600 * 4} = 14.21 \text{ l/s}$$

Este valor representa el caudal que debe suministrarse continuamente durante las horas disponibles de riego para cubrir la demanda hídrica del cultivo en toda el área, considerando la frecuencia de riego, la eficiencia del sistema y la lámina de agua necesaria por evento. Es un parámetro fundamental para el dimensionamiento hidráulico de la red de aspersión. Este caudal se utilizará posteriormente en la determinación del volumen de regulación del reservorio.

4.2.6. Precipitación horaria

Considerando un caudal del aspersor (Q_{ap}) = 565 L/h, una distancia entre aspersores (D_{ap}) = 15 m, y una distancia entre ramales (D_{ra}) = 15 m, se determina la precipitación horaria (P_h) mediante la expresión:

$$P_h = \frac{Q_{ap}}{D_{as} * D_{ra}} = 2.51 \text{ mm/h}$$

Por lo tanto, la precipitación horaria promedio del sistema de riego por aspersión es de 2.51 mm/h, valor que se encuentra dentro del rango recomendado (2–5 mm/h) para evitar problemas de encharcamiento y asegurar una adecuada infiltración del agua en suelos de textura arcillosa.

4.2.7. Tiempo de riego

El tiempo de riego (T) se determina a partir de la relación existente entre la lámina de riego aplicada ajustada (L_{apaj}) y la precipitación horaria del sistema (P_h), según la expresión:

$$T = \frac{L_{apaj}}{P_h}$$

Conociendo los valores de la lámina de riego aplicada ajustada que es de 16.48 mm y la precipitación horaria es de 2.52 mm/h pasamos a evaluar.

$$T = \frac{16.48}{2.51} = 6.56 \text{ h}$$

Por lo tanto, el tiempo operativo de riego por turno es de aproximadamente 7 horas, valor técnicamente adecuado para garantizar la aplicación uniforme de la lámina requerida sin exceder la capacidad de infiltración del suelo.

4.2.8. Número de turnos

El número de turnos de riego diarios (#T) se determina a partir de la relación entre el tiempo disponible de operación (T_d) y el tiempo de riego por sector (T_r), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\#T = \frac{T_d}{T_r}$$

Donde:

- T_d = tiempo disponible diario para riego = 12 h/día
- T_r = tiempo requerido por turno de riego = 7 h

Sustituyendo los valores:

$$\#T = \frac{12}{7} = 1.8$$

Por lo tanto, se considera operativamente 2 turnos de riego por día, garantizando una adecuada rotación de los sectores dentro del tiempo disponible

y una distribución eficiente del caudal de diseño. Este valor permite optimizar la programación del riego, asegurando que todos los sectores reciban la lámina necesaria dentro del período de disponibilidad hídrica, manteniendo la continuidad y eficiencia operativa del sistema.

OE3. Desarrollar el diseño hidráulico del sistema de riego por aspersión, con sus respectivos componentes principales como el reservorio, la red de conducción, red de distribución, hidrantes del sistema y aspersor.

4.3. DISEÑO HIDRAULICO.

4.2.1. Levantamiento topográfico.

Se realizó el levantamiento topográfico del área del proyecto, abarcando el emplazamiento del reservorio y las 14.90 ha proyectadas a riego. El trabajo de campo permitió obtener una nube de puntos con coordenadas y cotas precisas, a partir de la cual se generaron los planos de planta y de curvas de nivel.

Las parcelas presentan pendientes pronunciadas, con una cota mínima de 2714 m.s.n.m. y una cota máxima de 2810 m.s.n.m., lo que evidencia una variación altimétrica cercana a los 96 m dentro del área de estudio. Las pendientes más elevadas alcanzan valores de 14.78 % y 17.19 %, por lo que la superficie se clasifica como moderadamente a muy inclinada. Estas condiciones topográficas justifican el uso de un sistema de riego por aspersión adaptado a la variación de relieve, a fin de asegurar la uniformidad y eficiencia en la distribución del agua.

En los anexos se incluyen el plano del reservorio, el plano de planta y el plano de curvas de nivel correspondientes al levantamiento realizado, los cuales constituyen la base cartográfica para el diseño hidráulico de la línea de conducción y la red de distribución.

4.2.2. Diseño del reservorio

El reservorio constituye la infraestructura de almacenamiento principal del sistema de riego por aspersión, permitiendo regular el caudal proveniente de la fuente y garantizar la disponibilidad del recurso hídrico durante el turno de riego. Para su dimensionamiento se consideró la oferta otorgada según Resolución de la

ANA ($Q_e = 11.02 \text{ L/s}$) y la demanda de consumo del cultivo de pastos, previamente calculada en el apartado correspondiente.

A partir de dicha demanda se estableció el tiempo de embalse requerido, el cual asegura la acumulación de un volumen suficiente para atender el caudal de operación del sistema. Con base en ello se adoptó un tiempo de almacenamiento de 16.50 horas, con lo cual se obtiene el volumen teórico mínimo necesario:

$$V_n = Q_e \times T_e = 11.02 \text{ L/s} \times 16.50 \text{ h} \approx 655 \text{ m}^3$$

En función del volumen requerido, se definieron las dimensiones geométricas del reservorio considerando el uso de geomembrana HDPE, la estabilidad de taludes, un borde libre de seguridad y la pendiente hacia el punto de descarga para facilitar el drenaje y la limpieza. Los parámetros adoptados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 24 parámetros del diseño del reservorio y cálculos

Parámetros	Unidades
Talud (Z)	1
Altura mayor del agua (h)	2.50 m
Borde Libre (bl)	0.50 m
Caudal de entrada (Q_e)	11.02 l/s
Ø tubería de descarga	6 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo	0.5 %
Ancho del borde de anclaje	0.50 m
Longitud del Anclaje Subterráneo	1.50 m
Tiempo de embalse (T_e)	16.50 h
Dimensionamiento y cal. Hidráulicos	
Volumen neto de diseño (V_n) = ($Q_e \cdot t_e$)	655 m ³
Largo del fondo (L)	16.00 m
Ancho del fondo (A)	11.50 m
Area del fondo (b)	184.00 m ²
Area del espejo de agua (B)	346.50 m ²
Altura menor del agua (h')	2.44 m
Reduc.Volumen por pendiente (V_p)	5.36 m ³
Volumen Neto calculado	647 m ³

Posteriormente, se calculó el volumen geométrico real aplicando la fórmula del prismoide, obteniéndose un volumen útil de 647 m³, valor menor al teórico debido a la pérdida volumétrica generada por la pendiente interna ($V_p = 5.36 \text{ m}^3$) y correcciones geométricas para el drenaje y el anclaje de la geomembrana. La consistencia de los volúmenes se presenta a continuación:

Tabla 25 Consistencia entre el cálculo hidráulico de diseño y el volumen constructivo final del reservorio

Concepto	Volumen (m ³)
Volumen teórico requerido	655
Pérdida por pendiente y geometría	≈ 8
Volumen neto geométrico disponible	647

Tras la validación volumétrica obtenida, la geometría definitiva del reservorio se representó gráficamente para visualizar la distribución espacial del fondo, el espejo de agua, taludes y bordes libres. En esta figura se aprecia la diferencia entre el área útil y el área superior del vaso, así como el efecto de la pendiente del 0.5 % que permite el drenaje hacia el punto de salida. El diseño muestra un fondo de 16.00 m × 11.50 m y un espejo de agua de 21.00 m × 16.50 m, lo cual confirma que físicamente el reservorio puede almacenar 647 m³ de agua, en concordancia con los cálculos hidráulicos previamente expuestos.

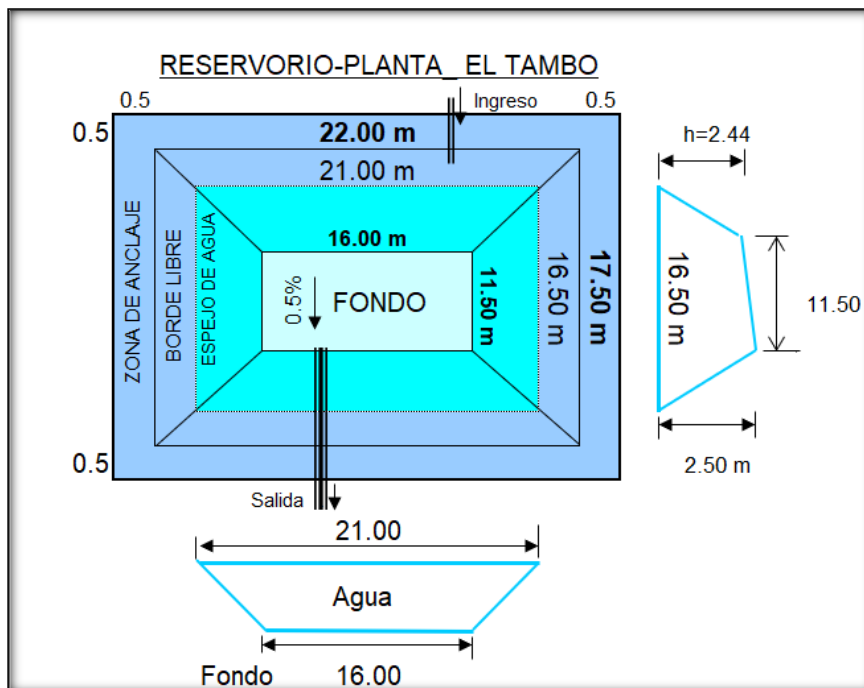


Gráfico 6 Vista de planta del reservorio de capacidad 647

La vista planteada identifica con claridad el borde de anclaje para geomembrana, la zona de borde libre de seguridad hidráulica y la ubicación del ingreso y descarga hacia la línea de conducción. Asimismo, se aprecia el efecto de la pendiente del 0.5 %, que facilita el drenaje operativo y la limpieza del vaso. La relación dimensional entre el fondo (16.00 m × 11.50 m) y el espejo de agua (21.00 m × 16.50 m) confirma que el reservorio almacena físicamente 647 m³, volumen coincidente con el cálculo hidráulico de diseño. De esta manera, se valida la coherencia entre el dimensionamiento matemático y la configuración constructiva, garantizando la capacidad necesaria para abastecer el sistema de riego tecnificado proyectado.

Una vez definido el volumen útil del reservorio, el siguiente paso consiste en dimensionar el transporte del agua hacia las parcelas mediante el diseño hidráulico de la línea de conducción y la red de distribución. Dicho dimensionamiento se realizará considerando el caudal de operación requerido para riego por aspersión en pastos (14.21 L/s), las pérdidas de carga por fricción y la presión mínima de servicio para aspersores. Los parámetros preliminares se presentan en el siguiente apartado.

4.2.3. Cálculo hidráulico de la línea de conducción y de red de distribución

El cálculo hidráulico de la red de conducción y distribución se realizó a partir del plano topográfico y del plano de diseño del sistema, considerando el volumen útil del reservorio (647 m³) y el caudal de operación requerido para riego por aspersión en pastos (14.21 L/s). Este caudal corresponde al caudal simultáneo necesario para abastecer dos turnos de riego, siendo superior al caudal otorgado por resolución ($Q = 11.02$ L/s), el cual se utiliza únicamente para la etapa de llenado del reservorio.

Los principales parámetros hidráulicos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 26 Cálculo hidráulico y red de distribución

Parámetros	Valor
Caudal de diseño	14.21 L/s
Caudal por aspersor	0.157 L/s
Distancia entre aspersores y ramales	15 m
Área de riego	14.90 ha
Turnos de riego	2
Tipo de distribución	Tubería

	enterrada
Diámetros de tubería	
Principal	90 – 110 mm
Secundaria	63 – 75 mm
Laterales	28 – 48 mm
Longitud total de tuberías	
Principal	1,459.60 m
Secundaria	2,493.30 m
Laterales	8,549.50 m
Elementos de control y seguridad	
Hidrantes	23 unidades
Aspersores VYR 36 (P = 2.5 bar)	644 unidades
Cámaras rompe presión (CRP-T7)	4 unidades
Condiciones hidráulicas del flujo	
Velocidad mínima	0.182 m/s
Velocidad máxima	1.842 m/s
Pérdida de carga mínima	0.05 m
Pérdida de carga máxima	2.96 m
Pérdida de carga promedio	0.92 m

Los resultados se obtuvieron mediante una hoja de cálculo automatizada (Excel), en la cual se evaluaron, tramo por tramo, las pérdidas de carga, presiones disponibles y diámetros óptimos conforme al material HDPE. El detalle completo se presenta en el Anexo (Tabla 06), elaborado a partir de los planos de distribución y curvas de nivel.

Para el desarrollo del cálculo hidráulico se trabajó a partir del plano de la red de distribución, del cual se obtuvieron las cotas de los puntos donde se ubican los aspersores, las cámaras de reducción de presión (CRP-T7), las válvulas de purga (VP) y el reservorio principal. Asimismo, se determinaron las distancias horizontales entre cada punto de control, abarcando el recorrido desde el reservorio hasta las parcelas de riego. Con esta información se procedió al procesamiento de los datos en una hoja de cálculo automatizada (Excel), mediante la cual se evaluaron los principales parámetros hidráulicos del sistema, tales como velocidad del flujo, presión disponible, pérdidas de carga, y diámetros óptimos de las tuberías, así también se obtuvo las longitudes de la tubería principal, de la secundarias y laterales dando un valor total de 12 502.40 m.

4.2.4. Pérdida de carga por fricción

Para el cálculo de las pérdidas de carga por fricción en las tuberías del sistema de riego, se empleó la ecuación empírica de Hazen–Williams, recomendada para

redes de distribución presurizadas y tuberías de HDPE debido a su adecuada precisión en flujos turbulentos. La expresión utilizada fue la siguiente:

$$h_f = 10.67 * L * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Donde:

- ✓ h_f = pérdida de carga por fricción (m)
- ✓ L = longitud de la tubería (m)
- ✓ Q = caudal que circula por la tubería (m³/s)
- ✓ C = coeficiente de rugosidad de Hazen–Williams (adimensional), dependiente del material de la tubería
- ✓ D = diámetro interno de la tubería (m).

Los diámetros seleccionados en la red aseguran velocidades de flujo entre 0.18 y 1.84 m/s, rango recomendado por la FAO para riego por aspersión, evitando sedimentación y pérdidas excesivas de energía. Asimismo, las pérdidas de carga calculadas oscilan entre 0.05 m y 2.96 m, las cuales se encuentran dentro de los límites admisibles para sistemas presurizados de riego, garantizando la continuidad del suministro y la presión requerida en los aspersores.

El cálculo detallado, tramo a tramo, se realizó mediante hoja de cálculo automatizada (Excel), donde se integraron las cotas topográficas, caudales parciales y diámetros seleccionados para la tubería principal, secundaria y laterales. Dicho procedimiento se presenta en el Anexo (Tabla 06), el cual respalda los resultados obtenidos.

4.3. Metrado y Presupuesto

4.3.1. Metrados

4.3.1.1. Metrado del reservorio revestido con geomembrana HDPE 647m³.

Se elaboró el metrado correspondiente al reservorio con volumen útil de 647 m³, considerando excavaciones, revestimiento con geomembrana HDPE de 1.5 mm, colocación de geotextil, estructuras de ingreso y salida, así como el cerco perimétrico para protección del sistema. El metrado se realizó en función de los planos de diseño y de las especificaciones técnicas establecidas.

Tabla 27 Metrados del reservorio revestido con geomembrana

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	METRADO
TRABAJOS PRELIMILARES		
limpieza de terreno manual	m ²	600.44
trazo y replanteo	m ²	600.44
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
corte manual para explanación en reservorio	m ³	200.81
relleno manual para explanación en reservorio	m ³	200.81
excavación para estructuras	m ³	271.43
refine y nivelación	m ²	251.00
compactación de fondo y talud de reservorio	m ²	251.00
relleno y compactación de zanjas con material propio seleccionado (h=0.80m promedio)	m ³	47.20
conformación de rasante e=10 cm con material de préstamo fino	m ³	18.40
drenaje con over mediano ø 2"	m ³	46.00
GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL		
suministro e instalación de geotextil GTX 2mm n400	m ²	394.28
suministro e instalación de geomembrana HDPE e=1.5mm	m ²	394.28
ESTRUCTURAS DE ENTRADA, SALIDA, REBOSE Y LIMPIEZA		
concreto f'c =140 kg/cm ²	m ³	0.25
concreto f'c = 210 kg/cm ²	m ³	2.38
encofrado y desencofrado tipo caravista	m ²	21.96
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	kg	155.17
tapa sanitaria metálica de inspección 0.6x0.6x1/4"	Und.	3.00
empedrado d=6" asentado mezcla c:h=1:8	m ²	0.60
lecho de grava 3/4"	m ³	1.20
TUBERÍA DE ENTRADA, SALIDA, LIMPIEZA Y REBOSE		
suministro e instalación de tubería de entrada HDPE ø63 mm	M	2.00
suministro e instalación de tubería de salida HDPE ø63 mm	M	8.00
suministro e instalación de tubería de limpieza y	M	

rebose HDPE ø110 mm		16.00
suministro e instalación de tubería de HDPE uf ø110 mm evacuación a quebrada de limpieza y rebose	m	20.00
suministro e instalación de accesorios por reservorio tipo 02	Und.	1.00
CERCO PERIMETRICO		
concreto f'c =140 kg/cm ²	m ³	1.73
tubo metálico de f°g° ø2.5" e=2.00mm	Und.	32.00
cercos perim. c/marco tubo galvanizado de 2" con malla gripada f°g° n°12x2"	m ²	93.00
puerta c/marco metálico y malla gripada f°g° n°12x2" (2.50x0.90m)	Und.	1.00
pintura en postes metálicos	m ²	60.32

4.3.1.2. Medrado de la red de distribución (L = 12 502.40 m)

El medrado de la red de distribución incluye trabajos preliminares, movimiento de tierras con excavación de zanjas a 0.80 m de profundidad, instalación de tuberías de HDPE clase 7.5 y 10, instalación global de accesorios hidráulicos y la respectiva prueba hidráulica del sistema. Este medrado corresponde a la tubería principal, secundaria y laterales de riego.

En el medrado de la red distribución se trabajó las partidas de trabajo preliminares, movimiento de tierras, instalación de tuberías HDPE uf, suministro e instalación de accesorios en red de distribución y prueba hidráulica. Entre las líneas de conducción, las secundarias y laterales se metro 12 502.40 metros de tubería. Con este medrado a detalle se llevará a cabo un sistema de riego más eficiente en beneficio de nuestros agricultores de centro poblado el tambo.

Tabla 28 Medrado de la red distribución

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	METRADO
TRABAJOS PRELIMINARES		
trazo nivelación y replanteo	Km	8.59
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
excavación manual de zanjas h=0.80 a =0.50	m ³	3 435.00
conglomerado		
refino y nivelación de zanjas para tuberías	M	12 502.40

cama de apoyo para tuberías e=10 cm	M	12 502.40
relleno y compactación de zanjas con material propio zarandeado	m ³	3 434.96
INSTALACION DE TUBERIA HDPE UF		
tubería HDPE s/p 1" c-10	M	6 370.10
tubería HDPE s/p 1.5" c7.5	M	2 179.40
tubería HDPE uf dn 63mm, clase 7.5	M	1 793.90
tubería HDPE uf dn 75mm, clase 7.5	M	699.40
tubería HDPE uf dn 90mm, clase 7.5	M	347.50
tubería HDPE uf dn 110mm, clase 7.5	M	1 112.10
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN RED DE DISTRIBUCION		
accesorios diversos (tee y otros)	GLB	1.00
PRUEBA HIDRAULICA		
prueba hidráulica en tuberías instalados	M	12 502.40

4.3.4. Dimensionamiento de estructuras complementarias

4.3.4.1. Metrado de la caja de válvula (1 und)

En el metrado de la caja de válvula se trabajó a detalles en las partidas de trabajos preliminares, movimiento de tierras, concreto simple, concreto armado, revoques y enlucidos, pintura, tapa metálica y suministro e instalación de accesorios en válvula de control. Para una instalación adecuada y que cumpla con las especificaciones técnica del proyecto.

Tabla 29 Metrado de la Caja de Válvula

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	METRADO
TRABAJOS PRELIMINARES		
trazo y replanteo	m ²	0.36
limpieza de terreno manual	m ²	0.36
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
excavación manual	m ³	0.25
eliminación de material excedente max 50m	m ³	0.31
refine y nivelación	m ²	1.68
CONCRETO SIMPLE		
concreto f'c=100 kg/cm ² - solado e=0.10m	m ²	0.04
encofrado y desencofrado	m ²	5.00
CONCRETO ARMADO		

concreto f'c = 175 kg/cm ²	m ³	0.32
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	Kg	14.64
REVOQUES Y ENLUCIDOS		
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	m ²	2.52
curado de concreto	m ²	2.52
PINTURA		
pintura en muros exteriores con esmalte	m ²	2.24
TAPA METÁLICA		
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	Und	1
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN VÁLVULA DE CONTROL		
suministro e instalación de accesorios en válvula de control	Und	1

4.3.4.2. Metrado de la cámara rompe presión tipo 7- (04 und)

En el metrado de la cámara de rompe presión tipo 7 se trabajó en detalle las partidas de obras preliminares, movimiento de tierras, concreto simple, concreto armado, revoques y enlucidos, tapa metálica, suministro e instalación de accesorios en CRPT7-modelo I, accesorios para ventilación, accesorios de limpieza y rebose y pintura. Con estos metrados se desarrollarán una instalación apropiada y cumpliendo con las especificaciones del proyecto.

Tabla 30 Metrado de la Cámara Rompe Presión Tipo7

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	METRADO
OBRAS PRELIMINARES		
trazo y replanteo	m ²	4.74
limpieza de terreno manual	m ²	4.74
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
excavación manual	m ³	2.88
eliminación de material excedente max 50m	m ³	3.68
refine y nivelación	m ²	4.74
CONCRETO SIMPLE		
concreto f'c=100 kg/cm ² - solado e=0.10m	m ²	0.30
piedra d=6" asentada con mortero c:h=1:8	m ²	2.00
concreto f'c =140 kg/cm ² en estructuras	m ³	0.02

encofrado y desencofrado	m ²	21.58
concreto f'c = 175 kg/cm ²	m ³	0.63
CONCRETO ARMADO		
concreto f'c = 210 kg/cm ²	m ³	1.48
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	kg	113.28
REVOQUES Y ENLUCIDOS		
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	m ²	7.44
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	m ²	15.44
curado de concreto	m ²	15.44
TAPA METALICA		
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	und	4.00
tapa metálica sanitaria 0.40 x 0.40m, e=1/4"	und	4.00
tapa metálica sanitaria 0.30 x 0.30m, e=1/4"	und	4.00
SUMINISTRO E INSTALACION		
DE ACCESORIOS EN CRPT7-MODELO I		
suministro e instalación de accesorios en Cámara rompe presión tipo 07	und	4.00
ACCESORIOS PARA VENTILACION		
accesorios para ventilación	und	4.00
ACCESORIOS DE LIMPIEZA Y REBOSE		
accesorios, de limpieza y rebose	und	4.00
PINTURA		
pintura en muros exteriores con esmalte	m ²	13.18

4.3.4.3. Metrado caja de válvula de purga- (01 und)

En el metrado de la caja de válvula de purga se trabajó en detalle las partidas de trabajo preliminares, movimiento de tierras, concreto simple, concreto armado, revoques y enlucidos, pintura, tapa metálica y suministro e instalación de accesorios en válvula de purga. Con este metrado se logrará una instalación de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Tabla 31 Metrado Caja de válvula de Purga

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	METRADO
TRABAJOS PRELIMINARES		
trazo y replanteo	m ²	0.36

limpieza de terreno manual	m ²	0.36
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
excavación manual	m ³	0.25
eliminación de material excedente max 50m	m ³	0.31
refine y nivelación	m ²	1.68
CONCRETO SIMPLE		
concreto f'c=100 kg/cm ² - solado e=0.10m	m ²	0.04
encofrado y desencofrado	m ²	5.00
CONCRETO ARMADO		
concreto f'c = 175 kg/cm ²	m ³	0.32
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	kg	14.64
REVOQUES Y ENLUCIDOS		
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	m ²	2.52
curado de concreto	m ²	2.52
PINTURA		
pintura en muros exteriores con esmalte	m ²	2.24
TAPA METALICA		
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	und	1.00
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN VALVULA DE PURGA		
suministro en instalación de accesorios de purga	und	1.00

OE4. Evaluar los costos de implementación del sistema completo

Presupuesto

5. Presupuesto del reservorio revestido con geomembrana HDPE 647m³

El presupuesto es para un reservorio con geomembrana HDPE de capacidad 647 m³, con la evaluación a detalle de su metrado se llega un monto de 59 886.19 soles.

Tabla 32 Presupuesto del reservorio revestido con geomembrana

DESCRIPCIÓN	Metrado	Precio	Presupuesto
TRABAJOS PRELIMILARES			1 735.28
limpieza de terreno manual	600.44	1.06	636.47
trazo y replanteo	600.44	1.83	1 098.81
MOVIMIENTO DE TIERRAS			32 042.17
corte manual para explanación en	200.81	39.90	8 012.32

reservorio			
relleno manual para explanación en reservorio	200.81	30.92	6 209.05
excavación para estructuras	271.43	45.60	12 377.21
refine y nivelación	251.00	1.60	401.60
compactación de fondo y talud de reservorio	251.00	3.06	768.06
relleno y compactación de zanjas con material propio seleccionado (h=0.80m promedio)	47.20	18.46	871.31
conformación de rasante e=10 cm con material de préstamo fino	18.40	70.90	1 304.56
drenaje con over mediano ø 2"	46.00	45.61	2 098.06
GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL			6 608.14
suministro e instalación de geotextil gtx 2mm n400	394.28	5.84	2 302.60
suministro e instalación de geomembrana hdpe e=1.5mm	394.28	10.92	4 305.54
ESTRUCTURAS DE ENTRADA, SALIDA, REBOSE Y LIMPIEZA			3 801.90
concreto f'c = 140 kg/cm ²	0.25	340.53	85.13
concreto f'c = 210 kg/cm ²	2.38	440.98	1 049.53
encofrado y desencofrado tipo caravista	21.96	48.33	1 061.33
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	155.17	5.93	920.16
tapa sanitaria metálica de inspección 0.6x0.6x1/4"	3.00	172.00	516.00
empedrado d=6" asentado mezcla c:h=1:8	0.60	30.22	18.13
lecho de grava 3/4"	1.20	126.35	151.62
TUBERÍA DE ENTRADA, SALIDA, LIMPIEZA Y REBOSE			3 989.60
suministro e instalación de tubería de entrada HDPE ø63 mm	2.00	9.26	18.52
suministro e instalación de tubería de salida HDPE ø63 mm	8.00	9.26	74.08

suministro e instalación de tubería de limpieza y rebose HDPE ø110 mm	16.00	80.80	1 292.80
suministro e instalación de tubería de HDPE uf ø110 mm evacuación a quebrada de limpieza y rebose	20.00	105.21	2 104.20
suministro e instalación de accesorios por reservorio tipo 02	1.00	500.00	500.00
CERCO PERIMETRICO			11 709.10
concreto f'c =140 kg/cm²	1.73	340.53	589.12
tubo metálico de f°g° ø2.5" e=2.00mm	32.00	120.21	3 846.72
cerco perim. c/marco tubo galvanizado de 2" con malla gripada f°g° n°12x2"	93.00	66.10	6 147.30
puerta c/marco metálico y malla gripada f°g° n°12x2" (2.50x0.90m)	1.00	589.72	589.72
pintura en postes metálicos	60.32	8.89	536.24

6. PRESUPUESTO DE LA RED DE DISTRIBUCION (L= 12+502.40 KM)

El presupuesto de la red distribución para cubrir los 12 502.40 metros de tubería. Llega al monto de 317 976.51 soles.

Tabla 33 Presupuesto de la red distribución

DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PRESUPUESTO
TRABAJOS PRELIMINARES			3 293.06
trazo nivelación y replanteo	8.59	383.36	3 293.06
MOVIMIENTO DE TIERRAS			252 695.62
excavación manual de zanjas h=0.80 a =0.50 conglomerado	3 435.00	45.60	156 636.00
refine y nivelación de zanjas para tuberías	12 502.40	1.81	22 629.34
cama de apoyo para tuberías e=10 cm	12 502.40	2.70	33 756.48
relleno y compactación de zanjas con material propio zarandeado	3 434.96	11.55	39 673.79
INSTALACION DE TUBERIA HDPE UF			57 912.18
tubería HDPE s/p 1" c-10	6 370.10	1.33	8 472.23

tubería HDPE s/p 1.5" c7.5	2 179.40	1.72	3 748.57
tubería HDPE uf dn 63mm, clase 7.5	1 793.90	8.24	14 781.74
tubería HDPE uf dn 75mm, clase 7.5	699.40	12.01	8 399.79
tubería HDPE uf dn 90mm, clase 7.5	347.50	14.34	4 983.15
tubería HDPE uf dn 110mm, clase 7.5	1 112.10	15.76	17 526.70
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN RED DE DISTRIBUCION			700.00
accesorios diversos (tee y otros)	1.00	700.00	700.00
PRUEBA HIDRAULICA			3 375.65
prueba hidráulica en tuberías instalados	12 502.40	0.27	3 375.65

7. PRESUPUESTO DE LA CAJA DE VÁLVULA DE CONTROL (1 UND)

El presupuesto de una caja de válvula de control asciende al monto de 690.51 soles.

Tabla 34 Presupuesto de la Caja de Válvula de control.

DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PRESUPUESTO
TRABAJOS PRELIMINARES			1.04
trazo y replanteo	0.36	1.83	0.66
limpieza de terreno manual	0.36	1.06	0.38
MOVIMIENTO DE TIERRAS			22.34
excavación manual	0.25	45.60	11.40
eliminación de material excedente max 50m	0.31	26.60	8.25
refine y nivelación	1.68	1.60	2.69
CONCRETO SIMPLE			89.54
concreto f'c=100 kg/cm2 - solado e=0.10m	0.04	31.04	1.24
encofrado y desencofrado	5.00	17.66	88.30
CONCRETO ARMADO			216.94
concreto f'c = 175 kg/cm ²	0.32	406.63	130.12
acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	14.64	5.93	86.82
REVOQUES Y ENLUCIDOS			109.64
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	2.52	39.66	99.94
curado de concreto	2.52	3.85	9.70

PINTURA			34.29
pintura en muros exteriores con esmalte	2.24	15.31	34.29
TAPA METÁLICA			171.72
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	1.00	171.72	171.71
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN VÁLVULA DE CONTROL			45.00
suministro e instalación de accesorios en válvula de control	1.00	45.00	45.00

8. PRESUPUESTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7- (04 UND)

El presupuesto para cuatro cámaras de rompe presión tipo 7 llega a un monto de 6 238.47 soles.

Tabla 35 Presupuesto de la Cámara Rompe Presión Tipo 7

DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PRESUPUESTO
OBRAS PRELIMINARES			13.69
trazo y replanteo	4.74	1.83	8.67
limpieza de terreno manual	4.74	1.06	5.02
MOVIMIENTO DE TIERRAS			234.67
excavación manual	2.88	45.60	131.33
eliminación de material excedente max 50m	3.68	26.60	95.76
refine y nivelación	4.74	1.60	7.58
CONCRETO SIMPLE			713.50
concreto f'c=100 kg/cm ² - solado e=0.10m	0.30	31.04	9.31
piedra d=6" asentada con mortero c:h=1:8	2.00	30.07	60.14
concreto f'c =140 kg/cm ² en estructuras	0.02	338.63	6.77
encofrado y desencofrado	21.58	17.66	381.10
concreto f'c = 175 kg/cm ²	0.63	406.63	256.18
CONCRETO ARMADO			1 324.40

concreto f'c = 210 kg/cm ²	1.48	440.98	652.65
acero fy=4200 kg/cm ² grado 60	113.28	5.93	671.75
REVOQUES Y ENLUCIDOS			950.12
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	7.44	37.41	278.33
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	15.44	39.66	612.35
curado de concreto	15.44	3.85	59.44
TAPA METALICA			2988.72
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	4.00	171.72	686.72
tapa metálica sanitaria 0.40 x 0.40m, e=1/4"	4.00	334.25	1 337
tapa metálica sanitaria 0.30 x 0.30m, e=1/4"	4.00	241.25	965
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN CRPT7-MODELO I			1400.00
suministro e instalación de accesorios en Cámara rompe presión tipo 07	4.00	350.00	1400.00
ACCESORIOS PARA VENTILACION			304.76
accesorios para ventilación	4.00	76.19	304.76
ACCESORIOS DE LIMPIEZA Y REBOSE			453.48
accesorios, de limpieza y rebose	2.00	226.74	453.48
PINTURA			201.79
pintura en muros exteriores con esmalte	13.18	15.31	201.79

9. PRESUPUESTO CAJA DE VALVULA DE PURGA- (01 UND)

El presupuesto para una caja de válvula de purga de acuerdo con su metrado llega a un monto de 690.51 soles.

Tabla 362 Presupuesto Caja de válvula de Purga

DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PRESUPUESTO
TRABAJOS PRELIMINARES			1.04
trazo y replanteo	0.36	1.83	0.66
limpieza de terreno manual	0.36	1.06	0.38

MOVIMIENTO DE TIERRAS			22.34
excavación manual	0.25	45.60	11.40
eliminación de material excedente max 50m	0.31	26.60	8.25
refine y nivelación	1.68	1.60	2.69
CONCRETO SIMPLE			89.54
concreto f'c=100 kg/cm2 - solado e=0.10m			
	0.04	31.04	1.24
encofrado y desencofrado	5.00	17.66	88.30
CONCRETO ARMADO			216.94
concreto f'c = 175 kg/cm ²	0.32	406.63	130.12
acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	14.64	5.93	86.82
REVOQUES Y ENLUCIDOS			109.64
tarrajeo en exteriores e interiores (mortero 1:1 e=1.5 cm)	2.52	39.66	99.94
curado de concreto	2.52	3.85	9.70
PINTURA			34.29
pintura en muros exteriores con esmalte	2.24	15.31	34.29
TAPA METALICA			171.72
tapa metálica sanitaria 0.60 x 0.60m, e=1/4"	1.00	171.72	171.72
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN VALVULA DE PURGA			45.00
suministro en instalación de accesorios de purga	1.00	45.00	45.00

10. PRESUPUESTO DE RIEGO PARCELARIO

El presupuesto del riego parcelario de 644 aspersores ascendió a un precio de 31498.04 soles.

Tabla 37 Presupuesto de riego parcelario

DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PRESUPUESTO
ASPERSORES			10 175.20
suministro y accesorio para	644.00	15.80	10 175.20

aspersores

RIEGO FIJO			21 322.84
instalación de aspersor de 2.5bar			
presión media	644.00	33.11	21 322.84

11. PRESUPUESTO DE FLETE

El presupuesto total de flete es de 3 500 soles.

Tabla 38 Presupuesto de flete.

DESCRIPCIÓN	METRATO	PRECIO	PRESUPUESTO
FLETE			3 500.00
Flete terrestre	1	2 000.00	2 000.00
Flete rural	1	1 500.00	1 500.00

12. PRESUPUESTO DE CAPACITACIÓN

El presupuesto de capacitación es de 6 000 soles.

Tabla 39: Presupuesto de capacitación.

DESCRIPCIÓN	METRATO	PRECIO	PRESUPUESTO
TALLERES DE CAPACITACION CURSO DE OPERACION ADMINISTRACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO			3 750.00
Capacitación en operación y mantenimiento del Canal y sistema de riego tecnificado	1	1 500.00	1 500.00
capacitación en actividades de mantenimiento del canal y sistema de riego tecnificado	1	1 500.00	1 500.00
Capacitación tipos de mantenimiento	1	750.00	750.00
TALLER EN ADMINISTRACION DEL AGUA			2 250.00
Capacitación en manejo administrativo del agua	1	750.00	750.00
Capacitación en manejo y cuidado de cuencas	1	750.00	750.00

CAPITULO V. DISCUSIÓN

La formulación del sistema de riego por aspersión en el Centro Poblado El Tambo se sustenta en la disponibilidad hídrica autorizada del río Totoramayo (11.02 L/s), cuyo aporte resulta suficiente para atender el consumo del cultivo cuando se implementa un sistema de riego tecnificado. En condición sin proyecto, el balance hídrico demostró que el caudal disponible únicamente permite abastecer 9.40 ha; sin embargo, mediante la incorporación de un sistema de riego tecnificado, la superficie potencial de riego aumenta a 14.90 ha, confirmando la mejora en la eficiencia hídrica del sistema. Esto coincide con el enfoque de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2023), que plantea la regulación como mecanismo para ampliar áreas agrícolas sin incrementar dotaciones.

El diseño del reservorio con geomembrana HDPE y capacidad útil de 647 m³, determinado mediante el volumen regulado y correcciones geométricas del vaso, garantiza la continuidad operativa del riego con pérdidas controladas. La diferencia entre el volumen teórico (655 m³) y el volumen real (647 m³) se justifica por pendientes internas del vaso, borde libre y estructura de drenaje, lo que confirma la necesidad de adoptar criterios hidráulicos constructivos y no únicamente volumétricos. Estudios del INIA (2022) demuestran que los reservorios revestidos con HDPE incrementan la eficiencia de almacenamiento en más del 30 %, lo que respalda la viabilidad de la infraestructura planteada.

En el diseño agronómico, el cultivo de pastos presenta un uso consuntivo de 3.09 mm/día y una lámina de riego aplicada ajustada de 16.48 mm, valores consistentes con suelos franco arcillosos cuya infiltración es moderada (8.50 mm/h). Este comportamiento favorece el uso de aspersión frente al riego por gravedad, reduciendo riesgos de escorrentía superficial y saturación del perfil radicular. La FAO (2020) señala que los suelos arcillosos tienden a aprovechar mejor las precipitaciones estacionales cuando se complementan con riego presurizado, lo cual coincide con el aprovechamiento de la oferta local y la reducción de déficit en periodos secos.

El diseño hidráulico adoptó aspersores VYR-36, una presión adecuada de

trabajo y distancias de 15 m × 15 m, obteniendo una precipitación promedio de 2.51 mm/h, dentro del rango recomendado (2–5 mm/h) para evitar pérdidas por escurrimiento. El caudal operativo de 14.21 L/s permite ejecutar dos turnos de riego al día durante un tiempo efectivo de 7 horas por sector. Esta operación confirma que el sistema no solo incrementa la superficie atendida, sino que regula el uso del recurso, garantizando uniformidad mayor al 70 %, en concordancia con estándares FAO e investigaciones aplicadas por SCALLION Irrigation (2021) en sistemas presurizados para pasturas.

Finalmente, el análisis de costos demuestra que el sistema es económicamente viable, alcanzando S/ 530,409.00, incluyendo geomembrana, tuberías, estructuras complementarias, riego parcelario, flete, capacitación, gastos generales, utilidad e IGV. El monto es coherente con sistemas de similar envergadura evaluados en Cajamarca y Lambayeque, en los cuales los costos de riego tecnificado por aspersión oscilan entre S/ 32,000 y S/ 39,000 por hectárea (INIA, 2023). La incorporación de capacitación fortalece la sostenibilidad técnico-organizativa, aspecto señalado por ANA (2023) como requisito para operatividad continua de sistemas gestionados por usuarios. Por tanto, el sistema propuesto no solo es técnicamente eficiente, sino operativamente sostenible.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

- ✓ El análisis del balance hídrico evidencia que, bajo las condiciones actuales, la disponibilidad de agua permite abastecer únicamente una superficie de 9.40 ha, lo que sustenta la necesidad de implementar un sistema de riego tecnificado para atender la superficie proyectada de 14.90 ha. Asimismo, se determinó que los mayores requerimientos hídricos del cultivo se concentran durante los meses de mayor déficit hídrico, comprendidos entre junio y septiembre. No obstante, la implementación del sistema de riego propuesto incrementa la eficiencia en el uso del recurso hídrico, permitiendo reducir la demanda anual de agua de 120 000 m³ a 110 000 m³, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible del recurso disponible.
- ✓ La evaluación del diseño agronómico determinó un caudal de diseño de 14.21 L/s, lo cual confirma la adecuada concepción técnica del sistema de riego por aspersión propuesto para el cultivo de pasto cultivado. Dicho caudal permite abastecer de manera eficiente la superficie total proyectada de 14.90 ha, optimizando el aprovechamiento del recurso hídrico disponible. La programación del riego, definida por una frecuencia de 4 días y un tiempo de aplicación de 7 horas por turno, distribuidos en dos turnos diarios, garantiza la reposición efectiva de la humedad en el perfil del suelo, en concordancia con los requerimientos hídricos del cultivo. Asimismo, la disposición hidráulica de los aspersores tipo VYR-36, con un espaciamiento de 15 m y un solape adecuado.
- ✓ El desarrollo del diseño hidráulico integral del sistema de riego por aspersión incluyó la formulación de un reservorio de regulación con capacidad de 647 m³ y su adecuada integración al sistema. Se diseñó la red de conducción y distribución conformada por 12 502.40 m lineales de tubería HDPE, considerando criterios técnicos de excavación, cama de apoyo, relleno compactado y pruebas hidráulicas. Asimismo, se dimensionaron las estructuras complementarias necesarias para el control y operación del sistema, tales como una caja de válvula de control, cuatro cámaras rompen presión tipo 7 y una caja de válvula de purga. A nivel parcelario, se definió un sistema de riego fijo compuesto 644 aspersores de 2.5 bar presión media, asegurando una distribución uniforme del agua y una adecuada eficiencia hidráulica y agronómica.

- ✓ La evaluación económica del sistema permitió elaborar los metrados y presupuestos por componente, determinándose un costo directo de instalación de S/ 416,202.92. Al incorporar gastos generales (5 %), utilidad (3 %) e IGV (18 %), se obtuvo un presupuesto total de S/ 530,409.00, que incluye materiales, mano de obra, equipos, subcontratos, flete y capacitación para la operación y mantenimiento del sistema, evidenciando la viabilidad económica del proyecto.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se sugiere elaborar el Manual de Operación y Mantenimiento del sistema e implementarlo por etapas siguiendo la secuencia reservorio–conducción–parcelas, garantizando que cada componente entre en operación solo cuando el anterior asegure regulación continua del agua.
- ✓ Se recomienda establecer inspecciones semestrales del revestimiento y de las estructuras de descarga y rebose, priorizando el mantenimiento preventivo para evitar pérdidas por filtración y deterioro prematuro del geomembranado.
- ✓ Se propone controlar periódicamente presiones y velocidades en la red, ajustando válvulas y purgas antes de ampliar hectáreas de riego, a fin de mantener la uniformidad y evitar sobrepresiones que comprometan la distribución.
- ✓ Se recomienda fortalecer la capacitación continua de los usuarios, vinculando tarifas de agua al mantenimiento programado del sistema, de modo que la recuperación económica cubra la conservación de la infraestructura y extienda su vida útil.

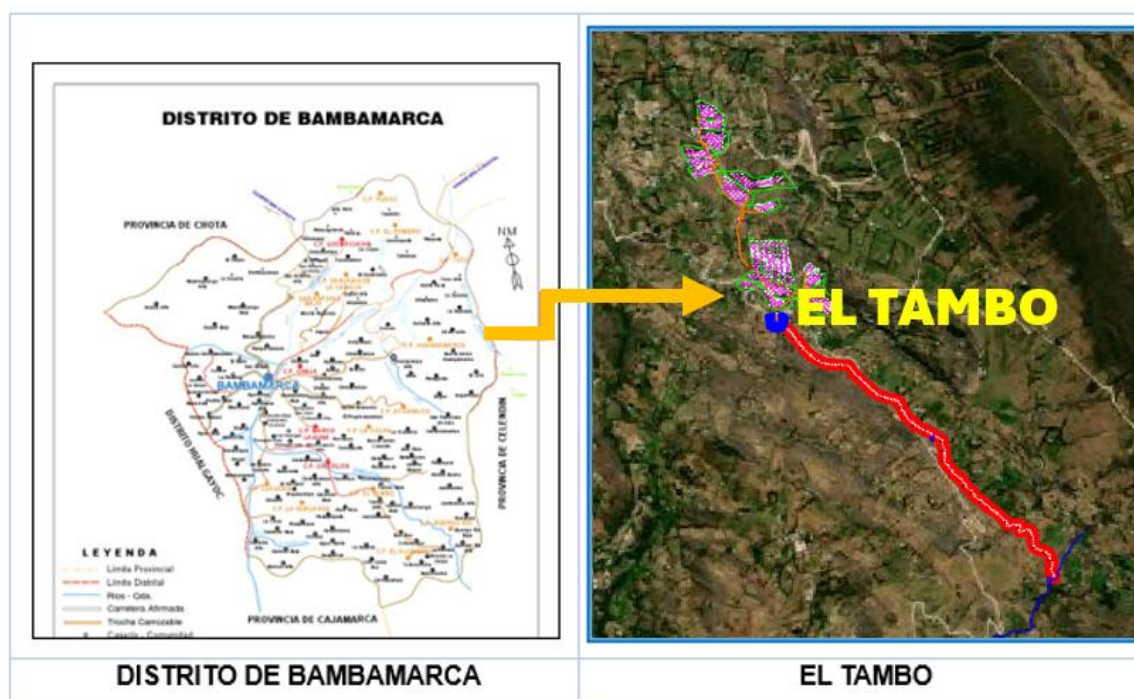
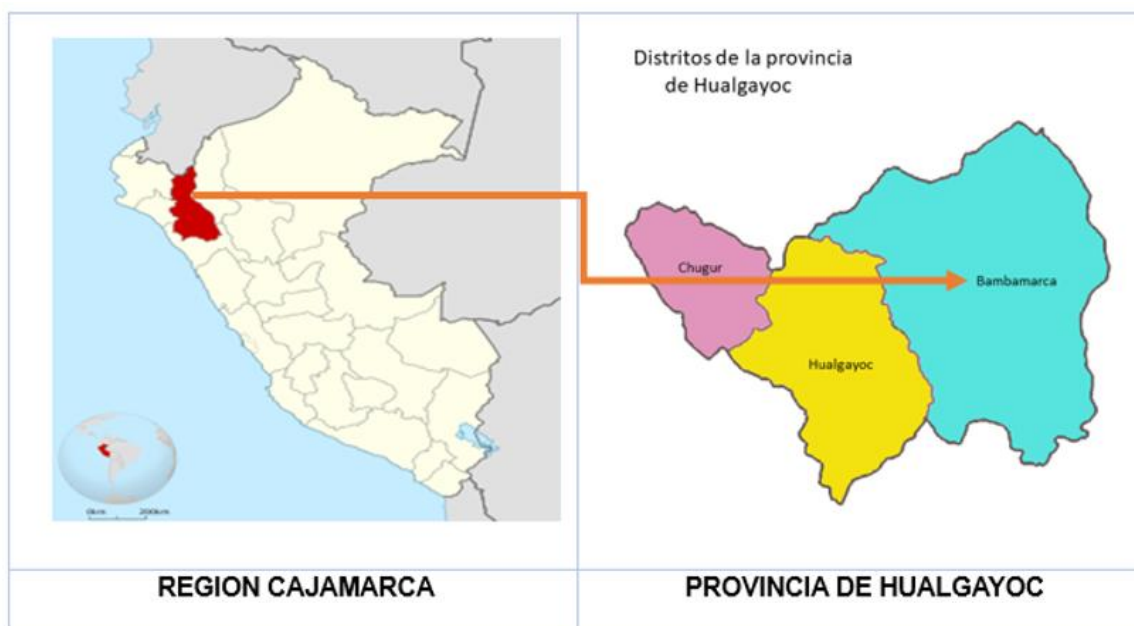
CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Vázquez, J. (2021). Evaluación de la eficiencia de riego por aspersión en cultivos forrajeros en la región Junín (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ✓ Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2019). Informe técnico sobre la eficiencia del riego en la región Cajamarca. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. <https://www.ana.gob.pe>
- ✓ Silva, M. (2020). Diseño de un sistema de riego por aspersión para pastos cultivados en Namora, Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- ✓ Hernández Alcántara, J. (2017). Apuntes del curso de Riego Presurizado, Diapositivas “TERCERA UNIDAD: EL RIEGO POR ASPERSION”, Lambayeque – Perú.
- ✓ Hernández Alcántara, J. (2017). Apuntes del curso de Riego Presurizado, “SEGUNDA UNIDAD: RIEGO POR GOTEY Y MICROASPERSION”, Lambayeque – Perú.

CAPITULO IX: Anexos

9.1 Fotografías.

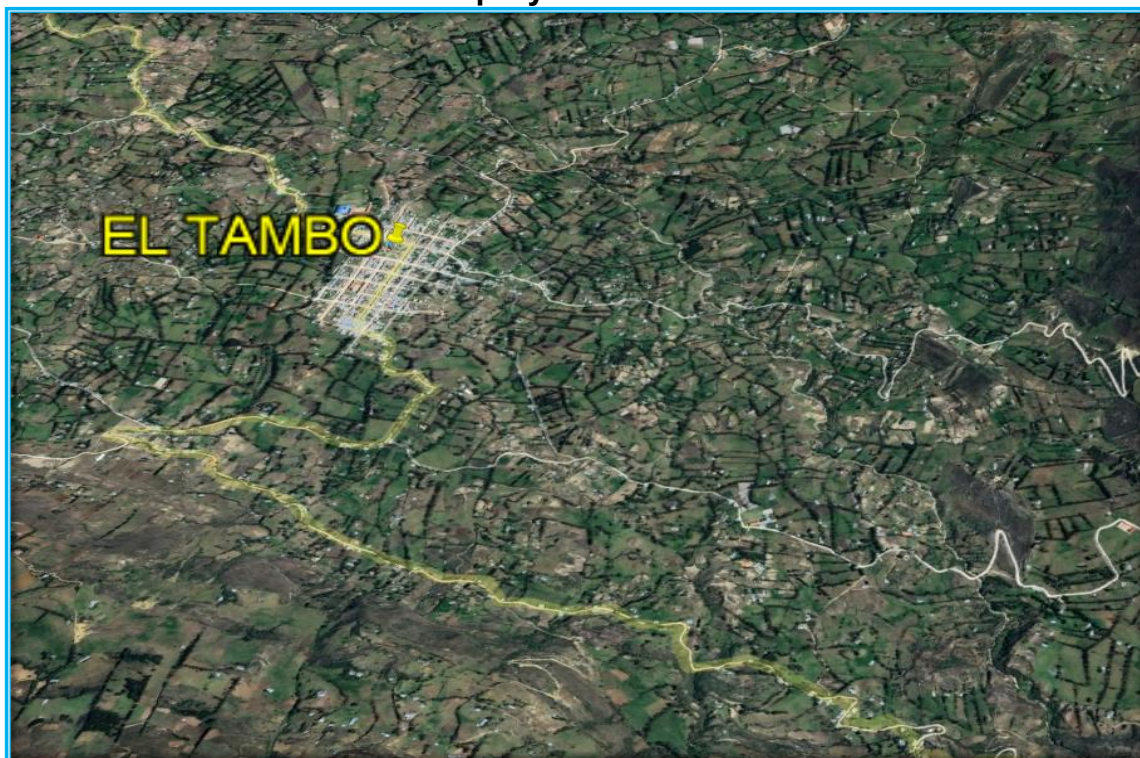
ANEXOS: LOCALIZACION DEL AMBITO DEL PROYETO



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración anterior se muestra mediante un mapa la localización del ámbito del proyecto el cual está ubicado en el C.P del Tambo, perteneciente al distrito de Bambamarca – Provincia de Hualgayoc - Región Cajamarca.

Vista satelital de ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth

Vista satelital de ubicación De las muestras.



Fuente: Google Earth



Instalación de la base del GPS Diferencial Trimble R8 para realizar el levantamiento topográfico de las parcelas – El Tambo.



Iniciando el trabajo topográfico de la línea de conducción a las parcelas – El Tambo



Tomando los puntos para la red de distribución – El Tambo.



Levantamiento topografico de las parcelas – El Tambo.



Reccorriendo las parcelas con los usuarios – El Tambo



Relizando el levantameintotopografico de las parcelas – El Tambo



Reccorriendo con los usuarios identificando las parcelas ha irrigar – El Tambo



Con lo usuarios mostrandome su documento de dotacion de agua para
fines agricolas – El Tambo



Con el presidente del comite firmando mi autorizacion para realizar el estudio – El Tambo



Reunion con los usuarios para explicarles los beneficios que traera
el estudio ha realazar – El Tambo

9.2 Resolución de autorización de agua con fines agrícolas



RESOLUCION DIRECTORAL N° 3038-2017-ANA-AAA.M

Cajamarca, 20 DIC. 2017

VISTO:

El expediente administrativo, ingresado con CUT N° 171542-2017, tramitado ante la Administración Local de Agua Chotano Llaucano, organizado por el Comité de Usuarios Canal de Riego Las Águilas El Pedernal; organizado por el proyecto FDU 2017, sobre Otorgamiento de Licencia de Uso de Agua Superficial con Fines Agrícolas, en vía de Formalización, proveniente del río Totoramayo y los manantiales El Pedernal, Mitomayo y La Paccha; políticamente ubicado en los caseríos Nun Nun, Lanchecucho, Lanche Bajo, Tambo Alto y El Tambo, distrito Bambamarca, provincia Hualgayoc, departamento Cajamarca, y;

CONSIDERANDO:

Que, sobre las funciones de la Autoridad Nacional del Agua, el numeral 7 del artículo 15° de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338, establece que es función de la Autoridad Nacional del Agua, otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua;

Que, la Segunda Disposición Complementaria Transitoria Final de la Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338, establece que los usuarios que no cuenten con derechos de uso de agua, pero que estén usando el recurso natural de manera pública, pacífica y continua durante cinco (05) años o más pueden solicitar a la Autoridad Nacional el otorgamiento de su correspondiente derecho de uso de agua, para lo cual deben acreditar dicho uso de acuerdo con las condiciones establecidas en el reglamento, siempre que no afecte el derecho de terceros. Caso contrario, deben tramitar su pedido conforme lo establece la ley y el reglamento como nuevo derecho de agua;

Que, la primera Disposición Complementaria Final de la Resolución Jefatural N° 007-2015, del Reglamento de Otorgamiento de Derecho de Uso de Agua y Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua, establece: Manténgase el proceso de formalización de derechos de uso de agua conducido por la DARH, destinado al otorgamiento de oficio, con carácter masivo y gratuito de licencias de uso de agua en bloque a las organizaciones de usuarios de agua y organizaciones que prestan suministro de agua poblacional en ámbitos rurales, el que desarrollará con la metodología aprobada para tal efecto;

Que, por Resolución Jefatural N° 484-2012-ANA, se estableció la Metodología de Formalización de Formalización de Derechos de Uso de Agua Poblacional y Agrario, debidamente organizados;

Que, mediante Memorandum N° 108-2016-ANA-OPP-UDP, de fecha 28 de febrero de 2017 la Oficina de Planeamiento y Presupuesto remite a la Autoridad Administrativa del Agua Maraón, la certificación del crédito presupuestario, a favor de la meta 081: Formalización de Derechos de Uso de Agua: Maraón;

Que, mediante Resolución Administrativa N° 109-2017-ANA-AAA.M.ALA CH-LL, de fecha 09 de agosto de 2017, se reconoce al nuevo consejo directivo del Comité de Usuarios Canal de Riego Las Águilas El Pedernal;



RESOLUCION DIRECTORAL N° 3038 -2017-ANA-AAA.M

ARTICULO SEGUNDO.- OTORGAR a favor del Comité de Usuarios Canal de Riego Las Águilas El Pedernal; Licencia de Uso de Agua Superficial con Fines Agrícolas, en Bloque, en vía de Formalización; proveniente del río Totoramayo y los manantiales El Pedernal, Mitomayo y La Paccha; por un volumen anual de hasta 140 621.2 m³, equivalente a un caudal de hasta 11.02 l/s; en beneficio de veintidós (22) usuarios, con veintitrés (23) predios; con una área total bajo riego de 14.90 hectáreas. Los puntos de captación se ubican entre las coordenadas UTM WGS 84 zona 17 Sur, los mismos que se detallan en el Cuadro N° 01. El centroide donde se hace uso del agua se ubica entre las coordenadas UTM WGS 84 zona 17 Sur: 779 885 E – 9 250 121N. Políticamente ubicado en los caseríos Ñun Ñun, Lanchecucho, Lanche Bajo, Tambo Alto y El Tambo, distrito Bambamarca, provincia Hualgayoc, departamento Cajamarca. La ubicación de las fuentes de agua, se detalla en el Cuadro N° 01. La asignación hídrica mensualizada, se detalla en el Cuadro N° 02.

Cuadro N° 01: Ubicación de las fuentes de agua.

Fuente de Agua	COORD. UTM WGS 84 Zona 17 Sur		ALTITUD msnm	Caudal l/s
	Este	Norte		
Rio Totoramayo	782,870	9,247,341	3,178	5.02
M. El Pedernal	781,641	9,248,055	3,138	3.22
M. Mitomayo	799,705	9,249,816	2,970	1.81
La Paccha	778,820	9,250,550	2,879	0.97
Total				11.02

Cuadro N° 02: Asignación hídrica mensualizada.

Fuente de Agua	Unidad	ASIGNACION HÍDRICA MENSUAL m³												Volumen Total m³
		ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	
Rio Totoramayo...	(H)	0.50	0.00	0.00	2.00	4.12	9.15	11.02	10.21	9.11	5.11	3.25	0.10	
La Paccha	(H)	2.411	0.00	0.00	9.184	11.04	34.494	29.016	27.340	23.013	9.306	9.434	240	140 621.20

ARTICULO TERCERO.- DISPONER que el Comité de Usuarios Canal de Riego Las Águilas El Pedernal; conforme lo establece el artículo 57° de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, deberá instalar instrumentos de control y medición de agua, en un plazo máximo de un (01) año, conservándolos y manteniéndolos en buen estado, con la finalidad de registrar y reportar mensualmente a la Administración Local de Agua Chotano Llaucano, el volumen captado y aprovechado del río Totoramayo y los manantiales El Pedernal, Mitomayo y La Paccha. El incumplimiento de esta disposición será sancionado conforme lo establece la Ley de Recursos Hídricos.

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que la relación de usuarios beneficiarios del Comité de Usuarios Canal de Riego Las Águilas El Pedernal; detallados en los cuadros del Anexo N° 01, servirá de base para que el titular de la Licencia de Uso de Agua, emita Certificados Nominativos que representan una parte de la asignación de agua que le corresponde a cada uno de los integrantes del bloque y deberá remitirlos a la Administración Local de Agua Chotano Llaucano, para su aprobación.

ARTICULO QUINTO.- REMITIR copia de la presente Resolución Directoral a la Oficina de Valor Económico del Agua de la Dirección de Administración de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, para el cumplimiento del pago de la retribución económica por ser el agua patrimonio de la nación.

ARTICULO SEXTO.- REMITIR la presente Resolución Directoral a la Dirección de Administración de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, para su inscripción en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua.

ARTICULO SETIMO.- DISPONER que la Administración Local de Agua Chotano Llaucano, deberá supervisar el derecho otorgado e informará a la Autoridad Administrativa del Agua VI Marañón.



9.3 Resultados de laboratorio y planos



TESIS: “Formulación de un sistema de riego por aspersión para la eficiencia hídrica en el Centro Poblado El Tambo, Bambamarca, Hualgayoc, Cajamarca, 2025”

FECHA: 10 octubre del 2025

ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

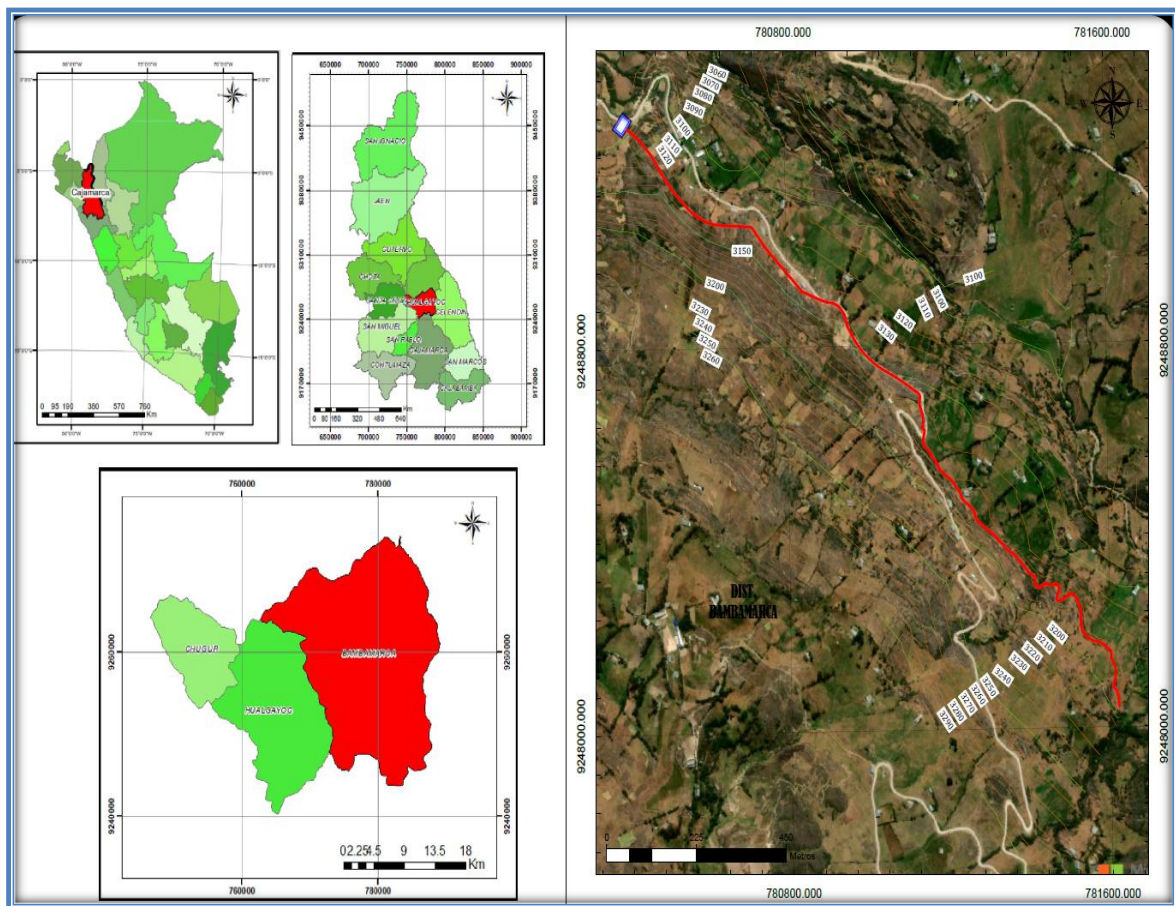
MUESTRA	Ao %	Ar %	Li %	TEXTURA	CE mh/cm	PH	C.C %	P.M.P %	D.A %	D.R %	HUMEDAD	CORDENADAS
1	27.316	34.107	38.577	Fr Ar	0.32	7.26	27.132	14.29	1.35	2.62	33.42	Norte: 780398.01 Este: 9249353.21
2	31.414	14.014	54.572	Fr Li	0.42	7.28	24.74	13.16	1.33	2.59	30.17	Norte: 780386.11 Este: 9249962.02
3	33.254	24.218	42.528	Fr Li	0.54	7.52	26.32	14.31	1.31	22.82	25.43	Norte: 780356.04 Este: 9249832.15
4	62.223	14.616	23.161	Fr Ar	0.30	7.25	27.814	13.742	1.35	2.63	23.48	Norte: 780187.09 Este: 9249970.16
5	61.245	15.438	23.317	Fr Ar	0.29	7.36	27.04	13.912	1.34	2.54	26.71	Norte: 780093.13 Este: 9250212.01


SALVADOR MARTÍNEZ RIQUEN
TÉC. DE LABORATORIO

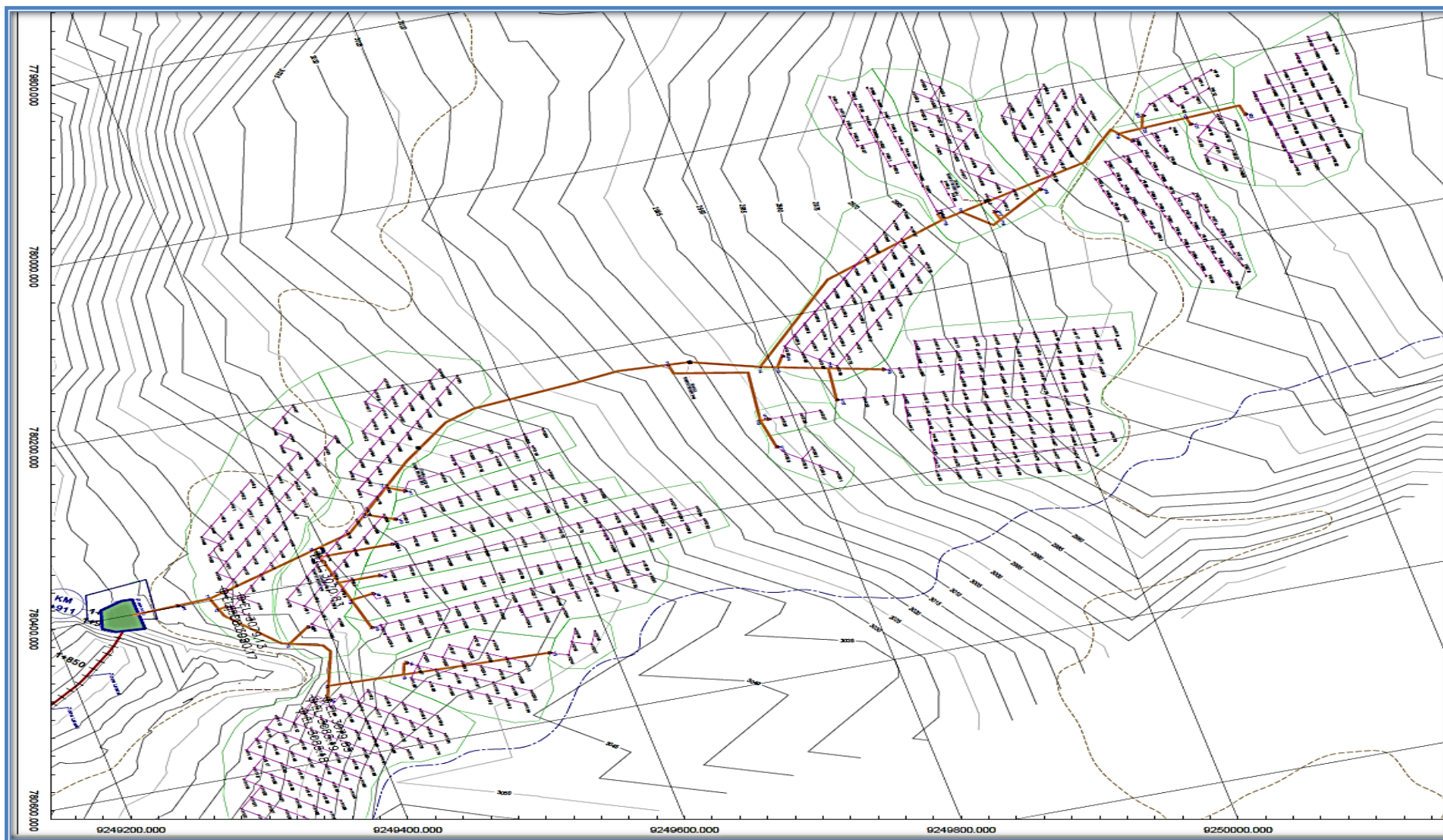



EDWIN JOEL SANTISTEBAN CHAPÓN
INGENIERO AGRÍCOLA
Reg. CIP. N° 161068

Resultado de laboratorio del análisis físico del suelo



Plano de ubicación



Plano clave del sistema de riego

9.4 Hojas de cálculos del balance hídrico

⊗ **Tabla 01: Hoja de cálculo de la demanda en situación sin proyecto**

DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO - EN SITUACION SIN PROYECTO EN LA LOCALIDAD DEL TAMBO													
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
ETP	mm/mes	85.93	82.40	92.63	96.12	101.28	101.25	107.69	112.44	106.92	101.00	93.42	85.10
Coeficiente de cultivo ponderado Kc		0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86
Evapotranspiración Real (ETR) o (UC)	mm/mes	79.92	84.88	93.55	82.57	94.19	104.29	108.77	96.59	99.44	104.03	94.35	73.10
PE	mm/mes	74.90	84.10	117.90	70.30	47.40	3.90	0.70	1.30	8.40	74.10	59.50	78.10
Lamina neta (Ln)	mm/mes	5.02	0.78	0	12.27	46.79	100.39	108.07	95.29	91.04	29.93	34.85	0
Eficiencia de Riego		0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Lámina bruta de agua (Lb)	mm/mes	12.54	1.94	0.00	30.68	116.97	250.97	270.18	238.23	227.59	74.82	87.14	0.00
Requerimiento Volumetrico bruto de Agua	m3/Ha	125.42	19.40	0.00	306.84	1,169.69	2,509.69	2,701.77	2,382.27	2,275.89	748.20	871.36	0.00
Nº de días/mes	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Módulo de riego en 24 horas (MR)	l/seg/ha	0.05	0.01	0.00	0.12	0.44	0.97	1.01	0.89	0.88	0.28	0.34	0.00
Area de cultivo	Ha	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
Caudal Demandado (Qdem)	l/seg	0.44	0.08	0.00	1.11	4.11	9.10	9.48	8.36	8.25	2.63	3.16	0.00
		0.44	0.08	0.00	1.11	4.11	9.10	9.48	8.36	8.25	2.63	3.16	0.00
Requerimiento Total Volumen (Vt)	MMC	0.001	0.000	0.000	0.003	0.011	0.024	0.025	0.022	0.021	0.007	0.008	0.000
Demanda Total	MMC	0.12											

Tabla 02: Hoja de cálculo de la demanda en situación con proyecto

DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO - EN SITUACION CON PROYECTO EN LA LOCALIDAD DEL TAMBO													
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
ETP	mm/mes	85.93	82.40	92.63	96.12	101.28	101.25	107.69	112.44	106.92	101.00	93.42	85.10
Coeficiente de cultivo ponderado Kc		0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86	0.93	1.03	1.01	0.86
Evapotranspiración Real (ETR) o (UC)	mm/mes	79.92	84.88	93.55	82.57	94.19	104.29	108.77	96.59	99.44	104.03	94.35	73.10
PE	mm/mes	74.90	84.10	117.90	70.30	47.40	3.90	0.70	1.30	8.40	74.10	59.50	78.10
Lamina neta (Ln)	mm/mes	5.02	0.78	0	12.27	46.79	100.39	108.07	95.29	91.04	29.93	34.85	0
Eficiencia de Riego		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Lámina bruta de agua (Lb)	mm/mes	7.17	1.11	0.00	17.53	66.84	143.41	154.39	136.13	130.05	42.75	49.79	0.00
Requerimiento Volumetrico bruto de Agua	m3/Ha	71.67	11.09	0.00	175.33	668.39	1,434.11	1,543.87	1,361.30	1,300.51	427.54	497.92	0.00
Nº de días/mes	Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Módulo de riego en 24 horas (MR)	l/seg/ha	0.03	0.00	0.00	0.07	0.25	0.55	0.58	0.51	0.50	0.16	0.19	0.00
Area de cultivo	Ha	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90	14.90
Caudal Demandado (Qdem)	l/seg	0.40	0.07	0.00	1.01	3.72	8.24	8.59	7.57	7.48	2.38	2.86	0.00
		0.40	0.07	0.00	1.01	3.72	8.24	8.59	7.57	7.48	2.38	2.86	0.00
Requerimiento Total Volumen (Vt)	MMC	0.001	0.000	0.000	0.003	0.010	0.021	0.023	0.020	0.019	0.006	0.007	0.000
Demanda Total	MMC	0.11											

9.5 Hoja de la evaluación del cálculo hidráulico

Tabla 06 Calculo Hidráulico

CALCULOS HIDRAULICOS																									
CAUDAL DISEÑO (SUB-SISTEMA) (Qd) CAUDAL DISEÑO/ASPERSOR DISTANCIA ENTRE ASPERSORES Y LINEAS								Qd =		14.210		L/Seg													
								Qd =		0.157		L/Seg													
								D =		15.00		m.													
										Aspersor:		VYR - 36													
Punto	cota	punt o final	cota	Carga hidráulic o.	presi ón (m)	DH (m)	Di (m)	Diam. Comercial (mm)								Longitu d total (m)	Caudal (lps)	Périd a de carga (m)	S (o/oo)	diámetr o Calcula do (mm)	AREA cm2	diámetro Comerci al (mm)	Velocidad		
								160	140	110	90	75	63	48	28								m/s		
Inicio																									
RESERVORI O N°01	3091.15	VP1	3087.38	3091.19	3.81	35.22	35.40			35.4						35.4	14.210	1.06	106.50	78.05	9.5033	110.00	1.410		
VP1	3087.38	T1	3082.52	3091.49	8.97	25.64	26.10			26.1						26.1	14.210	0.78	186.21	69.59	9.5033	110.00	1.410		
T1	3082.52	T2	3081.50	3091.89	10.39	13.99	14.00			14.0						14	14.210	0.42	72.86	84.38	9.5033	110.00	1.410		
T2	3081.50	V1	3080.77	3091.62	10.85	6.03	6.10					6.1				6.1	8.320	0.67	119.67	62.17	4.4179	75.00	1.283		
V1	3080.77	H1	3080.17	3090.53	10.36	5.06	5.10						5.10			5.1	8.320	1.66	117.65	62.39	3.1173	63.00	1.169		
H1	3080.17	H2	3080.06	3092.25	12.19	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	7.33	24.38	0.6158	28.00	0.255		
H1	3080.17	H3	3079.13	3090.61	11.48	15.00	15.00					15.				15	8.163	1.59	69.33	69.04	4.4179	75.00	1.248		
H3	3079.13	H4	3078.08	3092.25	14.17	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	70.00	15.34	0.6158	28.00	0.255		
H3	3079.13	H5	3078.08	3092.07	13.99	15.00	15.00							15.00		15	0.785	0.25	70.00	28.29	1.8096	48.00	0.434		
H5	3078.08	H6	3077.02	3091.04	14.02	15.00	15.00								15.00	15	0.628	1.20	70.67	25.94	0.6158	28.00	1.020		
H6	3077.02	H7	3075.58	3091.57	15.99	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	95.36	21.86	0.6158	28.00	0.765		
H7	3075.58	H8	3074.08	3091.98	17.90	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	99.34	18.58	0.6158	28.00	0.510		
H8	3074.08	H9	3072.58	3092.25	19.67	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	99.34	14.28	0.6158	28.00	0.255		
H3	3079.13	H10	3080.92	3088.53	7.61	15.00	15.10						15.1			15.1	6.908	3.47	118.54	58.04	3.1173	63.00	1.216		
H10	3080.92	H11	3079.83	3088.71	8.88	15.00	15.00						15.0			15	6.751	3.31	72.67	63.62	3.1173	63.00	1.166		
H11	3080.82	H12	3078.26			15.00																	0.694		
																						</			

H13	3076.83	H14	3075.31	3089.55	14.24	15.00	15.10								15.10	15.1	0.942	2.55	100.66	28.14	0.6158	28.00	1.395
H14	3075.31	H15	3073.82	3090.35	16.53	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	98.68	26.36	0.6158	28.00	1.275
H15	3073.82	H16	3072.36	3091.03	18.67	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	96.69	24.32	0.6158	28.00	1.020
H16	3072.36	H17	3069.73	3091.57	21.84	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	173.03	19.34	0.6158	28.00	0.765
H17	3069.73	H18	3067.01	3091.98	24.97	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	178.95	16.47	0.6158	28.00	0.510
H18	3067.01	H19	3064.26	3092.25	27.99	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	179.74	12.64	0.6158	28.00	0.255
H11	3079.83	H20	3081.04	3089.99	8.95	15.00	15.00						15.00			15	5.338	2.14	80.67	56.95	3.1173	63.00	1.212
H20	3081.04	H21	3076.55	3082.88	6.33	15.00	15.70							15.70		15.7	5.181	8.61	285.99	43.42	1.8096	48.00	1.363
H21	3076.55	H22	3078.03	3091.16	13.13	15.00	15.10							15.10		15.1	1.727	1.09	98.01	35.63	1.8096	48.00	0.954
H22	3078.03	H23	3076.50	3091.35	14.85	15.00	15.10							15.10		15.1	1.570	0.91	101.32	34.13	1.8096	48.00	0.868
H23	3076.50	H24	3075.53	3091.53	16.00	15.00	15.00							15.00		15	1.413	0.74	64.67	35.95	1.8096	48.00	0.781
H24	3075.53	H25	3073.30	3091.68	18.38	15.00	15.20							15.20		15.2	1.256	0.61	146.71	29.06	1.8096	48.00	0.694
H25	3073.30	H26	3070.96	3091.83	20.87	15.00	15.20							15.20		15.2	1.099	0.47	153.95	27.35	1.8096	48.00	0.607
H26	3070.96	H27	3068.24	3089.53	21.29	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	178.95	25.00	0.6158	28.00	1.330
H27	3068.24	H28	3065.52	3090.34	24.82	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	178.95	23.33	0.6158	28.00	1.275
H28	3065.52	H29	3062.81	3091.02	28.21	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	178.29	21.45	0.6158	28.00	1.020
H29	3062.81	H30	3060.09	3091.57	31.48	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	178.95	19.21	0.6158	28.00	0.765
H30	3060.09	H31	3057.37	3091.98	34.61	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	178.95	16.47	0.6158	28.00	0.510
H31	3057.37	H32	3054.63	3092.25	37.62	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	180.26	12.63	0.6158	28.00	0.255
H21	3076.55	H33	3080.70	3088.27	7.57	15.00	15.60							15.60		15.6	3.297	3.71	266.03	37.11	1.8096	48.00	1.822
H33	3080.70	H34	3080.89	3092.05	11.16	15.00	15.00						15			15	3.140	0.27	12.67	68.07	4.4179	75.00	0.711
H34	3080.89	H35	3078.70	3090.71	12.01	15.00	15.20							15.20		15.2	2.041	1.49	144.08	35.08	1.8096	48.00	1.128
H35	3078.70	H36	3076.47	3090.94	14.47	15.00	15.20							15.20		15.2	1.884	1.28	146.71	33.90	1.8096	48.00	1.041
H36	3076.47	H37	3074.24	3091.15	16.91	15.00	15.20							15.20		15.2	1.727	1.09	146.71	32.80	1.8096	48.00	0.954
H37	3074.24	H38	3072.01	3091.34	19.33	15.00	15.20							15.20		15.2	1.570	0.92	146.71	31.63	1.8096	48.00	0.868
H38	3072.01	H39	3069.47	3091.52	22.05	15.00	15.20							15.20		15.2	1.413	0.75	167.11	29.58	1.8096	48.00	0.781

H39	3069.47	H40	3066.76	3091.68	24.92	15.00	15.20							15.20		15.2	1.256	0.61	178.29	27.92	1.8096	48.00	0.694
H40	3066.76	H41	3064.01	3091.83	27.82	15.00	15.30							15.30		15.3	1.099	0.48	179.74	26.49	1.8096	48.00	0.607
H41	3064.01	H42	3061.32	3089.53	28.21	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	176.97	25.06	0.6158	28.00	1.430
H42	3061.32	H43	3062.52	3090.36	27.84	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	80.00	27.52	0.6158	28.00	1.275
H43	3062.52	H44	3059.07	3091.00	31.93	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	224.03	20.47	0.6158	28.00	1.020
H44	3059.07	H45	3059.03	3091.58	32.55	15.00	15.00								15.00	15	0.471	0.70	2.67	45.56	0.6158	28.00	0.765
H45	3059.03	H46	3056.46	3091.98	35.52	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	169.08	16.66	0.6158	28.00	0.510
H46	3056.46	H47	3053.48	3092.25	38.77	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	194.77	12.43	0.6158	28.00	0.255
H34	3080.89	H48	3081.87	3089.57	7.70	15.00	15.00								15.00	15	0.942	2.53	65.33	30.75	0.6158	28.00	1.230
H48	3081.87	H49	3079.64	3090.34	10.70	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	146.71	24.30	0.6158	28.00	1.275
H49	3079.64	H50	3077.41	3091.02	13.61	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	146.71	22.32	0.6158	28.00	1.020
H50	3077.41	H51	3075.18	3091.57	16.39	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	146.71	20.01	0.6158	28.00	0.765
H51	3075.18	H52	3072.95	3091.98	19.03	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	146.71	17.15	0.6158	28.00	0.510
H52	3072.95	H53	3070.71	3092.25	21.54	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	147.37	13.17	0.6158	28.00	0.255
T2	3081.50	T3	3085.55	3090.13	4.58	67.62	67.70			67.7						67.7	14.210	2.02	59.82	87.87	9.5033	110.00	1.295
T3	3085.55	V2	3078.50	3082.70	4.20	23.37	24.40					24.40				24.4	8.792	8.77	288.93	52.98	3.1173	63.00	1.220
V2	3078.50	H54	3077.66	3090.41	12.75	4.85	4.90					4.90				4.9	8.792	1.76	171.43	58.98	3.1173	63.00	1.220
H54	3077.66	H55	3075.79	3091.98	16.19	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	123.84	17.76	0.6158	28.00	0.510
H55	3075.79	H56	3073.52	3092.25	18.73	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	149.34	13.13	0.6158	28.00	0.255
H54	3077.66	H57	3075.37	3086.92	11.55	15.00	15.20					15.20				15.2	8.321	4.93	150.66	59.31	3.1173	63.00	1.269
H57	3075.37	H58	3073.10	3091.57	18.47	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	149.34	19.94	0.6158	28.00	0.765
H58	3073.10	H59	3071.09	3091.98	20.89	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	133.11	17.50	0.6158	28.00	0.510
H59	3071.09	H60	3069.73	3092.25	22.52	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	90.07	14.57	0.6158	28.00	0.255
H57	3075.37	H61	3077.23	3087.69	10.46	15.00	15.10					15.10				15.1	7.693	4.24	123.18	59.99	3.1173	63.00	1.368
H61	3077.23	H62	3074.96	3087.55	12.59	15.00	15.20								15.20	15.2	1.256	4.37	149.34	28.95	0.6158	28.00	1.040
H62	3074.96	H63	3072.69	3088.60	15.91	15.00	15.20								15.20	15.2	1.099	3.41	149.34	27.52	0.6158	28.00	1.385

H63	3072.69	H64	3070.52	3089.53	19.01	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	142.76	26.19	0.6158	28.00	1.230
-----	---------	-----	---------	---------	-------	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	-------	------	-------	------	--------	-------	--------	-------	-------

H75	3068.70	H76	3067.38	3089.98	22.60	15.00	15.10						15.10			15.1	5.338	2.16	87.42	56.02	3.1173	63.00	1.212
H76	3067.38	H77	3066.08	3090.11	24.03	15.00	15.10						15.10			15.1	5.181	2.04	86.09	55.56	3.1173	63.00	1.362
H77	3066.08	H78	3064.74	3090.23	25.49	15.00	15.10						15.10			15.1	5.024	1.93	88.74	54.57	3.1173	63.00	1.112
H78	3064.74	H79	3063.00	3090.35	27.35	15.00	15.10						15.10			15.1	4.867	1.82	115.23	51.10	3.1173	63.00	1.261
H79	3063.00	H80	3060.04	3092.25	32.21	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	193.46	12.45	0.6158	28.00	0.255
H79	3063.00	H81	3062.15	3090.59	28.44	15.00	15.00						15.00			15	4.553	1.60	56.67	57.64	3.1173	63.00	1.361
H81	3062.15	H82	3059.21	3090.67	31.46	15.00	15.30						15.30			15.3	4.396	1.53	192.16	44.26	3.1173	63.00	1.410
H82	3059.21	H83	3056.28	3086.34	30.06	15.00	15.30								15.30	15.3	1.413	5.46	191.50	28.77	0.6158	28.00	1.295
H83	3056.28	H84	3053.36	3087.52	34.16	15.00	15.30								15.30	15.3	1.256	4.39	190.85	27.53	0.6158	28.00	1.040
H84	3053.36	H85	3050.42	3088.57	38.15	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099	3.43	192.16	26.13	0.6158	28.00	1.285
H85	3050.42	H86	3046.91	3089.49	42.58	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942	2.60	227.92	23.79	0.6158	28.00	1.230
H86	3046.91	H87	3043.20	3090.30	47.10	15.00	15.50								15.50	15.5	0.785	1.87	239.35	21.98	0.6158	28.00	1.275
H87	3043.20	H88	3040.77	3091.02	50.25	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	159.87	21.93	0.6158	28.00	1.020
H88	3040.77	H89	3038.44	3091.57	53.13	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	153.29	19.83	0.6158	28.00	0.765
H89	3038.44	H90	3036.07	3091.98	55.91	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	155.92	16.94	0.6158	28.00	0.510
H90	3036.07	H91	3033.64	3092.25	58.61	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	159.87	12.95	0.6158	28.00	0.255
H82	3059.21	H92	3058.39	3071.11	12.72	15.00	15.00								15.00	15	2.826	19.31	54.67	48.44	0.6158	28.00	1.389
H92	3058.39	H93	3055.45	3072.86	17.41	15.00	15.30								15.30	15.3	2.669	17.72	192.16	36.61	0.6158	28.00	1.335
H93	3055.45	H94	3052.51	3074.92	22.41	15.00	15.30								15.30	15.3	2.512	15.84	192.16	35.78	0.6158	28.00	1.080
H94	3052.51	H95	3049.57	3076.89	27.32	15.00	15.30								15.30	15.3	2.355	14.06	192.16	34.91	0.6158	28.00	1.825
H95	3049.57	H96	3046.78	3089.51	42.73	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942	2.58	182.35	24.91	0.6158	28.00	1.230
H96	3046.78	H97	3044.37	3090.34	45.97	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	158.55	23.92	0.6158	28.00	1.275
H97	3044.37	H98	3041.95	3091.02	49.07	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	159.21	21.95	0.6158	28.00	1.020

H98	3041.95	H99	3039.54	3091.57	52.03	15.00	15.20							15.20	15.2	0.471	0.71	158.55	19.69	0.6158	28.00	0.765
H99	3039.54	H100	3037.13	3091.98	54.85	15.00	15.20							15.20	15.2	0.314	0.34	158.55	16.88	0.6158	28.00	0.510
H100	3037.13	H101	3034.72	3092.25	57.53	15.00	15.20							15.20	15.2	0.157	0.09	158.55	12.97	0.6158	28.00	0.255
H95	3049.57	H102	3050.63	3087.61	36.98	15.00	15.00							15.00	15	1.256	4.31	70.67	33.76	0.6158	28.00	1.040
H102	3050.63	H103	3047.07	3088.55	41.48	15.00	15.40							15.40	15.4	1.099	3.45	231.17	25.16	0.6158	28.00	1.285
H103	3047.07	H104	3045.44	3089.55	44.11	15.00	15.10							15.10	15.1	0.942	2.55	107.95	27.74	0.6158	28.00	1.330
H104	3045.44	H105	3043.03	3091.98	48.95	15.00	15.20							15.20	15.2	0.314	0.34	158.55	16.88	0.6158	28.00	0.510
H105	3043.03	H106	3040.61	3092.25	51.64	15.00	15.20							15.20	15.2	0.157	0.09	159.21	12.96	0.6158	28.00	0.255
H104	3045.44	H107	3046.51	3091.58	45.07	15.00	15.00							15.00	15	0.471	0.70	71.33	23.20	0.6158	28.00	0.765
H107	3046.51	H108	3044.10	3091.98	47.88	15.00	15.20							15.20	15.2	0.314	0.34	158.55	16.88	0.6158	28.00	0.510
H108	3044.10	H109	3041.69	3092.25	50.56	15.00	15.20							15.20	15.2	0.157	0.09	158.55	12.97	0.6158	28.00	0.255
T3	3085.55	T4	3083.28	3089.94	6.66	73.47	73.50			73.50					73.5	14.200	2.19	30.88	100.62	9.5033	110.00	1.494
T4	3083.28	V3	3085.02	3088.43	3.41	16.17	16.30				16.30				16.3	12.089	3.56	106.75	73.37	4.4179	75.00	1.336
V3	3085.02	H110	3079.15	3088.58	9.43	14.52	15.70				15.70				15.7	12.089	3.43	373.89	56.72	4.4179	75.00	1.336
H110	3079.15	H111	3085.18	3090.12	4.94	15.00	16.20				16.20				16.2	8.949	2.03	372.22	50.64	4.4179	75.00	1.026
H111	3085.18	H112	3084.72	3087.54	2.82	15.00	15.00				15.00				15	7.850	4.37	30.67	80.43	3.1173	63.00	1.218
H112	3084.72	H113	3090.92	3090.97	0.05	15.00	16.20				16.20				16.2	6.908	1.26	382.72	45.63	4.4179	75.00	1.364
H113	3090.92	H114	3087.68	3088.64	0.96	15.00	15.30				15.30				15.3	6.751	3.37	211.76	51.07	3.1173	63.00	1.166
H114	3087.68	H115	3087.08	3089.73	2.65	15.00	15.00				15.00				15	5.652	2.38	40.00	67.22	3.1173	63.00	1.813
H115	3087.08	H116	3088.91	3090.58	1.67	15.00	15.10				15.10				15.1	4.553	1.61	121.19	49.31	3.1173	63.00	1.461
H116	3088.91	H117	3085.06	3090.65	5.59	15.00	15.50				15.50				15.5	4.396	1.55	248.39	41.99	3.1173	63.00	1.410
H117	3085.06	H118	3086.66	3091.29	4.63	15.00	15.10				15.10				15.1	3.454	0.96	105.96	45.63	3.1173	63.00	1.108
H118	3086.66	H119	3086.99	3091.77	4.78	15.00	15.00				15.00				15	2.512	0.53	22.00	55.83	3.1173	63.00	0.806
H119	3086.99	H120	3083.96	3091.82	7.86	15.00	15.30				15.30				15.3	2.355	0.48	198.04	34.70	3.1173	63.00	0.755
H120	3083.96	H121	3084.42	3092.11	7.69	15.00	15.00				15.00				15	1.570	0.22	30.67	43.62	3.1173	63.00	0.504

H121	3084.42	H122	3084.64	3090.36	5.72	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	14.67	38.99	0.6158	28.00	1.275
H122	3084.64	H123	3081.27	3091.00	9.73	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	218.83	20.56	0.6158	28.00	1.020
H123	3081.27	H124	3078.31	3091.56	13.25	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	193.46	18.91	0.6158	28.00	0.765
H124	3078.31	H125	3075.26	3091.98	16.72	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314	0.34	199.35	16.11	0.6158	28.00	0.510
H125	3075.26	H126	3070.46	3092.24	21.78	15.00	15.70								15.70	15.7	0.157	0.10	305.73	11.33	0.6158	28.00	0.255
H121	3084.42	H127	3081.05	3091.00	9.95	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	218.83	20.56	0.6158	28.00	1.020
H127	3081.05	H128	3077.89	3091.56	13.67	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	206.54	18.65	0.6158	28.00	0.765
H128	3077.89	H129	3073.08	3091.97	18.89	15.00	15.80								15.80	15.8	0.314	0.35	304.43	14.76	0.6158	28.00	0.510
H129	3073.08	H130	3068.28	3092.24	23.96	15.00	15.70								15.70	15.7	0.157	0.10	305.73	11.33	0.6158	28.00	0.255
H120	3083.96	H131	3080.55	3091.00	10.45	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	221.43	20.51	0.6158	28.00	1.020
H131	3083.96	H132	3075.71	3091.47	15.76	15.00	17.10								17.10	17.1	0.471	0.80	482.46	15.67	0.6158	28.00	0.765
H132	3075.71	H133	3070.90	3091.97	21.07	15.00	15.80								15.80	15.8	0.314	0.35	304.43	14.76	0.6158	28.00	0.510
H133	3070.90	H134	3066.10	3092.24	26.14	15.00	15.70								15.70	15.7	0.157	0.10	305.73	11.33	0.6158	28.00	0.255
H118	3086.66	H135	3082.86	3090.30	7.44	15.00	15.50								15.50	15.5	0.785	1.87	245.16	21.87	0.6158	28.00	1.275
H135	3082.86	H136	3078.75	3090.98	12.23	15.00	15.60								15.60	15.6	0.628	1.24	263.46	19.80	0.6158	28.00	1.020
H136	3078.75	H137	3073.64	3091.54	17.90	15.00	15.80								15.80	15.8	0.471	0.74	323.42	17.01	0.6158	28.00	0.765
H137	3073.64	H138	3068.73	3091.97	23.24	15.00	15.80								15.80	15.8	0.314	0.35	310.76	14.70	0.6158	28.00	0.510
H138	3068.73	H139	3063.92	3092.24	28.32	15.00	15.80								15.80	15.8	0.157	0.10	304.43	11.34	0.6158	28.00	0.255
H117	3085.06	H140	3081.22	3090.30	9.08	15.00	15.50								15.50	15.5	0.785	1.87	247.74	21.82	0.6158	28.00	1.275
H140	3081.22	H141	3076.97	3090.98	14.01	15.00	15.60								15.60	15.6	0.628	1.24	272.44	19.66	0.6158	28.00	1.020
H141	3076.97	H142	3071.86	3091.54	19.68	15.00	15.80								15.80	15.8	0.471	0.74	323.42	17.01	0.6158	28.00	0.765
H142	3071.86	H143	3066.75	3091.97	25.22	15.00	15.80								15.80	15.8	0.314	0.35	323.42	14.58	0.6158	28.00	0.510
H143	3066.75	H144	3061.74	3092.24	30.50	15.00	15.80								15.80	15.8	0.157	0.10	317.09	11.25	0.6158	28.00	0.255
H115	3087.08	H145	3083.42	3089.49	6.07	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942	2.60	237.66	23.59	0.6158	28.00	1.530
H145	3083.42	H146	3079.57	3090.30	10.73	15.00	15.50								15.50	15.5	0.785	1.87	248.39	21.81	0.6158	28.00	1.275
H146	3079.57	H147	3075.17	3090.98	15.81	15.00	15.60								15.60	15.6	0.628	1.24	282.05	19.52	0.6158	28.00	1.020

H147	3075.17	H148	3070.07	3091.54	21.47	15.00	15.80								15.80	15.8	0.471	0.74	322.78	17.02	0.6158	28.00	0.765
H148	3070.07	H149	3065.00	3091.97	26.97	15.00	15.80								15.80	15.8	0.314	0.35	320.89	14.61	0.6158	28.00	0.510
H149	3065.00	H150	3059.85	3092.24	32.39	15.00	15.90								15.90	15.9	0.157	0.10	323.90	11.20	0.6158	28.00	0.255
H114	3087.68	H151	3084.24	3089.49	5.25	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942	2.60	223.38	23.89	0.6158	28.00	1.430
H151	3084.24	H152	3079.72	3090.27	10.55	15.00	15.70								15.70	15.7	0.785	1.89	287.90	21.16	0.6158	28.00	1.275
H152	3079.72	H153	3073.80	3090.94	17.14	15.00	16.10								16.10	16.1	0.628	1.28	367.70	18.49	0.6158	28.00	1.020
H153	3073.80	H154	3068.66	3091.53	22.87	15.00	15.90								15.90	15.9	0.471	0.74	323.27	17.01	0.6158	28.00	0.765
H154	3068.66	H155	3063.51	3091.96	28.45	15.00	15.90								15.90	15.9	0.314	0.35	323.90	14.58	0.6158	28.00	0.510
H155	3063.51	H156	3058.37	3092.24	33.87	15.00	15.90								15.90	15.9	0.157	0.10	323.27	11.20	0.6158	28.00	0.255
H112	3084.72	H157	3077.80	3090.17	12.37	15.00	16.50								16.50	16.5	0.785	1.99	419.39	19.59	0.6158	28.00	1.275
H157	3077.80	H158	3072.57	3090.96	18.39	15.00	15.90								15.90	15.9	0.628	1.27	328.93	18.91	0.6158	28.00	1.020
H158	3072.57	H159	3067.50	3091.54	24.04	15.00	15.80								15.80	15.8	0.471	0.74	320.89	17.04	0.6158	28.00	0.765
H159	3067.50	H160	3062.36	3091.96	29.60	15.00	15.90								15.90	15.9	0.314	0.35	323.27	14.58	0.6158	28.00	0.510
H160	3062.36	H161	3057.51	3092.24	34.73	15.00	15.80								15.80	15.8	0.157	0.10	306.96	11.32	0.6158	28.00	0.255
H111	3085.18	H162	3076.94	3089.18	12.24	15.00	17.10								17.10	17.1	0.942	2.88	481.87	20.40	0.6158	28.00	1.530
H162	3076.94	H163	3071.34	3090.23	18.89	15.00	16.00								16.00	16	0.785	1.93	350.00	20.33	0.6158	28.00	1.275
H163	3071.34	H164	3066.34	3090.97	24.63	15.00	15.80								15.80	15.8	0.628	1.26	316.46	19.06	0.6158	28.00	1.020
H164	3066.34	H165	3061.20	3091.53	30.33	15.00	15.90								15.90	15.9	0.471	0.74	323.27	17.01	0.6158	28.00	0.765
H165	3061.20	H166	3056.05	3091.96	35.91	15.00	15.90								15.90	15.9	0.314	0.35	323.90	14.58	0.6158	28.00	0.510
H166	3056.05	H167	3053.09	3092.25	39.16	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	193.46	12.45	0.6158	28.00	0.255
H110	3079.15	H168	3077.28	3088.62	11.34	15.00	15.10								15.10	15.1	1.099	3.39	123.84	28.59	0.6158	28.00	1.285
H168	3077.28	H169	3070.99	3089.33	18.34	15.00	16.30								16.30	16.3	0.942	2.75	385.89	21.35	0.6158	28.00	1.230
H169	3070.99	H170	3065.12	3090.22	25.10	15.00	16.10								16.10	16.1	0.785	1.94	364.60	20.16	0.6158	28.00	1.275
H170	3065.12	H171	3060.04	3090.97	30.93	15.00	15.80								15.80	15.8	0.628	1.26	321.52	19.00	0.6158	28.00	1.020
H171	3060.04	H172	3056.28	3091.55	35.27	15.00	15.50								15.50	15.5	0.471	0.73	242.58	18.05	0.6158	28.00	0.765
H172	3056.28	H173	3053.57	3091.98	38.41	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	178.29	16.48	0.6158	28.00	0.510

H173	3053.57	H174	3051.68	3092.25	40.57	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	125.17	13.61	0.6158	28.00	0.255
H168	3077.28	H175	3077.62	3090.96	13.34	15.00	15.00							15.00		15	1.884	1.27	22.67	49.74	1.8096	48.00	1.041
H175	3077.62	H176	3071.48	3091.07	19.59	15.00	16.20							16.20		16.2	1.727	1.16	379.01	26.99	1.8096	48.00	0.954
H176	3071.48	H177	3065.04	3090.19	25.15	15.00	16.30								16.30	16.3	0.785	1.96	395.09	19.83	0.6158	28.00	1.275
H177	3065.04	H178	3059.48	3090.95	31.47	15.00	16.00								16.00	16	0.628	1.27	347.50	18.70	0.6158	28.00	1.020
H178	3059.48	H179	3056.76	3091.57	34.81	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	178.95	19.21	0.6158	28.00	0.765
H179	3056.76	H180	3054.03	3091.98	37.95	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	179.61	16.45	0.6158	28.00	0.510
H180	3054.03	H181	3052.22	3092.25	40.03	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	119.87	13.74	0.6158	28.00	0.255
H176	3071.48	H182	3067.91	3090.31	22.40	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785	1.85	231.82	22.12	0.6158	28.00	1.275
H182	3067.91	H183	3062.20	3090.94	28.74	15.00	16.10								16.10	16.1	0.628	1.28	354.66	18.62	0.6158	28.00	1.020
H183	3062.20	H184	3059.74	3091.57	31.83	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	161.84	19.61	0.6158	28.00	0.765
H184	3059.74	H185	3057.22	3091.98	34.76	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	165.79	16.73	0.6158	28.00	0.510
H185	3057.22	H186	3054.50	3092.25	37.75	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	178.95	12.65	0.6158	28.00	0.255
T4	3083.28	T5	3062.79	3090.35	27.56	57.38	60.90			60.90						60.9	14.210	1.82	336.45	61.63	9.5033	110.00	1.495
T5	3062.79	V4	3064.02	3090.96	26.94	13.52	13.60						13.60			13.6	4.239	1.27	90.44	50.96	3.1173	63.00	1.360
V4	3064.02	H187	3062.70	3091.26	28.56	10.54	10.60						10.60			10.6	4.239	0.99	124.53	47.72	3.1173	63.00	1.360
H187	3062.70	H188	3061.57	3088.65	27.08	15.00	15.00								15.00	15	1.099	3.37	75.33	31.67	0.6158	28.00	1.285
H188	3061.57	H189	3059.23	3089.53	30.30	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	153.95	25.79	0.6158	28.00	1.130
H189	3059.23	H190	3057.14	3090.35	33.21	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	138.41	24.59	0.6158	28.00	1.275
H190	3057.14	H191	3055.25	3091.03	35.78	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	125.17	23.06	0.6158	28.00	1.020
H191	3055.25	H192	3053.01	3091.57	38.56	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	147.37	19.99	0.6158	28.00	0.765
H192	3053.01	H193	3050.60	3091.98	41.38	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	158.55	16.88	0.6158	28.00	0.510
H193	3050.60	H194	3048.17	3092.25	44.08	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	159.87	12.95	0.6158	28.00	0.255
H187	3062.70	H195	3060.88	3089.55	28.67	15.00	15.10								15.10	15.1	0.942	2.55	120.53	27.12	0.6158	28.00	1.130
H195	3060.88	H196	3058.91	3090.35	31.44	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	130.46	24.89	0.6158	28.00	1.275
H196	3058.91	H197	3056.98	3091.03	34.05	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	127.81	22.96	0.6158	28.00	1.020

H197	3056.98	H198	3055.08	3091.57	36.49	15.00	15.10									15.10	15.1	0.471	0.71	125.83	20.65	0.6158	28.00	0.765
H198	3055.08	H199	3052.65	3091.98	39.33	15.00	15.20									15.20	15.2	0.314	0.34	159.87	16.85	0.6158	28.00	0.510
H199	3052.65	H200	3050.00	3092.25	42.25	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	174.34	12.72	0.6158	28.00	0.255
H187	3062.70	H201	3064.44	3080.64	16.20	15.00	15.10									15.10	15.1	2.041	10.65	115.23	36.72	0.6158	28.00	1.315
H201	3064.44	H202	3062.53	3082.25	19.72	15.00	15.10									15.10	15.1	1.884	9.18	126.49	34.95	0.6158	28.00	1.060
H202	3062.53	H203	3060.63	3091.03	30.40	15.00	15.10									15.10	15.1	0.628	1.20	125.83	23.04	0.6158	28.00	1.020
H203	3060.63	H204	3058.72	3091.57	32.85	15.00	15.10									15.10	15.1	0.471	0.71	126.49	20.63	0.6158	28.00	0.765
H204	3058.72	H205	3056.82	3091.98	35.16	15.00	15.10									15.10	15.1	0.314	0.33	125.83	17.70	0.6158	28.00	0.510
H205	3056.82	H206	3054.71	3092.25	37.54	15.00	15.10									15.10	15.1	0.157	0.09	139.74	13.31	0.6158	28.00	0.255
H202	3062.53	H207	3063.35	3088.65	25.30	15.00	15.00									15.00	15	1.099	3.37	54.67	33.82	0.6158	28.00	1.285
H207	3063.35	H208	3061.45	3089.55	28.10	15.00	15.10									15.10	15.1	0.942	2.55	125.83	26.88	0.6158	28.00	1.230
H208	3061.45	H209	3059.55	3091.57	32.02	15.00	15.10									15.10	15.1	0.471	0.71	125.83	20.65	0.6158	28.00	0.765
H209	3059.55	H210	3057.64	3091.98	34.34	15.00	15.10									15.10	15.1	0.314	0.33	126.49	17.68	0.6158	28.00	0.510
H210	3057.64	H211	3055.73	3092.25	36.52	15.00	15.10									15.10	15.1	0.157	0.09	126.49	13.59	0.6158	28.00	0.255
H208	3061.45	H212	3061.48	3091.99	30.51	15.00	15.00									15.00	15	0.314	0.33	2.00	41.43	0.6158	28.00	0.510
H212	3061.48	H213	3059.57	3092.25	32.68	15.00	15.10									15.10	15.1	0.157	0.09	126.49	13.59	0.6158	28.00	0.255
T5	3062.79	V5	3054.00	3073.40	19.40	112.26	112.60						112.60				112.6	9.971	17.23	78.06	72.71	4.4179	75.00	1.257
V5	3054.00	H214	3036.98	3089.36	52.38	14.81	22.60									22.60	22.6	0.785	2.72	753.10	17.37	0.6158	28.00	1.275
H214	3036.98	H215	3052.46	3090.46	38.00	15.00	21.60									21.60	21.6	0.628	1.72	716.67	16.12	0.6158	28.00	1.020
H215	3052.46	H216	3052.77	3091.99	39.22	15.00	15.00									15.00	15	0.314	0.33	20.67	25.65	0.6158	28.00	0.510
H216	3052.77	H217	3050.56	3092.25	41.69	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	145.39	13.20	0.6158	28.00	0.255
H217	3050.56	H218	3050.88	3092.25	41.37	15.00	15.00									15.00	15	0.157	0.09	21.33	19.58	0.6158	28.00	0.255
T1	3082.52	T6	3070.94	3089.17	18.23	96.22	96.90			96.90							96.9	14.210	2.90	119.50	76.23	9.5033	110.00	1.295
T6	3070.94	CRP-T7.N°01	3070.83	3092.16	21.33	5.92	5.90			5.90							5.9	14.210	0.18	18.64	111.63	9.5033	110.00	1.295
CRP-T7.N°01	3070.83	T7	3070.81	3092.24	21.43	3.33	3.30			3.30							3.3	14.210	0.10	6.06	140.60	9.5033	110.00	1.295
T7	3070.81	T8	3070.87	3089.02	18.15	32.53	32.50				32.50						32.5	12.326	3.03	1.85	170.02	6.3617	90.00	1.238

T8	3070.87	T9	3071.06	3091.35	20.29	21.99	22.00				22.00				22	7.930	0.91	8.64	104.73	6.3617	90.00	1.247
T9	3071.06	V6	3071.17	3091.63	20.46	34.87	34.90				34.90				34.9	5.181	0.65	3.15	109.57	6.3617	90.00	0.814
V6	3071.17	H219	3070.45	3092.20	21.75	7.42	7.50				7.50				7.5	5.181	0.14	96.00	54.33	6.3617	90.00	0.814
H219	3070.45	H220	3068.99	3091.89	22.90	15.00	15.10					15.10			15.1	2.198	0.42	96.69	39.16	3.1173	63.00	0.705
H220	3068.99	H221	3067.51	3090.72	23.21	15.00	15.10						15.10		15.1	2.041	1.48	98.01	37.96	1.8096	48.00	1.128
H221	3067.51	H222	3065.96	3090.95	24.99	15.00	15.10						15.10		15.1	1.884	1.27	102.65	36.48	1.8096	48.00	1.041
H222	3065.96	H223	3064.42	3091.16	26.74	15.00	15.10						15.10		15.1	1.727	1.09	101.99	35.34	1.8096	48.00	0.954
H223	3064.42	H224	3062.88	3085.14	22.26	15.00	15.10							15.10	15.1	1.570	6.55	101.99	34.08	0.6158	28.00	1.250
H224	3062.88	H225	3061.35	3086.42	25.07	15.00	15.10							15.10	15.1	1.413	5.39	101.32	32.79	0.6158	28.00	1.295
H225	3061.35	H226	3058.76	3087.55	28.79	15.00	15.20							15.20	15.2	1.256	4.37	170.39	28.18	0.6158	28.00	1.040
H226	3058.76	H227	3055.62	3088.57	32.95	15.00	15.30							15.30	15.3	1.099	3.43	205.23	25.78	0.6158	28.00	1.285
H227	3055.62	H228	3052.48	3067.99	15.51	15.00	15.30							15.30	15.3	0.942	2.58	205.23	24.31	0.6158	28.00	1.230
H228	3052.48	H229	3049.34	3068.80	19.46	15.00	15.30							15.30	15.3	0.785	1.84	205.23	22.68	0.6158	28.00	1.275
H229	3049.34	H230	3046.19	3069.49	23.30	15.00	15.30							15.30	15.3	0.628	1.22	205.88	20.82	0.6158	28.00	1.020
H230	3046.19	H231	3043.05	3070.04	26.99	15.00	15.30							15.30	15.3	0.471	0.72	205.23	18.68	0.6158	28.00	0.765
H231	3043.05	H232	3039.91	3070.46	30.55	15.00	15.30							15.30	15.3	0.314	0.34	205.23	16.01	0.6158	28.00	0.510
H232	3039.91	H233	3036.77	3070.73	33.96	15.00	15.30							15.30	15.3	0.157	0.09	205.23	12.30	0.6158	28.00	0.255
H219	3070.45	H234	3069.23	3070.10	0.87	15.00	15.00					15.00			15	2.826	0.66	81.33	44.64	3.1173	63.00	0.907
H234	3069.23	H235	3067.77	3068.16	0.39	15.00	15.10						15.10		15.1	2.669	2.43	96.69	42.16	1.8096	48.00	1.475
H235	3067.77	H236	3066.31	3068.44	2.13	15.00	15.10						15.10		15.1	2.512	2.17	96.69	41.20	1.8096	48.00	1.388
H236	3066.31	H237	3064.85	3068.71	3.86	15.00	15.10						15.10		15.1	2.355	1.93	96.69	40.20	1.8096	48.00	1.301
H237	3064.85	H238	3063.39	3068.97	5.58	15.00	15.10						15.10		15.1	2.198	1.70	96.69	39.16	1.8096	48.00	1.215
H238	3063.39	H239	3061.92	3069.20	7.28	15.00	15.10						15.10		15.1	2.041	1.48	97.35	38.02	1.8096	48.00	1.128
H239	3061.92	H240	3060.46	3060.73	0.27	15.00	15.10							15.10	15.1	1.884	9.18	96.69	36.93	0.6158	28.00	1.060
H240	3060.46	H241	3058.98	3062.23	3.25	15.00	15.10							15.10	15.1	1.727	7.82	98.01	35.63	0.6158	28.00	1.805
H241	3058.98	H242	3057.76	3070.06	12.30	15.00	15.00							15.00	15	0.471	0.70	81.33	22.59	0.6158	28.00	0.765

H242	3057.76	H243	3056.28	3070.46	14.18	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	98.01	18.63	0.6158	28.00	0.510
H243	3056.28	H244	3054.80	3070.73	15.93	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	98.01	14.32	0.6158	28.00	0.255
H241	3058.98	H245	3057.51	3067.10	9.59	15.00	15.10								15.10	15.1	1.099	3.39	97.35	30.04	0.6158	28.00	1.285
H245	3057.51	H246	3054.75	3067.99	13.24	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942	2.58	180.39	24.96	0.6158	28.00	1.230
H246	3054.75	H247	3051.63	3068.80	17.17	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785	1.84	203.92	22.71	0.6158	28.00	1.275
H247	3051.63	H248	3048.50	3069.49	20.99	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	204.58	20.85	0.6158	28.00	1.020
H248	3048.50	H249	3045.38	3070.04	24.66	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	203.92	18.70	0.6158	28.00	0.765
H249	3045.38	H250	3042.26	3070.46	28.20	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314	0.34	203.92	16.03	0.6158	28.00	0.510
H250	3042.26	H251	3039.14	3070.73	31.59	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	203.92	12.32	0.6158	28.00	0.255
T9	3071.06	V7	3069.23	3070.02	0.79	17.63	17.70						17.70			17.7	2.749	0.74	103.39	42.05	3.1173	63.00	0.882
V7	3069.23	H252	3068.60	3069.75	1.15	13.65	13.70							13.70		13.7	1.727	0.98	45.99	41.62	1.8096	48.00	0.954
H252	3068.60	H253	3067.06	3069.83	2.77	15.00	15.10							15.10		15.1	1.570	0.91	101.99	34.08	1.8096	48.00	0.868
H253	3067.06	H254	3065.55	3070.01	4.46	15.00	15.10							15.10		15.1	1.413	0.75	100.00	32.87	1.8096	48.00	0.781
H254	3065.55	H255	3064.03	3070.17	6.14	15.00	15.10							15.10		15.1	1.256	0.60	100.66	31.39	1.8096	48.00	0.694
H255	3064.03	H256	3062.72	3070.31	7.59	15.00	15.10							15.10		15.1	1.099	0.47	86.75	30.76	1.8096	48.00	0.607
H256	3062.72	H257	3061.46	3068.03	6.57	15.00	15.10								15.10	15.1	0.942	2.55	83.44	29.24	0.6158	28.00	1.230
H257	3061.46	H258	3059.42	3068.83	9.41	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	135.10	24.72	0.6158	28.00	1.275
H258	3059.42	H259	3056.27	3069.49	13.22	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	205.88	20.82	0.6158	28.00	1.020
H259	3056.27	H260	3053.11	3070.04	16.93	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	206.54	18.65	0.6158	28.00	0.765
H260	3053.11	H261	3050.00	3070.46	20.46	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314	0.34	203.27	16.04	0.6158	28.00	0.510
H261	3050.00	H262	3046.81	3070.73	23.92	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	208.50	12.26	0.6158	28.00	0.255
T8	3070.87	V8	3067.68	3069.65	1.97	31.66	31.80					31.80				31.8	4.396	1.07	100.31	50.58	4.4179	75.00	0.995
V8	3067.68	H263	3066.65	3069.77	3.12	10.24	10.30						10.30			10.3	4.239	0.96	100.00	49.92	3.1173	63.00	1.360
H263	3066.65	H264	3065.29	3069.39	4.10	15.00	15.10						15.10			15.1	4.082	1.31	90.07	50.28	3.1173	63.00	1.309
H264	3065.29	H265	3064.04	3065.38	1.34	15.00	15.10							15.10		15.1	3.925	4.96	82.78	50.40	1.8096	48.00	1.169
H265	3064.04	H266	3062.73	3065.78	3.05	15.00	15.10							15.10		15.1	3.768	4.59	86.75	49.15	1.8096	48.00	1.082

H266	3062.73	H267	3061.42	3066.16	4.74	15.00	15.10							15.10		15.1	3.611	4.25	86.75	48.36	1.8096	48.00	1.296
H267	3061.42	H268	3060.07	3066.53	6.46	15.00	15.10							15.10		15.1	3.454	3.91	89.40	47.25	1.8096	48.00	1.209
H268	3060.07	H269	3056.94	3066.83	9.89	15.00	15.30							15.30		15.3	3.297	3.64	204.58	39.17	1.8096	48.00	1.222
H269	3056.94	H270	3053.78	3067.17	13.39	15.00	15.30							15.30		15.3	3.140	3.32	206.54	38.37	1.8096	48.00	1.335
H270	3053.78	H271	3050.29	3067.48	17.19	15.00	15.40							15.40		15.4	2.983	3.04	226.62	36.92	1.8096	48.00	1.248
H271	3050.29	H272	3046.80	3049.02	2.22	15.00	15.40								15.40	15.4	2.826	19.83	226.62	36.17	0.6158	28.00	1.289
H272	3046.80	H273	3043.31	3051.21	7.90	15.00	15.40								15.40	15.4	2.669	17.84	226.62	35.39	0.6158	28.00	1.235
H273	3043.31	H274	3039.82	3053.29	13.47	15.00	15.40								15.40	15.4	2.512	15.94	226.62	34.59	0.6158	28.00	1.080
H274	3039.82	H275	3036.34	3069.48	33.14	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	225.97	20.43	0.6158	28.00	1.020
H253	2988.36	H276	3032.75	3068.42	35.67	15.00	46.90								46.90	46.9	0.471	2.19	946.48	13.65	0.6158	28.00	0.765
H276	3032.75	H277	3029.36	3070.46	41.10	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314	0.34	220.13	15.78	0.6158	28.00	0.510
H277	3029.36	H278	3025.87	3070.73	44.86	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	226.62	12.05	0.6158	28.00	0.255
H274	3039.82	H279	3040.67	3060.80	20.13	15.00	15.00								15.00	15	1.884	9.12	56.67	41.21	0.6158	28.00	1.060
H279	3040.67	H280	3036.94	3068.78	31.84	15.00	15.50								15.50	15.5	0.785	1.87	240.65	21.95	0.6158	28.00	1.275
H280	3036.94	H281	3033.60	3069.48	35.88	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	216.88	20.60	0.6158	28.00	1.020
H281	3033.60	H282	3030.11	3070.04	39.93	15.00	15.40								15.40	15.4	0.471	0.72	226.62	18.30	0.6158	28.00	0.765
H282	3030.11	H283	3026.62	3070.46	43.84	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314	0.34	226.62	15.69	0.6158	28.00	0.510
H283	3026.62	H284	3022.99	3070.73	47.74	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	235.71	11.96	0.6158	28.00	0.255
H279	3040.67	H285	3040.57	3068.05	27.48	15.00	15.00								15.00	15	0.942	2.53	6.67	49.13	0.6158	28.00	0.530
H285	3040.57	H286	3037.44	3068.80	31.36	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785	1.84	204.58	22.70	0.6158	28.00	1.275
H286	3037.44	H287	3034.30	3069.49	35.19	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	205.23	20.84	0.6158	28.00	1.020
H287	3034.30	H288	3030.86	3070.04	39.18	15.00	15.40								15.40	15.4	0.471	0.72	223.38	18.36	0.6158	28.00	0.765
H288	3030.86	H289	3027.37	3070.46	43.09	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314	0.34	226.62	15.69	0.6158	28.00	0.510
H289	3027.37	H290	3023.88	3070.73	46.85	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	226.62	12.05	0.6158	28.00	0.255
T7	3070.81	V9	3065.43	3065.63	0.20	55.70	56.00							56.00		56	1.884	4.73	96.07	36.98	1.8096	48.00	1.041
V9	3065.43	H291	3065.01	3070.46	5.45	4.00	4.00							4.00		4	1.884	0.34	105.00	36.31	1.8096	48.00	1.041

	H291	3065.01	H292	3063.57	3069.64	6.07	15.00	15.10							15.10		15.1	1.727	1.09	95.36	35.83	1.8096	48.00	0.954
	H292	3063.57	H293	3062.14	3069.83	7.69	15.00	15.10							15.10		15.1	1.570	0.91	94.70	34.60	1.8096	48.00	0.868
	H273	2977.07	H294	3060.70	3066.19	5.49	15.00	85.00							85.00		85	1.413	4.21	983.88	20.56	1.8096	48.00	0.781
	H294	3060.70	H295	3059.06	3070.17	11.11	15.00	15.10							15.10		15.1	1.256	0.60	108.61	30.91	1.8096	48.00	0.694
	H295	3059.06	H296	3055.60	3070.30	14.70	15.00	15.40							15.40		15.4	1.099	0.48	224.68	25.30	1.8096	48.00	0.607
	H296	3055.60	H297	3052.13	3067.97	15.84	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942	2.60	225.32	23.85	0.6158	28.00	1.130
	H297	3052.13	H298	3048.66	3068.79	20.13	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785	1.85	225.32	22.25	0.6158	28.00	1.275
	H298	3048.66	H299	3045.22	3069.48	24.26	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	223.38	20.48	0.6158	28.00	1.020
	H299	3045.22	H300	3041.73	3070.04	28.31	15.00	15.40								15.40	15.4	0.471	0.72	226.62	18.30	0.6158	28.00	0.765
	H300	3041.73	H301	3038.40	3070.46	32.06	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314	0.34	216.23	15.84	0.6158	28.00	0.510
	H301	3038.40	H302	3034.80	3070.73	35.93	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	233.77	11.98	0.6158	28.00	0.255
	T6	3070.94	T10	3065.17	3068.95	3.78	56.86	57.20			57.20						57.2	14.210	1.71	100.87	78.93	9.5033	110.00	1.295
	T10	3065.17	V10	2966.77	3031.74	64.97	15.00	99.50								99.50	99.5	1.413	35.53	988.94	20.54	0.6158	28.00	1.295
	V10	2966.77	H303	3062.21	3065.60	3.39	9.07	95.90							95.90		95.9	1.413	4.75	995.20	20.51	1.8096	48.00	0.781
	H303	3062.21	H304	3060.74	3070.17	9.43	15.00	15.10							15.10		15.1	1.256	0.60	97.35	31.61	1.8096	48.00	0.694
	H304	3060.74	H305	3059.27	3070.31	11.04	15.00	15.10							15.10		15.1	1.099	0.47	97.35	30.04	1.8096	48.00	0.607
	H305	3059.27	H306	3056.71	3068.01	11.30	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	168.42	25.32	0.6158	28.00	1.130
	H306	3056.71	H307	3053.24	3068.79	15.55	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785	1.85	225.32	22.25	0.6158	28.00	1.275
	H307	3053.24	H308	3049.74	3069.48	19.74	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	227.27	20.40	0.6158	28.00	1.020
	H308	3049.74	H309	3046.23	3070.04	23.81	15.00	15.40								15.40	15.4	0.471	0.72	227.92	18.28	0.6158	28.00	0.765
	H309	3046.23	H310	3042.72	3070.46	27.74	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314	0.34	227.92	15.67	0.6158	28.00	0.510
	H310	3042.72	H311	3039.22	3070.73	31.51	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	227.27	12.05	0.6158	28.00	0.255
	T10	3065.17	T11	3060.40	3066.93	6.53	35.15	35.50				35.50					35.5	12.797	3.55	134.37	71.51	6.3617	90.00	1.012
	T11	3060.40	V11	3060.63	3070.45	9.82	14.32	14.30						14.30			14.3	2.041	0.34	16.08	55.02	3.1173	63.00	0.655
	V11	3060.63	H312	3057.16	3070.21	13.05	23.01	23.30						23.30			23.3	2.041	0.56	148.93	34.84	3.1173	63.00	0.655
	H312	3057.16	H313	3054.67	3060.66	5.99	15.00	15.20								15.20	15.2	1.884	9.24	163.82	33.14	0.6158	28.00	1.060

H313	3054.67	H314	3051.85	3062.12	10.27	15.00	15.30								15.30	15.3	1.727		7.92	184.31	31.29	0.6158	28.00	1.805
H314	3051.85	H315	3049.05	3069.49	20.44	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	183.01	21.33	0.6158	28.00	1.020
H315	3049.05	H316	3045.82	3070.04	24.22	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471		0.72	211.11	18.57	0.6158	28.00	0.765
H316	3045.82	H317	3042.46	3070.46	28.00	15.00	15.40								15.40	15.4	0.314		0.34	218.18	15.81	0.6158	28.00	0.510
H317	3042.46	H318	3039.09	3070.73	31.64	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157		0.09	218.83	12.14	0.6158	28.00	0.255
H314	3051.85	H319	3049.41	3068.01	18.60	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942		2.56	160.53	25.57	0.6158	28.00	1.230
H319	3049.41	H320	3046.71	3068.82	22.11	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785		1.83	177.63	23.36	0.6158	28.00	1.275
H320	3046.71	H321	3043.80	3069.49	25.69	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	190.20	21.16	0.6158	28.00	1.020
H321	3043.80	H322	3040.99	3070.04	29.05	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471		0.72	183.66	19.11	0.6158	28.00	0.765
H322	3040.99	H323	3038.18	3070.46	32.28	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314		0.34	183.66	16.38	0.6158	28.00	0.510
H323	3038.18	H324	3035.38	3070.73	35.35	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157		0.09	183.01	12.59	0.6158	28.00	0.255
T11	3060.40	CRP-T7. N°02	3049.93	3065.28	15.35	50.61	51.70				51.70					51.7	12.640		5.05	202.51	65.43	6.3617	90.00	1.287
CRP-T7. N°02	3049.93	T12	3009.09	3026.25	17.16	216.63	220.40				220.40					220.4	12.640		21.52	185.30	66.63	6.3617	90.00	1.287
T12	3009.09	T13	3001.68	3044.57	42.89	122.00	122.20							122.20		122.2	1.256		4.87	60.64	34.83	1.8096	48.00	0.694
T13	3001.68	V12	3000.53	3049.61	49.08	6.14	6.20								6.20	6.2	0.471		0.29	185.48	19.07	0.6158	28.00	0.765
V12	3000.53	H325	2998.61	3049.39	50.78	10.34	10.50								10.50	10.5	0.471		0.49	182.86	19.13	0.6158	28.00	0.765
H325	2998.61	H326	2995.80	3049.56	53.76	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314		0.34	183.66	16.38	0.6158	28.00	0.510
H326	2995.80	H327	2992.57	3049.83	57.26	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157		0.09	211.11	12.23	0.6158	28.00	0.255
T13	3001.68	V13	3002.28	3045.68	43.40	32.14	32.10								32.10	32.1	0.785		3.86	18.69	37.10	0.6158	28.00	1.275
V13	3002.28	H328	3001.91	3048.69	46.78	9.40	9.40								9.40	9.4	0.785		1.13	39.36	31.84	0.6158	28.00	1.275
H328	3001.91	H329	3000.29	3048.61	48.32	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628		1.20	107.28	23.81	0.6158	28.00	1.020
H329	3000.29	H330	2998.68	3049.56	50.88	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314		0.33	106.62	18.31	0.6158	28.00	0.510
H330	2998.68	H331	2997.07	3049.83	52.76	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157		0.09	106.62	14.07	0.6158	28.00	0.255
H329	3000.29	H332	2997.11	3049.83	52.72	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157		0.09	207.84	12.27	0.6158	28.00	0.255
T12	3009.09	CRP-T7. N°03	3006.27	3046.36	40.09	16.37	16.60				16.60					16.6	11.384		3.25	169.88	65.18	4.4179	75.00	1.377
CRP-T7. N°03	3006.27	T14	2996.73	3001.51	4.78	52.90	53.80				53.80					53.8	11.384		4.33	177.32	64.61	6.3617	90.00	1.289

T14	2996.73	T15	2999.54	3003.43	3.89	12.89	13.20					13.20				13.2	11.384	2.58	212.88	62.23	4.4179	75.00	1.277
T15	2999.54	V14	2992.90	3002.20	9.30	13.20	14.80						14.80			14.8	7.222	3.70	448.65	44.92	3.1173	63.00	1.317
V14	2992.90	H333	2991.66	3003.19	11.53	11.12	11.20						11.20			11.2	7.222	2.80	110.71	59.86	3.1173	63.00	1.317
H333	2991.66	H334	2989.74	2996.17	6.43	15.00	15.10							15.10	15.1	1.884	9.18	127.15	34.91	0.6158	28.00	1.060	
H334	2989.74	H335	2988.12	2997.67	9.55	15.00	15.10							15.10	15.1	1.727	7.82	107.28	34.97	0.6158	28.00	0.805	
H335	2988.12	H336	2986.41	2999.06	12.65	15.00	15.10							15.10	15.1	1.570	6.55	113.25	33.35	0.6158	28.00	0.550	
H336	2986.41	H337	2984.19	3000.30	16.11	15.00	15.20							15.20	15.2	1.413	5.43	146.05	30.41	0.6158	28.00	1.295	
H337	2984.19	H338	2981.99	3001.47	19.48	15.00	15.20							15.20	15.2	1.256	4.37	144.74	29.14	0.6158	28.00	1.040	
H338	2981.99	H339	2979.67	3002.52	22.85	15.00	15.20							15.20	15.2	1.099	3.41	152.63	27.39	0.6158	28.00	1.185	
H339	2979.67	H340	2977.58	3003.47	25.89	15.00	15.10							15.10	15.1	0.942	2.55	138.41	26.36	0.6158	28.00	1.130	
H340	2977.58	H341	2975.16	3004.26	29.10	15.00	15.20							15.20	15.2	0.785	1.83	159.21	23.90	0.6158	28.00	1.275	
H341	2975.16	H342	2972.71	3004.94	32.23	15.00	15.20							15.20	15.2	0.628	1.21	161.18	21.90	0.6158	28.00	1.020	
H342	2972.71	H343	2970.18	3005.49	35.31	15.00	15.20							15.20	15.2	0.471	0.71	166.45	19.50	0.6158	28.00	0.765	
H343	2970.18	H344	2967.64	3005.90	38.26	15.00	15.20							15.20	15.2	0.314	0.34	167.11	16.70	0.6158	28.00	0.510	
H344	2967.64	H345	2965.10	3006.17	41.07	15.00	15.20							15.20	15.2	0.157	0.09	167.11	12.83	0.6158	28.00	0.255	
H333	2991.66	H346	2990.01	3004.03	14.02	15.00	15.10						15.10			15.1	5.181	2.04	109.27	52.90	3.1173	63.00	1.162
H346	2990.01	H347	2987.66	2997.61	9.95	15.00	15.20							15.20	15.2	1.727	7.87	154.61	32.44	0.6158	28.00	1.005	
H347	2987.66	H348	2986.00	2999.06	13.06	15.00	15.10							15.10	15.1	1.570	6.55	109.93	33.56	0.6158	28.00	1.150	
H348	2986.00	H349	2984.37	3000.34	15.97	15.00	15.10							15.10	15.1	1.413	5.39	107.95	32.36	0.6158	28.00	1.295	
H349	2984.37	H350	2982.74	3001.50	18.76	15.00	15.10							15.10	15.1	1.256	4.34	107.95	30.94	0.6158	28.00	1.040	
H350	2982.74	H351	2980.73	3002.54	21.81	15.00	15.10							15.10	15.1	1.099	3.39	133.11	28.17	0.6158	28.00	1.185	
H351	2980.73	H352	2978.52	3003.45	24.93	15.00	15.20							15.20	15.2	0.942	2.56	145.39	26.09	0.6158	28.00	1.130	
H352	2978.52	H353	2976.32	3004.26	27.94	15.00	15.20							15.20	15.2	0.785	1.83	144.74	24.37	0.6158	28.00	1.275	
H353	2976.32	H354	2974.11	3004.94	30.83	15.00	15.20							15.20	15.2	0.628	1.21	145.39	22.36	0.6158	28.00	1.020	
H354	2974.11	H355	2971.58	3005.49	33.91	15.00	15.20							15.20	15.2	0.471	0.71	166.45	19.50	0.6158	28.00	0.765	
H355	2971.58	H356	2969.04	3005.90	36.86	15.00	15.20							15.20	15.2	0.314	0.34	167.11	16.70	0.6158	28.00	0.510	

H356	2969.04	H357	2966.50	3006.17	39.67	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	167.11	12.83	0.6158	28.00	0.255
H346	2990.01	H358	2988.36	3002.32	13.96	15.00	15.10							15.10		15.1	3.297	3.59	109.27	44.55	1.8096	48.00	1.222
H358	2988.36	H359	2986.01	2999.01	13.00	15.00	15.20								15.20	15.2	1.570	6.60	154.61	31.29	0.6158	28.00	1.550
H359	2986.01	H360	2983.88	3000.30	16.42	15.00	15.20								15.20	15.2	1.413	5.43	140.13	30.67	0.6158	28.00	1.295
H360	2983.88	H361	2982.25	3001.50	19.25	15.00	15.10								15.10	15.1	1.256	4.34	107.95	30.94	0.6158	28.00	1.040
H361	2982.25	H362	2980.62	3002.54	21.92	15.00	15.10								15.10	15.1	1.099	3.39	107.95	29.41	0.6158	28.00	1.285
H362	2980.62	H363	2979.00	3003.47	24.47	15.00	15.10								15.10	15.1	0.942	2.55	107.28	27.77	0.6158	28.00	1.130
H363	2979.00	H364	2977.26	3004.27	27.01	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	115.23	25.54	0.6158	28.00	1.275
H364	2977.26	H365	2975.06	3004.94	29.88	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	144.74	22.39	0.6158	28.00	1.020
H365	2975.06	H366	2972.86	3005.49	32.63	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	144.74	20.07	0.6158	28.00	0.765
H366	2972.86	H367	2970.45	3005.90	35.45	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	158.55	16.88	0.6158	28.00	0.510
H367	2970.45	H368	2967.96	3006.17	38.21	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	163.82	12.88	0.6158	28.00	0.255
H358	2988.36	H369	2986.71	2999.06	12.35	15.00	15.10								15.10	15.1	1.570	6.55	109.27	33.60	0.6158	28.00	0.550
H369	2986.71	H370	2984.36	3000.30	15.94	15.00	15.20								15.20	15.2	1.413	5.43	154.61	30.06	0.6158	28.00	0.295
H370	2984.36	H371	2982.02	3001.47	19.45	15.00	15.20								15.20	15.2	1.256	4.37	153.95	28.77	0.6158	28.00	0.040
H371	2982.02	H372	2980.13	3002.54	22.41	15.00	15.10								15.10	15.1	1.099	3.39	125.17	28.53	0.6158	28.00	1.185
H372	2980.13	H373	2978.49	3003.47	24.98	15.00	15.10								15.10	15.1	0.942	2.55	108.61	27.70	0.6158	28.00	1.530
H373	2978.49	H374	2976.88	3004.27	27.39	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	106.62	25.95	0.6158	28.00	1.275
H374	2976.88	H375	2975.25	3004.95	29.70	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	107.95	23.78	0.6158	28.00	1.020
H375	2975.25	H376	2973.62	3005.49	31.87	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	107.95	21.31	0.6158	28.00	0.765
H376	2973.62	H377	2971.60	3005.90	34.30	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	133.77	17.48	0.6158	28.00	0.510
H377	2971.60	H378	2969.36	3006.17	36.81	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	147.37	13.17	0.6158	28.00	0.255
T15	2999.54	T16'	2988.04	2993.27	5.23	38.37	40.10					40.10				40.1	14.210	11.82	286.78	63.69	4.4179	75.00	1.216
T16'	2988.04	V15	2981.06	2997.05	15.99	40.88	41.50						41.50			41.5	6.437	8.38	168.19	52.59	3.1173	63.00	0.065
V15	2981.06	H379	2978.91	3003.54	24.63	12.06	12.30							12.30		12.3	6.437	2.48	174.80	52.17	3.1173	63.00	1.065
H379	2978.91	H380	2997.23	3001.24	4.01	15.00	23.70						23.70			23.7	6.280	4.57	773.00	38.09	3.1173	63.00	1.015

H380	2997.23	H381	2972.86	3001.21	28.35	15.00	28.60							28.60		28.6	2.669		4.60	852.10	26.97	1.8096	48.00	1.475
H381	2972.86	H382	2969.46	2988.73	19.27	15.00	15.40								15.40	15.4	2.512		15.94	220.78	34.77	0.6158	28.00	1.080
H382	2969.46	H383	2968.90	3001.53	32.63	15.00	15.00								15.00	15	1.256		4.31	37.33	38.48	0.6158	28.00	1.040
H383	2968.90	H384	2965.51	3002.47	36.96	15.00	15.40								15.40	15.4	1.099		3.45	220.13	25.41	0.6158	28.00	1.085
H384	2965.51	H385	2962.12	3003.41	41.29	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942		2.60	220.13	23.96	0.6158	28.00	1.230
H385	2962.12	H386	2958.72	3004.23	45.51	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785		1.85	220.78	22.34	0.6158	28.00	1.275
H386	2958.72	H387	2955.94	3004.93	48.99	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	181.70	21.36	0.6158	28.00	1.020
H387	2955.94	H388	2953.54	3005.49	51.95	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471		0.71	157.89	19.71	0.6158	28.00	0.765
H388	2953.54	H389	2951.15	3005.90	54.75	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314		0.34	157.24	16.91	0.6158	28.00	0.510
H389	2951.15	H390	2949.35	3006.17	56.82	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157		0.09	119.21	13.75	0.6158	28.00	0.255
H382	2969.46	H391	2966.06	3002.47	36.41	15.00	15.40								15.40	15.4	1.099		3.45	220.78	25.39	0.6158	28.00	1.085
H391	2966.06	H392	2962.67	3003.41	40.74	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942		2.60	220.13	23.96	0.6158	28.00	1.230
H392	2962.67	H393	2959.28	3004.23	44.95	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785		1.85	220.13	22.36	0.6158	28.00	1.275
H393	2959.28	H394	2956.77	3004.94	48.17	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628		1.21	165.13	21.79	0.6158	28.00	1.020
H394	2956.77	H395	2954.38	3005.49	51.11	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471		0.71	157.24	19.73	0.6158	28.00	0.765
H395	2954.38	H396	2951.98	3005.90	53.92	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314		0.34	157.89	16.89	0.6158	28.00	0.510
H396	2951.98	H397	2949.59	3006.17	56.58	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157		0.09	157.24	12.99	0.6158	28.00	0.255
H380	2997.23	H398	2975.30	2998.69	23.39	15.00	26.60							26.60		26.6	3.454		6.89	824.44	29.95	1.8096	48.00	1.209
H398	2975.30	H399	2972.60	2999.01	26.41	15.00	15.20								15.20	15.2	1.570		6.60	177.63	30.41	0.6158	28.00	0.550
H399	2972.60	H400	2969.89	3000.30	30.41	15.00	15.20								15.20	15.2	1.413		5.43	178.29	29.19	0.6158	28.00	1.295
H400	2969.89	H401	2966.62	3001.40	34.78	15.00	15.40								15.40	15.4	1.256		4.42	212.34	26.93	0.6158	28.00	1.040
H401	2966.62	H402	2963.23	3002.47	39.24	15.00	15.40								15.40	15.4	1.099		3.45	220.13	25.41	0.6158	28.00	1.085
H402	2963.23	H403	2959.99	3003.43	43.44	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942		2.58	211.76	24.15	0.6158	28.00	1.030
H403	2959.99	H404	2957.60	3004.26	46.66	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785		1.83	157.24	23.96	0.6158	28.00	1.275
H404	2957.60	H405	2955.20	3004.94	49.74	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628		1.21	157.89	21.99	0.6158	28.00	1.020
H405	2955.20	H406	2952.81	3005.49	52.68	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471		0.71	157.24	19.73	0.6158	28.00	0.765

H406	2952.81	H407	2950.42	3005.90	55.48	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	157.24	16.91	0.6158	28.00	0.510
H407	2950.42	H408	2948.02	3006.17	58.15	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	157.89	12.98	0.6158	28.00	0.255
H398	2975.30	H409	2974.38	2997.73	23.35	15.00	15.00								15.00	15	1.727	7.77	61.33	39.23	0.6158	28.00	1.005
H409	2974.38	H410	2971.67	2999.01	27.34	15.00	15.20								15.20	15.2	1.570	6.60	178.29	30.39	0.6158	28.00	0.550
H410	2971.67	H411	2968.97	3000.30	31.33	15.00	15.20								15.20	15.2	1.413	5.43	177.63	29.22	0.6158	28.00	0.295
H411	2968.97	H412	2966.26	3001.47	35.21	15.00	15.20								15.20	15.2	1.256	4.37	178.29	27.92	0.6158	28.00	0.040
H412	2966.26	H413	2963.56	3002.52	38.96	15.00	15.20								15.20	15.2	1.099	3.41	177.63	26.55	0.6158	28.00	1.185
H413	2963.56	H414	2960.82	3003.45	42.63	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	180.26	24.97	0.6158	28.00	1.030
H414	2960.82	H415	2958.42	3004.26	45.84	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	157.89	23.94	0.6158	28.00	1.275
H415	2958.42	H416	2956.03	3004.94	48.91	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	157.24	22.01	0.6158	28.00	1.020
H416	2956.03	H417	2953.64	3005.49	51.85	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	157.24	19.73	0.6158	28.00	0.765
H417	2953.64	H418	2951.15	3005.90	54.75	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	163.82	16.77	0.6158	28.00	0.510
H418	2951.15	H419	2948.86	3006.17	57.31	15.00	15.20								15.20	15.2	0.157	0.09	150.66	13.11	0.6158	28.00	0.255
T16'	2988.04	V15'	2989.89	2999.36	9.47	36.13	36.20					36.20				36.2	10.676	6.29	51.10	81.41	4.4179	75.00	2.417
V15'	2989.89	H420	2985.33	3003.27	17.94	15.00	15.70					15.70				15.7	10.676	2.73	290.45	56.98	4.4179	75.00	1.417
H420	2985.33	H421	2981.93	3003.41	21.48	15.00	15.40					15.40				15.4	10.519	2.60	220.78	59.94	4.4179	75.00	1.381
H421	2981.93	H422	2978.53	3003.49	24.96	15.00	15.40					15.40				15.4	10.362	2.53	220.78	59.60	4.4179	75.00	1.345
H422	2978.53	H423	2975.14	3000.22	25.08	15.00	15.40								15.40	15.4	1.413	5.50	220.13	27.96	0.6158	28.00	1.295
H423	2918.11	H424	2971.75	2988.67	16.92	15.00	55.70								55.70	55.7	1.256	16.00	963.02	19.74	0.6158	28.00	1.040
H424	2971.75	H425	2968.35	3002.47	34.12	15.00	15.40								15.40	15.4	1.099	3.45	220.78	25.39	0.6158	28.00	1.085
H425	2968.35	H426	2964.96	3003.41	38.45	15.00	15.40								15.40	15.4	0.942	2.60	220.13	23.96	0.6158	28.00	1.030
H426	2964.96	H427	2961.56	3004.23	42.67	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785	1.85	220.78	22.34	0.6158	28.00	1.275
H427	2961.56	H428	2958.16	3004.92	46.76	15.00	15.40								15.40	15.4	0.628	1.23	220.78	20.53	0.6158	28.00	1.020
H428	2958.16	H429	2955.11	3005.48	50.37	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	199.35	18.79	0.6158	28.00	0.765
H429	2955.11	H430	2952.88	3005.90	53.02	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	146.71	17.15	0.6158	28.00	0.510
H430	2952.88	H431	2951.92	3006.17	54.25	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	64.00	15.62	0.6158	28.00	0.255

H422	2978.53	H432	2977.98	3004.27	26.29	15.00	15.00						15.00				15	8.792		1.82	36.67	80.95	4.4179	75.00	1.090
H432	2977.98	H433	2974.58	3000.22	25.64	15.00	15.40								15.40	15.4	1.413		5.50	220.78	27.94	0.6158	28.00	1.295	
H433	2974.58	H434	2971.19	3001.40	30.21	15.00	15.40								15.40	15.4	1.256		4.42	220.13	26.73	0.6158	28.00	1.040	
H434	2971.19	H435	2967.79	3002.47	34.68	15.00	15.40								15.40	15.4	1.099		3.45	220.78	25.39	0.6158	28.00	1.085	
H435	2967.79	H436	2964.58	3003.43	38.85	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942		2.58	209.80	24.20	0.6158	28.00	1.230	
H436	2964.58	H437	2961.42	3004.24	42.82	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785		1.84	206.54	22.65	0.6158	28.00	1.275	
H437	2961.42	H438	2958.25	3004.93	46.68	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	207.19	20.80	0.6158	28.00	1.020	
H438	2958.25	H439	2955.21	3005.48	50.27	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471		0.72	198.69	18.80	0.6158	28.00	0.765	
H439	2955.21	H440	2954.49	3005.91	51.42	15.00	15.00								15.00	15	0.314		0.33	48.00	21.57	0.6158	28.00	0.510	
H440	2954.49	H441	2953.53	3006.17	52.64	15.00	15.00								15.00	15	0.157		0.09	64.00	15.62	0.6158	28.00	0.255	
H432	2977.98	H442	2978.89	3004.88	25.99	15.00	15.00					15.00				15	7.222		1.26	60.67	67.74	4.4179	75.00	1.035	
H442	2978.89	H443	2975.72	3004.91	29.19	15.00	15.30					15.30				15.3	7.065		1.24	207.19	52.20	4.4179	75.00	1.199	
H443	2975.72	H444	2972.55	3001.44	28.89	15.00	15.30								15.30	15.3	1.256		4.39	207.19	27.07	0.6158	28.00	1.040	
H444	2972.55	H445	2969.51	3002.49	32.98	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099		3.43	198.69	25.95	0.6158	28.00	1.085	
H445	2969.51	H446	2966.34	3003.43	37.09	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942		2.58	207.19	24.26	0.6158	28.00	1.030	
H446	2966.34	H447	2963.07	3004.23	41.16	15.00	15.40								15.40	15.4	0.785		1.85	212.34	22.52	0.6158	28.00	1.275	
H447	2963.07	H448	2960.00	3004.93	44.93	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	200.65	20.93	0.6158	28.00	1.020	
H448	2960.00	H449	2956.93	3005.48	48.55	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471		0.72	200.65	18.76	0.6158	28.00	0.765	
H449	2956.93	H450	2955.71	3005.91	50.20	15.00	15.00								15.00	15	0.314		0.33	81.33	19.36	0.6158	28.00	0.510	
H450	2955.71	H451	2955.13	3006.17	51.04	15.00	15.00								15.00	15	0.157		0.09	38.67	17.33	0.6158	28.00	0.255	
H443	2975.72	H452	2977.35	3003.63	26.28	15.00	15.10						15.10			15.1	5.652		2.40	107.95	54.82	3.1173	63.00	1.813	
H452	2977.35	H453	2974.18	3001.44	27.26	15.00	15.30								15.30	15.3	1.256		4.39	207.19	27.07	0.6158	28.00	1.040	
H453	2974.18	H454	2971.01	3002.49	31.48	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099		3.43	207.19	25.73	0.6158	28.00	1.085	
H454	2971.01	H455	2967.92	3003.43	35.51	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942		2.58	201.96	24.39	0.6158	28.00	1.030	
H455	2967.92	H456	2964.85	3004.24	39.39	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785		1.84	200.65	22.79	0.6158	28.00	1.275	
H456	2964.85	H457	2961.78	3004.93	43.15	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628		1.22	200.65	20.93	0.6158	28.00	1.020	

H457	2961.78	H458	2958.71	3005.48	46.77	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	200.65	18.76	0.6158	28.00	0.765
H458	2958.71	H459	2956.34	3005.90	49.56	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	155.92	16.94	0.6158	28.00	0.510
H459	2956.34	H460	2956.21	3006.17	49.96	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	8.67	23.56	0.6158	28.00	0.255
H452	2977.35	H461	2978.97	3004.72	25.75	15.00	15.10						15.10			15.1	4.239	1.41	107.28	49.20	3.1173	63.00	1.360
H461	2978.97	H462	2975.84	3000.26	24.42	15.00	15.30								15.30	15.3	1.413	5.46	204.58	28.38	0.6158	28.00	1.295
H462	2975.84	H463	2972.77	3001.44	28.67	15.00	15.30								15.30	15.3	1.256	4.39	200.65	27.25	0.6158	28.00	1.040
H463	2972.77	H464	2969.70	3002.49	32.79	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099	3.43	200.65	25.90	0.6158	28.00	1.085
H464	2969.70	H465	2966.62	3003.43	36.81	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942	2.58	201.31	24.41	0.6158	28.00	1.030
H465	2966.62	H466	2963.56	3004.24	40.68	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785	1.84	200.00	22.80	0.6158	28.00	1.275
H466	2963.56	H467	2960.48	3004.93	44.45	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	201.31	20.92	0.6158	28.00	1.020
H467	2960.48	H468	2957.41	3005.48	48.07	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	200.65	18.76	0.6158	28.00	0.765
H468	2957.41	H469	2956.84	3005.91	49.07	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	38.00	22.63	0.6158	28.00	0.510
H469	2956.84	H470	2956.71	3006.17	49.46	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	8.67	23.56	0.6158	28.00	0.255
H461	2978.97	H471	2980.77	2987.03	6.26	15.00	15.10								15.10	15.1	2.669	17.49	119.21	40.38	0.6158	28.00	1.335
H471	2980.77	H472	2977.62	3001.44	23.82	15.00	15.30								15.30	15.3	1.256	4.39	205.88	27.10	0.6158	28.00	1.040
H472	2977.62	H473	2974.55	3002.49	27.94	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099	3.43	200.65	25.90	0.6158	28.00	1.085
H473	2974.55	H474	2971.47	3003.43	31.96	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942	2.58	201.31	24.41	0.6158	28.00	1.030
H474	2971.47	H475	2968.41	3004.24	35.83	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785	1.84	200.00	22.80	0.6158	28.00	1.275
H475	2968.41	H476	2965.33	3004.93	39.60	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	201.31	20.92	0.6158	28.00	1.020
H476	2965.33	H477	2962.26	3005.48	43.22	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	200.65	18.76	0.6158	28.00	0.765
H477	2962.26	H478	2959.19	3005.90	46.71	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314	0.34	200.65	16.08	0.6158	28.00	0.510
H478	2959.19	H479	2957.46	3006.17	48.71	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	114.57	13.86	0.6158	28.00	0.255
H471	2980.77	H480	2982.46	3001.50	19.04	15.00	15.10								15.10	15.1	1.256	4.34	111.92	30.72	0.6158	28.00	1.040
H480	2982.46	H481	2979.40	3002.49	23.09	15.00	15.30								15.30	15.3	1.099	3.43	200.00	25.91	0.6158	28.00	1.085
H481	2979.40	H482	2976.32	3003.43	27.11	15.00	15.30								15.30	15.3	0.942	2.58	201.31	24.41	0.6158	28.00	1.030
H482	2976.32	H483	2973.25	3004.24	30.99	15.00	15.30								15.30	15.3	0.785	1.84	200.65	22.79	0.6158	28.00	1.275

H483	2973.25	H484	2970.18	3004.93	34.75	15.00	15.30								15.30	15.3	0.628	1.22	200.65	20.93	0.6158	28.00	1.020
H484	2970.18	H485	2967.11	3005.48	38.37	15.00	15.30								15.30	15.3	0.471	0.72	200.65	18.76	0.6158	28.00	0.765
H485	2967.11	H486	2964.04	3005.90	41.86	15.00	15.30								15.30	15.3	0.314	0.34	200.65	16.08	0.6158	28.00	0.510
H486	2964.04	H487	2960.97	3006.17	45.20	15.00	15.30								15.30	15.3	0.157	0.09	200.65	12.36	0.6158	28.00	0.255
T14	2996.73	T16	2962.25	3002.13	39.88	121.20	126.00			126.00						126	14.210	3.76	273.65	64.30	9.5033	110.00	1.495
T16	2962.25	V16	2961.90	3003.53	41.63	8.19	8.20						8.20			8.2	3.768	2.50	42.68	56.85	1.8096	48.00	1.082
V16	2961.90	H488	2961.65	2999.52	37.87	2.80	2.80								2.80	2.8	3.768	6.14	89.29	48.86	0.6158	28.00	1.119
H488	2961.65	H489	2958.23	3005.54	47.31	30.00	30.20								30.20	30.2	0.314	0.67	113.25	18.09	0.6158	28.00	0.510
H489	2958.23	H490	2957.45	3006.17	48.72	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	52.00	16.31	0.6158	28.00	0.255
H488	2961.65	H491	2960.06	3004.34	44.28	30.00	30.00					30.00				30	3.297	1.76	53.00	51.69	3.1173	63.00	1.058
H491	2960.06	H492	2960.69	3002.69	42.00	15.00	15.00						15.00			15	3.140	3.26	42.00	53.22	1.8096	48.00	1.035
H492	2960.69	H493	2961.32	2982.79	21.47	15.00	15.00								15.00	15	2.983	21.34	42.00	52.19	0.6158	28.00	1.044
H493	2961.32	H494	2961.94	3003.49	41.55	15.00	15.00								15.00	15	0.942	2.53	41.33	33.78	0.6158	28.00	1.030
H494	2961.94	H495	2962.54	3004.28	41.74	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	40.00	31.73	0.6158	28.00	1.275
H495	2962.54	H496	2963.15	3004.96	41.81	15.00	15.00								15.00	15	0.628	1.20	40.67	29.05	0.6158	28.00	1.020
H496	2963.15	H497	2964.80	3005.49	40.69	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	109.27	21.26	0.6158	28.00	0.765
H497	2964.80	H498	2966.51	3005.90	39.39	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	113.25	18.09	0.6158	28.00	0.510
H498	2966.51	H499	2968.21	3006.17	37.96	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	112.58	13.91	0.6158	28.00	0.255
H493	2961.32	H500	2963.98	2996.10	32.12	15.00	15.20								15.20	15.2	1.884	9.24	175.00	32.69	0.6158	28.00	1.060
H500	2963.98	H501	2964.61	2997.73	33.12	15.00	15.00								15.00	15	1.727	7.77	42.00	42.40	0.6158	28.00	1.005
H501	2964.61	H502	2965.24	2999.11	33.87	15.00	15.00								15.00	15	1.570	6.51	42.00	40.89	0.6158	28.00	1.050
H502	2965.24	H503	2965.79	3004.96	39.17	15.00	15.00								15.00	15	0.628	1.20	36.67	29.68	0.6158	28.00	1.020
H503	2965.79	H504	2967.51	3005.49	37.98	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	113.91	21.08	0.6158	28.00	0.765
H504	2967.51	H505	2969.24	3005.90	36.66	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	114.57	18.04	0.6158	28.00	0.510
H505	2969.24	H506	2970.97	3006.17	35.20	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	114.57	13.86	0.6158	28.00	0.255
H502	2965.24	H507	2967.91	3004.26	36.35	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	175.66	23.42	0.6158	28.00	1.275

H507	2967.9 1	H508	2968.24	3004.96	36.72	15.00	15.00									15.00	15	0.628	1.20	22.00	32.96	0.6158	28.00	1.020
H508	2968.24	H509	2969.97	3005.49	35.52	15.00	15.10									15.10	15.1	0.471	0.71	114.57	21.05	0.6158	28.00	0.765
H509	2969.97	H510	2971.29	3005.90	34.61	15.00	15.10									15.10	15.1	0.314	0.33	87.42	19.08	0.6158	28.00	0.510
H510	2971.29	H511	2973.43	3006.17	32.74	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	140.79	13.29	0.6158	28.00	0.255
T16	2962.25	T17	2959.05	3004.96	45.91	17.01	17.30				17.30						17.3	10.442	1.19	184.97	61.99	6.3617	90.00	1.041
T17	2959.05	T18	2955.86	3003.55	47.69	35.99	36.10				36.10						36.1	10.442	2.48	88.37	72.14	6.3617	90.00	1.641
T18	2955.86	V17	2955.52	2981.19	25.67	10.35	10.40									10.40	10.4	3.768	22.80	32.69	60.05	0.6158	28.00	1.119
V17	2955.52	H512	2953.15	2972.03	18.88	13.98	14.20									14.20	14.2	3.768	31.13	166.90	42.97	0.6158	28.00	1.119
H512	2953.15	H513	2954.21	3006.17	51.96	15.00	15.00									15.00	15	0.157	0.09	70.67	15.31	0.6158	28.00	0.255
H512	2953.15	H514	2950.62	2975.07	24.45	15.00	15.20									15.20	15.2	3.454	28.37	166.45	41.59	0.6158	28.00	0.609
H514	2950.62	H515	2951.73	2978.02	26.29	15.00	15.00									15.00	15	3.297	25.68	74.00	48.26	0.6158	28.00	1.354
H515	2951.73	H516	2952.80	2980.46	27.66	15.00	15.00									15.00	15	3.140	23.47	71.33	47.73	0.6158	28.00	1.099
H516	2952.80	H517	2954.13	3006.17	52.04	15.00	15.10									15.10	15.1	0.157	0.09	88.08	14.63	0.6158	28.00	0.255
H516	2954.13	H518	2950.54	2984.46	33.92	15.00	15.40									15.40	15.4	2.826	19.83	233.12	35.96	0.6158	28.00	4.589
H518	2950.54	H519	2952.18	2987.03	34.85	15.00	15.10									15.10	15.1	2.669	17.49	108.61	41.16	0.6158	28.00	1.335
H519	2952.18	H520	2954.49	2988.96	34.47	15.00	15.20									15.20	15.2	2.512	15.74	151.97	37.54	0.6158	28.00	1.080
H520	2954.49	H521	2956.81	3006.17	49.36	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	152.63	13.07	0.6158	28.00	0.255
H520	2954.49	H522	2952.68	2992.84	40.16	15.00	15.10									15.10	15.1	2.198	12.21	119.87	37.47	0.6158	28.00	0.570
H522	2952.68	H523	2955.00	3005.49	50.49	15.00	15.20									15.20	15.2	0.471	0.71	152.63	19.85	0.6158	28.00	0.765
H523	2955.00	H524	2957.30	3005.90	48.60	15.00	15.20									15.20	15.2	0.314	0.34	151.32	17.04	0.6158	28.00	0.510
H524	2957.30	H525	2959.57	3006.17	46.60	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	149.34	13.13	0.6158	28.00	0.255
H522	2952.68	H526	2950.85	2999.06	48.21	15.00	15.10									15.10	15.1	1.570	6.55	121.19	32.89	0.6158	28.00	0.550
H526	2950.85	H527	2953.00	3000.30	47.30	15.00	15.20									15.20	15.2	1.413	5.43	141.45	30.61	0.6158	28.00	1.295
H527	2953.00	H528	2955.67	3005.90	50.23	15.00	15.20									15.20	15.2	0.314	0.34	175.66	16.53	0.6158	28.00	0.510
H528	2955.67	H529	2957.82	3006.17	48.35	15.00	15.20									15.20	15.2	0.157	0.09	141.45	13.28	0.6158	28.00	0.255
H527	2953.00	H530	2951.34	3003.47	52.13	15.00	15.10									15.10	15.1	0.942	2.55	109.93	27.63	0.6158	28.00	1.030

H530	2951.34	H531	2953.90	3004.26	50.36	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	168.42	23.62	0.6158	28.00	1.275
H531	2953.90	H532	2956.36	3004.94	48.58	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	161.84	21.88	0.6158	28.00	1.020
H532	2956.36	H533	2959.67	3006.17	46.50	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	214.94	12.18	0.6158	28.00	0.255
H532	2956.36	H534	2955.19	3005.91	50.72	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	78.00	19.53	0.6158	28.00	0.510
H534	2955.19	H535	2958.71	3006.17	47.46	15.00	15.40								15.40	15.4	0.157	0.09	228.57	12.03	0.6158	28.00	0.255
T18	2955.86	V18	2947.71	2995.04	47.33	46.59	47.30						47.30			47.3	6.674	10.21	172.30	53.05	3.1173	63.00	1.141
V18	2947.71	H536	2944.19	2999.01	54.82	21.42	21.70						21.70			21.7	3.768	6.60	162.21	43.22	1.8096	48.00	1.082
H536	2944.19	H537	2941.98	3004.26	62.28	15.00	15.20								15.20	15.2	0.785	1.83	145.39	24.35	0.6158	28.00	1.275
H537	2941.98	H538	2939.87	3004.95	65.08	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	139.74	22.55	0.6158	28.00	1.020
H538	2939.87	H539	2937.88	3005.49	67.61	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	131.79	20.46	0.6158	28.00	0.765
H539	2937.88	H540	2935.90	3005.90	70.00	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	131.13	17.55	0.6158	28.00	0.510
H540	2935.90	H541	2933.92	3006.17	72.25	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	131.13	13.49	0.6158	28.00	0.255
H541	2933.92	H542	2945.55	2979.36	33.81	15.00	19.00								19.00	19	2.826	24.46	612.11	29.50	0.6158	28.00	1.589
H542	2945.55	H543	2943.51	2987.03	43.52	15.00	15.10								15.10	15.1	2.669	17.49	135.10	39.36	0.6158	28.00	1.335
H543	2943.51	H544	2941.53	3004.27	62.74	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	131.13	24.87	0.6158	28.00	1.275
H544	2941.53	H545	2939.55	3004.95	65.40	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	131.13	22.84	0.6158	28.00	1.020
H545	2939.55	H546	2937.57	3005.49	67.92	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	131.13	20.48	0.6158	28.00	0.765
H546	2937.57	H547	2935.71	3005.90	70.19	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	123.18	17.78	0.6158	28.00	0.510
H547	2935.71	H548	2934.19	3006.17	71.98	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	100.66	14.24	0.6158	28.00	0.255
H543	2943.51	H549	2945.18	2997.67	52.49	15.00	15.10								15.10	15.1	1.727	7.82	110.60	34.75	0.6158	28.00	1.805
H549	2945.18	H550	2943.19	2999.06	55.87	15.00	15.10								15.10	15.1	1.570	6.55	131.79	32.33	0.6158	28.00	1.550
H550	2943.19	H551	2941.27	3004.95	63.68	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	127.15	22.99	0.6158	28.00	1.020
H551	2941.27	H552	2939.75	3005.49	65.74	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	100.66	21.62	0.6158	28.00	0.765
H552	2939.75	H553	2938.22	3005.90	67.68	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	101.32	18.51	0.6158	28.00	0.510
H553	2938.22	H554	2936.70	3006.17	69.47	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	100.66	14.24	0.6158	28.00	0.255
H550	2943.19	H555	2945.30	3004.27	58.97	15.00	15.10								15.10	15.1	0.785	1.82	139.74	24.54	0.6158	28.00	1.275

H555	2945.30	H556	2943.78	3004.95	61.17	15.00	15.10								15.10	15.1	0.628	1.20	100.66	24.12	0.6158	28.00	1.020
H556	2943.78	H557	2942.26	3005.49	63.23	15.00	15.10								15.10	15.1	0.471	0.71	100.66	21.62	0.6158	28.00	0.765
H557	2942.26	H558	2940.74	3005.90	65.16	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	100.66	18.53	0.6158	28.00	0.510
H558	2940.74	H559	2939.24	3006.17	66.93	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	99.34	14.28	0.6158	28.00	0.255
H556	2943.78	H560	2946.29	3005.90	59.61	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	165.13	16.74	0.6158	28.00	0.510
H560	2946.29	H561	2944.77	3006.17	61.40	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	100.66	14.24	0.6158	28.00	0.255
T17	2959.05	CRP-T7.N°04	2955.01	3005.53	50.52	22.10	22.50			22.50						22.5	14.210	0.67	179.56	70.12	9.5033	110.00	1.395
CRP-T7.N°04	2955.01	T19	2932.74	2950.47	17.73	136.24	138.00			138.00						138	14.210	4.12	161.38	71.67	9.5033	110.00	1.295
T19	2932.74	V19	2931.89	2953.81	21.92	12.90	12.90					12.90				12.9	7.222	1.09	65.89	66.60	4.4179	75.00	12635
V19	2931.89	H562	2931.52	2954.78	23.26	2.43	2.50					2.50				2.5	7.222	0.21	148.00	56.40	4.4179	75.00	1.235
H562	2931.52	H563	2928.93	2953.68	24.75	15.00	15.20								15.20	15.2	0.628	1.21	170.39	21.65	0.6158	28.00	1.020
H563	2928.93	H564	2926.35	2954.23	27.88	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	169.74	19.42	0.6158	28.00	0.765
H563	2928.93	H565	2929.16	2954.65	25.49	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	15.33	27.27	0.6158	28.00	0.510
H565	2929.16	H566	2929.77	2954.91	25.14	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	40.67	17.15	0.6158	28.00	0.255
H562	2931.52	H567	2931.82	2953.89	22.07	15.00	15.00					15.00				15	6.437	1.02	20.00	81.43	4.4179	75.00	1.457
H567	2931.82	H568	2932.43	2933.77	1.34	15.00	15.00								15.00	15	2.826	19.31	40.67	51.47	0.6158	28.00	1.589
H568	2932.43	H569	2933.43	2935.90	2.47	15.00	15.00								15.00	15	2.669	17.37	66.67	45.50	0.6158	28.00	1.335
H569	2933.43	H570	2934.94	2937.81	2.87	15.00	15.10								15.10	15.1	2.512	15.63	100.00	40.91	0.6158	28.00	1.080
H570	2934.94	H571	2936.47	2939.75	3.28	15.00	15.10								15.10	15.1	2.355	13.87	101.32	39.81	0.6158	28.00	0.825
H571	2936.47	H572	2934.01	2951.26	17.25	15.00	15.20								15.20	15.2	1.099	3.41	161.84	27.07	0.6158	28.00	1.085
H572	2934.01	H573	2934.73	2952.23	17.50	15.00	15.00								15.00	15	0.942	2.53	48.00	32.76	0.6158	28.00	1.030
H573	2934.73	H574	2933.99	2953.02	19.03	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	49.33	30.39	0.6158	28.00	1.275
H574	2933.99	H575	2934.08	2953.70	19.62	15.00	15.00								15.00	15	0.628	1.20	6.00	43.03	0.6158	28.00	1.020
H575	2934.08	H576	2934.39	2954.24	19.85	15.00	15.00								15.00	15	0.471	0.70	20.67	29.92	0.6158	28.00	0.765
H576	2934.39	H577	2934.69	2954.65	19.96	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	20.00	25.82	0.6158	28.00	0.510
H577	2934.69	H578	2935.00	2954.91	19.91	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	20.67	19.71	0.6158	28.00	0.255

H571	2936.47	H579	2937.11	2951.31	14.20	15.00	15.00									15.00	15	1.099	3.37	42.67	35.59	0.6158	28.00	1.085
H579	2937.11	H580	2936.37	2952.23	15.86	15.00	15.00									15.00	15	0.942	2.53	49.33	32.58	0.6158	28.00	1.130
H580	2936.37	H581	2936.16	2953.02	16.86	15.00	15.00									15.00	15	0.785	1.81	14.00	39.36	0.6158	28.00	1.275
H581	2936.16	H582	2936.49	2953.70	17.21	15.00	15.00									15.00	15	0.628	1.20	22.00	32.96	0.6158	28.00	1.020
H582	2936.49	H583	2936.78	2954.24	17.46	15.00	15.00									15.00	15	0.471	0.70	19.33	30.34	0.6158	28.00	0.765
H583	2936.78	H584	2937.09	2954.65	17.56	15.00	15.00									15.00	15	0.314	0.33	20.67	25.65	0.6158	28.00	0.510
H584	2937.09	H585	2936.09	2954.91	18.82	15.00	15.00									15.00	15	0.157	0.09	66.67	15.49	0.6158	28.00	0.255
H567	2931.82	H586	2934.48	2950.68	16.20	15.00	15.20							15.20			15.2	3.454	3.94	175.00	41.17	1.8096	48.00	1.109
H586	2934.48	H587	2935.10	2947.85	12.75	15.00	15.00									15.00	15	1.570	6.51	41.33	41.02	0.6158	28.00	0.550
H587	2935.10	H588	2935.87	2949.12	13.25	15.00	15.00									15.00	15	1.413	5.36	51.33	37.70	0.6158	28.00	0.295
H588	2935.87	H589	2937.40	2950.24	12.84	15.00	15.10									15.10	15.1	1.256	4.34	101.32	31.35	0.6158	28.00	1.040
H589	2937.40	H590	2938.91	2951.28	12.37	15.00	15.10									15.10	15.1	1.099	3.39	100.00	29.88	0.6158	28.00	0.785
H590	2938.91	H591	2939.49	2952.23	12.74	15.00	15.00									15.00	15	0.942	2.53	38.67	34.25	0.6158	28.00	0.530
H591	2939.49	H592	2938.75	2953.02	14.27	15.00	15.00									15.00	15	0.785	1.81	49.33	30.39	0.6158	28.00	1.275
H592	2938.75	H593	2938.25	2953.70	15.45	15.00	15.00									15.00	15	0.628	1.20	33.33	30.26	0.6158	28.00	1.020
H593	2938.25	H594	2938.56	2954.24	15.68	15.00	15.00									15.00	15	0.471	0.70	20.67	29.92	0.6158	28.00	0.765
H594	2938.56	H595	2938.87	2954.65	15.78	15.00	15.00									15.00	15	0.314	0.33	20.67	25.65	0.6158	28.00	0.510
H595	2938.87	H596	2939.17	2954.91	15.74	15.00	15.00									15.00	15	0.157	0.09	20.00	19.84	0.6158	28.00	0.255
H586	2934.48	H597	2937.14	2946.35	9.21	15.00	15.20									15.20	15.2	1.727	7.87	175.00	31.63	0.6158	28.00	0.805
H597	2937.14	H598	2937.76	2947.85	10.09	15.00	15.00									15.00	15	1.570	6.51	41.33	41.02	0.6158	28.00	1.050
H598	2937.76	H599	2938.38	2953.02	14.64	15.00	15.00									15.00	15	0.785	1.81	41.33	31.52	0.6158	28.00	1.275
H599	2938.38	H600	2939.85	2953.69	13.84	15.00	15.10									15.10	15.1	0.628	1.20	97.35	24.28	0.6158	28.00	1.020
H600	2939.85	H601	2941.36	2954.23	12.87	15.00	15.10									15.10	15.1	0.471	0.71	100.00	21.65	0.6158	28.00	0.765
H601	2941.36	H602	2941.87	2954.65	12.78	15.00	15.00									15.00	15	0.314	0.33	34.00	23.16	0.6158	28.00	0.510
H602	2941.87	H603	2941.13	2954.91	13.78	15.00	15.00									15.00	15	0.157	0.09	49.33	16.48	0.6158	28.00	0.255
H598	2937.76	H604	2940.42	2953.68	13.26	15.00	15.20									15.20	15.2	0.628	1.21	175.00	21.53	0.6158	28.00	1.020

H604	2940.42	H605	2941.04	2954.24	13.20	15.00	15.00								15.00	15	0.471	0.70	41.33	25.95	0.6158	28.00	0.765	
H605	2941.04	H606	2942.29	2954.64	12.35	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	82.78	19.29	0.6158	28.00	0.510	
H606	2942.29	H607	2943.81	2954.91	11.10	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	100.66	14.24	0.6158	28.00	0.255	
T19	2932.74	T20	2929.56	2950.12	20.56	18.68	18.90						18.90			18.9	6.988	4.44	168.25	54.25	3.1173	63.00	1.242	
T20	2929.56	V20	2928.39	2950.46	22.07	14.35	14.40								14.40	14.4	1.256	4.14	81.25	32.80	0.6158	28.00	1.040	
V20	2928.39	H608	2926.50	2950.46	23.96	14.32	14.40								14.40	14.4	1.256	4.14	131.25	29.73	0.6158	28.00	1.040	
H608	2926.50	H609	2923.98	2951.26	27.28	15.00	15.20								15.20	15.2	1.099	3.41	165.79	26.93	0.6158	28.00	1.085	
H609	2923.98	H610	2923.40	2954.24	30.84	15.00	15.00								15.00	15	0.471	0.70	38.67	26.31	0.6158	28.00	0.765	
H610	2923.40	H611	2920.87	2954.64	33.77	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	166.45	16.71	0.6158	28.00	0.510	
H611	2920.87	H612	2919.29	2954.91	35.62	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	104.64	14.12	0.6158	28.00	0.255	
H609	2923.98	H613	2921.45	2954.23	32.78	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	166.45	19.50	0.6158	28.00	0.765	
H613	2921.45	H614	2919.73	2954.64	34.91	15.00	15.10								15.10	15.1	0.314	0.33	113.91	18.07	0.6158	28.00	0.510	
H614	2919.73	H615	2918.62	2954.91	36.29	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	74.00	15.17	0.6158	28.00	0.255	
T20	2929.56	T21	2923.54	2948.61	25.07	35.23	35.70						35.70			35.7	5.732	5.82	168.63	50.29	3.1173	63.00	1.039	
T21	2923.54	V21	2923.65	2947.85	24.20	15.00	15.00								15.00	15	1.570	6.51	7.33	58.51	0.6158	28.00	1.050	
V21	2923.65	H616	2921.82	2948.57	26.75	13.36	13.50								13.50	13.5	1.570	5.86	135.56	32.15	0.6158	28.00	0.550	
H616	2921.82	H617	2919.65	2954.64	34.99	15.00	15.20								15.20	15.2	0.314	0.34	142.76	17.25	0.6158	28.00	0.510	
H617	2919.65	H618	2918.75	2954.91	36.16	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	60.00	15.83	0.6158	28.00	0.255	
H616	2921.82	H619	2920.45	2954.91	34.46	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	90.73	14.54	0.6158	28.00	0.255	
H616	2921.82	H620	2924.04	2952.19	28.15	15.00	15.20								15.20	15.2	0.942	2.56	146.05	26.07	0.6158	28.00	1.030	
H620	2924.04	H621	2923.21	2953.02	29.81	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	55.33	29.69	0.6158	28.00	1.275	
H621	2923.21	H622	2922.99	2954.91	31.92	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	14.67	21.14	0.6158	28.00	0.255	
H621	2923.21	H623	2925.93	2954.23	28.30	15.00	15.20								15.20	15.2	0.471	0.71	178.95	19.21	0.6158	28.00	0.765	
H623	2925.93	H624	2925.88	2954.65	28.77	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	3.33	37.31	0.6158	28.00	0.510	
H624	2925.88	H625	2925.67	2954.91	29.24	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	14.00	21.35	0.6158	28.00	0.255	
T21	2923.54	V22	2918.03	2944.28	26.25	52.72	53.00						53.00			53	6.123	9.75	103.96	56.95	3.1173	63.00	1.064	

V22	2918.03	H626	2916.62	2950.53	33.91	23.12	23.20						23.20			23.2	5.966		4.07	60.78	62.97	3.1173	63.00	1.014
H626	2916.62	H627	2917.50	2939.85	22.35	15.00	15.00							15.00	15	2.355		13.78	58.67	44.54	0.6158	28.00	0.825	
H627	2917.50	H628	2918.84	2946.41	27.57	15.00	15.10							15.10	15.1	1.727		7.82	88.74	36.36	0.6158	28.00	0.805	
H628	2918.84	H629	2920.18	2951.28	31.10	15.00	15.10							15.10	15.1	1.099		3.39	88.74	30.62	0.6158	28.00	1.085	
H629	2920.18	H630	2921.52	2954.23	32.71	15.00	15.10							15.10	15.1	0.471		0.71	88.74	22.19	0.6158	28.00	0.765	
H630	2921.52	H631	2920.26	2954.64	34.38	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	83.44	19.26	0.6158	28.00	0.510	
H631	2920.26	H632	2918.35	2954.91	36.56	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	126.49	13.59	0.6158	28.00	0.255	
H629	2920.18	H633	2918.92	2954.23	35.31	15.00	15.10							15.10	15.1	0.471		0.71	83.44	22.47	0.6158	28.00	0.765	
H633	2918.92	H634	2917.66	2954.64	36.98	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	83.44	19.26	0.6158	28.00	0.510	
H634	2917.66	H635	2916.40	2954.91	38.51	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	83.44	14.80	0.6158	28.00	0.255	
H628	2918.84	H636	2917.58	2954.23	36.65	15.00	15.10							15.10	15.1	0.471		0.71	83.44	22.47	0.6158	28.00	0.765	
H636	2917.58	H637	2916.32	2954.64	38.32	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	83.44	19.26	0.6158	28.00	0.510	
H637	2916.32	H638	2915.06	2954.91	39.85	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	83.44	14.80	0.6158	28.00	0.255	
H627	2917.50	H639	2916.24	2954.23	37.99	15.00	15.10							15.10	15.1	0.471		0.71	83.44	22.47	0.6158	28.00	0.765	
H639	2916.24	H640	2914.98	2954.64	39.66	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	83.44	19.26	0.6158	28.00	0.510	
H640	2914.98	H641	2913.72	2954.91	41.19	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	83.44	14.80	0.6158	28.00	0.255	
H626	2916.62	H642	2915.26	2953.69	38.43	15.00	15.10							15.10	15.1	0.628		1.20	90.07	24.68	0.6158	28.00	1.020	
H642	2915.26	H643	2913.90	2954.23	40.33	15.00	15.10							15.10	15.1	0.471		0.71	90.07	22.12	0.6158	28.00	0.765	
H643	2913.90	H644	2912.54	2954.64	42.10	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	90.07	18.96	0.6158	28.00	0.510	
H644	2912.54	H645	2911.17	2954.91	43.74	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	90.73	14.54	0.6158	28.00	0.255	
H626	2916.62	H646	2916.83	2931.53	14.70	15.00	15.00							15.00	15	2.983		21.34	14.00	65.40	0.6158	28.00	0.844	
H646	2916.83	H647	2913.64	2953.67	40.03	15.00	15.30							15.30	15.3	0.628		1.22	208.50	20.77	0.6158	28.00	1.020	
H647	2913.64	H648	2914.31	2954.24	39.93	15.00	15.00							15.00	15	0.471		0.70	44.67	25.54	0.6158	28.00	0.765	
H648	2914.31	H649	2912.95	2954.64	41.69	15.00	15.10							15.10	15.1	0.314		0.33	90.07	18.96	0.6158	28.00	0.510	
H649	2912.95	H650	2911.59	2954.91	43.32	15.00	15.10							15.10	15.1	0.157		0.09	90.07	14.57	0.6158	28.00	0.255	
H646	2916.83	H651	2916.85	2941.67	24.82	15.00	15.00							15.00	15	2.198		12.13	1.33	94.36	0.6158	28.00	0.570	

H651	2916.85	H652	2915.66	2943.38	27.72	15.00	15.00								15.00	15	2.041	10.58	79.33	39.65	0.6158	28.00	0.315
H652	2915.66	H653	2914.47	2954.24	39.77	15.00	15.00								15.00	15	0.471	0.70	79.33	22.70	0.6158	28.00	0.765
H653	2914.47	H654	2913.28	2954.65	41.37	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	79.33	19.46	0.6158	28.00	0.510
H654	2913.28	H655	2912.01	2954.91	42.90	15.00	15.10								15.10	15.1	0.157	0.09	84.11	14.77	0.6158	28.00	0.255
H652	2915.66	H656	2915.70	2949.12	33.42	15.00	15.00								15.00	15	1.413	5.36	2.67	69.19	0.6158	28.00	1.295
H656	2915.70	H657	2914.50	2950.27	35.77	15.00	15.00								15.00	15	1.256	4.31	80.00	32.91	0.6158	28.00	1.040
H657	2914.50	H658	2913.31	2951.31	38.00	15.00	15.00								15.00	15	1.099	3.37	79.33	31.33	0.6158	28.00	1.285
H658	2913.31	H659	2912.12	2954.91	42.79	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	79.33	14.95	0.6158	28.00	0.255
H658	2913.31	H660	2913.34	2953.02	39.68	15.00	15.00								15.00	15	0.785	1.81	2.00	58.70	0.6158	28.00	1.275
H660	2913.34	H661	2912.15	2953.70	41.55	15.00	15.00								15.00	15	0.628	1.20	79.33	25.33	0.6158	28.00	1.020
H661	2912.15	H662	2910.96	2954.91	43.95	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	79.33	14.95	0.6158	28.00	0.255
H661	2912.15	H663	2912.18	2954.65	42.47	15.00	15.00								15.00	15	0.314	0.33	2.00	41.43	0.6158	28.00	0.510
H663	2912.18	H664	2910.99	2954.91	43.92	15.00	15.00								15.00	15	0.157	0.09	79.33	14.95	0.6158	28.00	0.255

Fuente: Elaboración propia