REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e ingeniería Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y MEJORAMIENTO HIDRÁULICO –ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO YANACOLLPA DE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA, PROVINCIA DE ESPINAR, DEPARTAMENTO DE CUSCO

Tesis presentada por la Bachiller:

Cárdenas Umiyauri, Verónica

Para optar por el Título Profesional de:

Ingeniera Civil

Asesor:

Ing. Arroyo Ambia, Arturo Félix

Arequipa – Perú

2023

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 12 de Julio del 2022

Dictamen: 000436-C-EPIC-2022

Visto el borrador del expediente 000436, presentado por:

2013243652 - CARDENAS UMIYAURI VERONICA

Titulado:

ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y MEJORAMIENTO HIDRÁULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO YANACOLLPA DE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA, PROVINCIA DE ESPINAR, DEPARTAMENTO DE CUSCO

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1783 - HIDALGO VALDIVIA ALEJANDRO VICTOR
DICTAMINADOR

1950 - ARROYO AMBIA ARTURO FELIX
DICTAMINADOR

2766 - ROSAS ESPINOZA JORGE
DICTAMINADOR

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Dedicatoria

A Dios por cuidar de mí, bendecirme con salud, sabiduría y fuerzas para seguir batallando día tras día.

A mi papito Andrés por su ejemplo de disciplina, superación y capacidad de salir adelante; así como los principios y valores que me inculca con cariño para convertirme en una mujer valiente, eres el mejor.

A mi mamá Felicitas por su amor incondicional que me empuja a ser una persona de bien, a sus esfuerzos invaluables por darme la oportunidad de forjarme un futuro diferente y apoyarme con vehemencia en cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos Rodrigo y Joaquín por creer en mí, su apoyo diario y ser una inspiración para mí.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Agradecimiento

Al ingeniero Arturo Arroyo por su asesoramiento en esta tesis y sus valiosos conocimientos compartidos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

Espinar es un distrito con intensas precipitaciones en la temporada de lluvia y tiene un clima seco en los demás meses, aprovechando los recursos hídricos y realizando un correcto manejo de ellos pueden potenciar las actividades pecuarias.

En el presente trabajo se tiene como punto de partida la lluvia máxima en 24 horas Pmax 24h, brindado por la SENAMHI de su base de datos, a partir de este registro se distribuirá la lluvia en un tiempo de tormenta de 5h por cada 10 minutos, esto por tres métodos Iila Senamhi, SCS y Dick Peaschke, finalmente se obtendrá un hietograma de precipitación que se ingresará al software HEC-HMS para determinar un caudal de diseño.

Luego se analiza los cultivos que se siembran en esta zona y se hace el balance hídrico para una cedula de cultivo definido, que para nuestro caso es la diferencia del caudal permitido por la ANA para este sector de riego Yanacollpa y el caudal de demanda, obteniendo un caudal de riego requerido para el desarrollo de los sembríos en todo el ciclo vegetativo.

Con estos dos datos básico se puede diseñar los componentes básicos de una toma, que comprende una azud, un barraje móvil, una ventana de captación, un desripiador, una transición y el canal de derivación, así como el mejoramiento o replanteo del canal de regadío.

Palabras clave: Precipitación máxima en 24h, caudal de diseño, balance hídrico, caudal de demanda, obra de captación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

Espinar is a district with intense rainfall in the rainy season and has a dry climate in the other months, taking advantage of water resources and proper management of them can enhance livestock activities.

In the present work, the starting point is the maximum rainfall in 24 hours Pmax 24h, provided by SENAMHI from its database, from this record the rain will be distributed in a storm time of 5 hours for every 10 minutes, this by three methods Iila Senamhi, SCS and Dick Peaschke, finally a precipitation hyetograph will be obtained that will be entered into the HEC-HMS software to determine a design flow.

Then the crops that are planted in this area are analyzed and the water balance is made for a defined crop certificate, which in our case is the difference between the flow allowed by the ANA for this Yanacollpa irrigation sector and the demand flow, obtaining an irrigation flow required for the development of crops throughout the vegetative cycle.

With two basic data it is possible to design the basic components of an intake, which includes a blue one, a mobile barrage, a catchment window, a gravel trap, a transition and the diversion channel, as well as the improvement or layout of the irrigation channel.

Keywords: Maximum rainfall in 24 hours, design flow, water balance, demand flow, catchment work.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

RESUMEN **5**

ABSTRACT **6**

CAPITULO I **18**

1. PLANTEAMIENTO TEORICO **19**

1.1. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN 19

1.2. JUSTIFICACIÓN 19

1.3. OBJETIVOS 20

1.3.1. Objetivo general *20*

1.3.2. Objetivos específicos *20*

1.4. HIPÓTESIS 20

1.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN 21

1.6. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 21

1.7. ANTECEDENTES 23

1.8. MARCO LEGAL 23

1.8.1. Normas técnicas *23*

1.8.2. Aspecto legal *25*

CAPITULO II **26**

2. MARCO TEÓRICO **27**

2.1. ESTADO DEL ARTE 27

2.1.1. Ubicación del proyecto *27*

2.1.2. Limites *27*

2.1.3. Toma existente *28*

2.1.4. Canal de regadío *31*

2.2. MARCO TEÓRICO 32

2.2.1. Aspectos Topográficos *32*

2.2.2. Aspectos Geológicos *33*

2.2.3. Aspectos Estadísticos *34*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4. Aspectos Hidrológicos 38

2.2.5. Aspectos hidráulicos 56

2.2.6. Aspectos Estructurales 62

CAPITULO III 63

3. ANALISIS DE RESULTADOS 64

3.1. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 64

3.2. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO 68

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 69

3.3.1. Prueba de datos dudosos 70

3.3.2. Distribuciones teóricas 73

3.3.3. Prueba de bondad de ajuste 75

3.4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO 77

3.4.1. Delimitación de la cuenca 77

3.4.2. Caracterización de la subcuenca 79

3.4.3. Cálculos previos 79

3.4.4. Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia 80

3.4.5. Hietograma de intensidades 109

3.4.6. Caudales de diseño 115

3.4.7. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc) 116

3.4.8. Coeficiente único de cultivo ponderado Kcp 117

3.4.9. Balance Hídrico 120

3.4.10. Programación de riego 123

3.5. ANÁLISIS HIDRÁULICO 136

3.5.1. Ventana de captación 136

3.5.2. Longitud de barrajes 140

3.5.3. Altura de barraje 141

3.5.4. Altura del muro de encauzamiento 142

3.5.5. Cálculos hidráulicos barraje-disipador-salida 145

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.6. Longitud de la poza disipadora 151

3.5.7. Longitud de escollera 151

3.5.8. Perfil Creaguer 152

3.5.9. Longitud de dentellones 161

3.5.10. Diseño de la transición 163

3.5.11. Diseño del desripiador 163

3.5.12. Canal de derivación 168

3.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL 183

3.6.1. Fuerzas actuantes en el azud 183

3.6.2. Momentos respecto a A 187

3.6.3. Verificación de estabilidad 188

CAPITULO IV 190

CONCLUSIONES 191

RECOMENDACIONES 193

CAPITULO V 194

COSTOS Y PRESUPUESTOS 195

CAPITULO VI 197

PANEL FOTOGRAFICO 198

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 202

ANEXOS 205

ANEXO 1. BASE DE DATOS METEOROLÓGICOS BRINDADO POR SENAMHI 206

ANEXO 2. REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE - IILA SENAMHI 215

ANEXO 3. REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE - SCS 222

ANEXO 4. PERMISO DE USO DE AGUAS CON FINES DE AGRARIOS DE LA ANA 227

ANEXO 5. SOLICITUD DE PERMISO PARA ESTUDIOS EN EL SISTEMA DE RIEGO YANACCOLLPA 229

ANEXO 6. PADRÓN DE USUARIOS YANACOLLPA 230

ANEXO 7. LISTA DE PLANOS 232

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 VARAIBLES DE INVESTIGACIÓN 21

TABLA 2 RESUMEN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO I 66

TABLA 3 RESUMEN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO II 67

TABLA 4 REGISTRO DE PMAX 24H – ESTACIÓN YAURI 69

TABLA 5 PRUEBA DE DATOS DUDOSOS 71

TABLA 6 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS 72

TABLA 7 RANGO DE PRECIPITACIONES 72

TABLA 8 DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES 74

TABLA 9 PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV-SMIRNOV 75

TABLA 10 DISTRIBUCIÓN GAMMA 2 PARÁMETROS 76

TABLA 11 CARACTERÍSTICAS DE LA MICROCUENCA 79

TABLA 12 PARÁMETROS DE ENTRADA HEC-HMS 80

TABLA 13 PRECIPITACIONES MÉTODO DICK PESCHKE 81

TABLA 14 INTENSIDADES MÉTODO DICK PESCHKE 82

TABLA 15 REGRESIÓN LINEAL MULTIPLE - DICK PESCHKE 83

TABLA 16 DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES K,M,N - DICK PESCHKE 88

TABLA 17 VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON HIDROESTA 2 - DICK PESCHKE 89

TABLA 18 INTENSIDADES DE DISEÑO PARA LAS CURVAS IDF - DICK PESCHKE 90

TABLA 19 PARÁMETROS DE REGIÓN PARA EL MÉTODO IILA SENAMHI 92

TABLA 20 COEFICIENTES REGIONALES DE PRECIPITACIÓN E INTENSIDAD - IILA SENAMHI 93

TABLA 21 PRECIPITACIÓN ACUMULADA - IILA SENAMHI 94

TABLA 22 INTENSIDADES - IILA SENAMHI 95

TABLA 23 DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES K,M,N - IILA SENAMHI 96

TABLA 24 VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON HIDROESTA 2 - IILA SENAMHI 96

TABLA 25 INTENSIDADES DE DISEÑO – IILA SENAMHI 98

TABLA 26 PRECIPITACIÓN ACUMULADA - SCS 100

TABLA 27 INCREMENTO DE PRECIPITACIÓN - SCS 101

TABLA 28 INCREMENTO DE PRECIPITACIONES DECRECIENTE - SCS 102

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 29 PRECIPITACIÓN ACUMULADA CRECIENTE - SCS 103

TABLA 30 INTENSIDADES DE DISEÑO - SCS 104

TABLA 31 DETERMINACIÓN DE COEFICIENTES K,M,N - SCS 105

TABLA 32 VALIDACIÓN DE RESULTADOS CON HIDROESTA 2 - SCS 105

TABLA 33 INTENSIDADES DE DISEÑO - SCS 106

TABLA 34 INTENSIDADES DE DISEÑO D. PEASCHKE-SCS-IILA SENAMHI 108

TABLA 35 METODO DEL BLOQUE ALTERNO PARA LOS HIETOGRAMAS DE INTENSIDAD 110

TABLA 36 COMPARACIÓN DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIONES 113

TABLA 37 PARÁMETROS DE ENTRADA AL HEC HMS PARA DETERMINAR QD 115

TABLA 38 CAUDALES DE DISEÑO PARA DIFERENTES METODOLOGIAS 116

TABLA 39 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POR CROPWAT 8.0 117

TABLA 40 CÉDULA DE CULTIVO 119

TABLA 41 COEFICIENTE DE CULTIVO PONDERADO KCP 119

TABLA 42 PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA PE 120

TABLA 43 CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA PE 121

TABLA 44 DEMANDA DE AGUA PARA LA IRRIGACIÓN 122

TABLA 45 BALANCE HÍDRICO 122

TABLA 46 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO 124

TABLA 47 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO 126

TABLA 48 NECESIDADES DE AGUA – PAPA 127

TABLA 49 NECESIDADES DE AGUA – CAÑIHUA 128

TABLA 50 NECESIDADES DE AGUA – AVENA FORRAJERA 129

TABLA 51 NECESIDADES DE AGUA – QUINUA 130

TABLA 52 NECESIDADES DE AGUA – ALFALFA 131

TABLA 53 NECESIDADES DE AGUA – PASTO 132

TABLA 54 FRECUENCIA DE RIEGO 133

TABLA 55 TIEMPO DE RIEGO 133

TABLA 56 PROGRAMACION DE RIEGO 133

TABLA 57 RESUMEN DE PROGRAMACIÓN DE RIEGO GENERAL 134

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TABLA 58 PROGRAMACIÓN DE RIEGO SEMANAL 135

TABLA 59 DETERMINACIÓN DEL PERFIL DEL FLUJO MÉTODO DIRECTO 144

TABLA 60 CÁLCULO DE LA ENERGÍA HO 147

TABLA 61 CÁLCULO DE LA ENERGÍA H1 Y TIRANTE Y1 148

TABLA 62 CÁLCULO DEL TIRANTE Y3 149

TABLA 63 CÁLCULO DE LA ENERGÍA H2 Y H3 150

TABLA 64 COORDENADAS DE LA CRESTA AGUAS ABAJO 154

TABLA 65 COORDENADAS DEL CIMACIO 158

TABLA 66 DIMENSIONES DE DENTELLONES 161

TABLA 67 DIMENSIONES DEL CANAL TOMADAS EN CAMPO 168

TABLA 68 DATOS DE CAMPO PARA DETERMINAR LA PENDIENTE DEL CANAL 170

TABLA 69 CÁLCULO DE VELOCIDADES Y PENDIENTES DEL CANAL 171

TABLA 70 DETERMINACIÓN DE Y/B - M=0.0019 M/M 174

TABLA 71 DIMENSIONES DEL CANAL IDEAL - M=0.0019 M/M 175

TABLA 72 DETERMINACIÓN DE Y/B - M=0.004 M/M 176

TABLA 73 DIMENSIONES DEL CANAL IDEAL - M=0.004 M/M 176

TABLA 74 DETERMINACIÓN DE Y/B - M=0.005 M/M 177

TABLA 75 DIMENSIONES DEL CANAL IDEAL - M=0.005 M/M 178

TABLA 76 DISEÑOS PROPUESTOS PARA EL CANAL 179

TABLA 77 DATOS DE ENTRADA TIRANTE CRITICO - H CANALES 181

TABLA 78 PARÁMETROS DE SALIDA TIRANTE CRITICO - H CANALES 181

TABLA 79 DATOS DE ENTRADA RESALTO HIDRÁULICO – H CANALES 181

TABLA 80 PARÁMETROS DE SALIDA RESALTO HIDRÁULICO – H CANALES 182

TABLA 81 DATOS DE ENTRADA PERDIDAS POR INFILTRACIÓN - HCANALES 182

TABLA 82 PARÁMETROS DE SALIDA PERDIDAS POR INFILTRACIÓN - HCANALES 182

TABLA 83 DATOS PARA HALLAR LAS CARGAS 183

TABLA 84 FUERZAS ACTUANTES EN EL AZUD 184

TABLA 85 CARGA DEBIDO AL PESO 185

TABLA 86 CARGA DEBIDO AL SISMO 185

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

TABLA 87 CARGA DEBIDO A LA PRESIÓN DEL AGUA 185

TABLA 88 CARGAS DEBIDO AL EMPUJE DEL SUELO 186

TABLA 89 SUPRESIÓN DEL SUELO POR USBR 186

TABLA 90 FUERZAS ACTUANTES Y PUNTOS DE APLICACIÓN 187

TABLA 91 MOMENTOS ACTUANTES 187

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 METODOLOGÍA PROPUESTA 22

FIGURA 2 UBICACIÓN DEL PROYECTO 28

FIGURA 3 UBICACIÓN DE LA TOMA EXISTENTE 29

FIGURA 4 ESQUEMA DE LA TOMA RÚSTICA EXISTENTE 29

FIGURA 5 TOMA ACTUAL YANACOLLPA EN EL RIO CAÑIPIA 30

FIGURA 6 COMPUERTA A CANAL DE DERIVACIION Y DESARENADOR 30

FIGURA 7 MATERIAL DE ARRASTRE EN EL CANAL DE DERIVACIÓN 31

FIGURA 8 CANAL DE REGADIO 32

FIGURA 9 VALORES KN 35

FIGURA 10 NIVEL DE SIGNIFICACIÓN 37

FIGURA 11 VALORES MÁXIMOS DE RIESGO ADMISIBLE 38

FIGURA 12 FÓRMULAS PARA EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 39

FIGURA 13 VARIABLES EN EL MÉTODO DE ABSTRACCIONES DE PRECIPITACIÓN DEL SCS 40

FIGURA 14 DISTRIBUCIONES DE LLUVIA SCS 42

FIGURA 15 SUBDIVISIÓN DEL TERRITORIO EN ZONAS Y SUBZONAS PLUVIOMÉTRICAS EN RESPECTO A HG 44

FIGURA 16 PARÁMETROS A Y N 45

FIGURA 17 PARÁMETRO B 46

FIGURA 18 ALMACENAMIENTO DURANTE EL PASO DE UNA AVENIDA 50

FIGURA 19 EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO 55

FIGURA 20 RESALTO HIDRAULICO 57

FIGURA 21 ESTRUCTURA GENERAL EN UNA BOCATOMA 59

FIGURA 22 COMPONENTES DE LA BOCATOMA 59

FIGURA 23 LIMITES DE VELOCIDADES EN CANALES 62

FIGURA 24 UBICACIÓN DE CALICATAS 64

FIGURA 25 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO EN EL CANAL 65

FIGURA 26 EXCAVACIÓN DE CALICATAS EN LA TOMA 65

FIGURA 27 SECCIÓN AGUAS ABAJO DEL RIO CAÑIPIA 68

FIGURA 28 HISTOGRAMA DEL REGISTRO HISTÓRICO - ESTACION YAURI 70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FIGURA 29 COEFICIENTES DE PRECIPITACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE OBSERVACIONES 76

FIGURA 30 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA CAÑIPIA 78

FIGURA 31 RESULTADO HIDROESTA 2 - DICK PESCHKE 89

FIGURA 32 CURVAS IDF – DICK PESCHKE 91

FIGURA 33 RESULTADO HIDROESTA 2 - IILA SENAMHI 96

FIGURA 34 CURVAS IDF – IILA SENAMHI 99

FIGURA 35 RESULTADO HIDROESTA 2 – SCS 105

FIGURA 36 CURVAS IDF – SCS 107

FIGURA 37 COMPARACIÓN DE CURVAS IDF PARA T=100 AÑOS 109

FIGURA 38 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES – DICK PEASCHKE 111

FIGURA 39 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES – IILA SENAMHI 111

FIGURA 40 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIONES – SCS 112

FIGURA 41 COMPARACIÓN DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIONES 114

FIGURA 42 DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS PARA EL SEMBRÍO 118

FIGURA 43 BALANCE HÍDRICO EN YANACOLLPA 123

FIGURA 44 PROPIEDADES FÍSICAS SEGÚN LA TEXTURA DEL SUELO 125

FIGURA 45 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DE ACUERDO CON EL TIPO DE SUELO 125

FIGURA 46 COEFICIENTE DE DESCARGA DE ACUERDO A LA CRESTA 136

FIGURA 47 VENTANA DE CAPTACIÓN 137

FIGURA 48 ANCHO DE BARRAJES 140

FIGURA 49 ALTURA DE BARRAJE FIJO 141

FIGURA 50 VISTA FRONTAL DEL BARRAJE FIJO Y MÓVIL 141

FIGURA51 ALTURA DEL MURO DE ENCAUZAMIENTO 143

FIGURA52 PERFIL DEL FLUJO 145

FIGURA 53 PUNTOS DE ENERGIA A CALCULARSE 146

FIGURA 54 PERFIL DEL CIMACIO 152

FIGURA 55 VALORES K Y N PARA EL DISEÑO DEL PERFIL DE UN CIMACIO USBR 153

FIGURA 56 PERFIL DE LA CRESTA AGUAS ABAJO 155

FIGURA 57 GRAFICA PARA HALLAR LAS COORDENADAS XC,YC Y RADIOS R1,R2 156

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FIGURA 58 CURVATURA DE LA CRESTA AGUAS ARRIBA 157

FIGURA 59 CURVATURA DE LA CRESTA AGUAS ARRIBA RESULTANTE 158

FIGURA 60 TRAYECTORIA DE LA CRESTA DEL CIMACIO 159

FIGURA 61 ENCUENTRO DEL PERFIL Y EL SOLADO 160

FIGURA 62 ENCUENTRO DEL PERFIL Y EL SOLADO OBTENIDO 160

FIGURA 63 DENTELLONES DEL AZUD 161

FIGURA 64 DIMENSIONES DEL AZUD 162

FIGURA 65 TRANSICION DESRIPIADOR – CANAL DE CAPTACIÓN 163

FIGURA 66 PERFIL DEL DESRIPIADOR 164

FIGURA 67 PERFIL DEL DESRIPIADOR 166

FIGURA 68 TRANSICIÓN DE LA VENTANA DE CAPTACIÓN – DESRIPIADOR 167

FIGURA 69 SECCIÓN DEL CANAL DE CAPTACIÓN RECTANGULAR 168

FIGURA 70 SECCIÓN DEL CANAL DE CAPTACIÓN TRAPEZOIDAL 169

FIGURA 71 SEDIMENTACIÓN EN EL CANAL EXISTENTE 172

FIGURA 72 NOMOGRAMA PARA DETERMINAR EL TIRANTE NORMAL 173

FIGURA 73 BORDE LIBRE EN FUNCIÓN AL ANCHO DE LA SOLERA 174

FIGURA 74 SECCIÓN DEL CANAL CON PENDIENTE N=0.005M/M - B=0.3 180

FIGURA 75 SECCIÓN DEL CANAL CON PENDIENTE N=0.005M/M - B=0.5 180

FIGURA 76 SECCIÓN DEL CANAL CON PENDIENTE N=0.004M/M - B=0.3 180

FIGURA 77 FUERZAS ACTUANTES EN EL AZUD 184

FIGURA 78 BRAZOS DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL AZUD 188

FIGURA 79 ESTABILIDAD AL VOLTEO 189

FIGURA 80 BOCATOMA YANACOLLPA EXISTENTE 198

FIGURA 81 TOMA DE DIMENSIONES DE LA BOCATOMA 198

FIGURA 82 CANAL DE REGADÍO CON SEDIMENTOS Y MATERIAL VEGETATIVO 199

FIGURA 83 OBSTRUCCIÓN EN LA CAPTACIÓN Y CANAL DE REGADÍO 199

FIGURA 84 TIRANTE DEL AGUA TRANSPORTADA POR EL CANAL EN TIEMPO DE ESTIAJE 200

FIGURA 85 BARRAJE FIJO EN TEMPORADA DE LLUVIA 200

FIGURA 86 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AGUAS ARRIBA Y ABAJO DEL PUENTE LA AMISTAD 201

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FIGURA 87 TOMA DE NIVELES Y TIEMPOS PARA DETERMINAR LA PENDIENTE Y CAUDAL TRANSPORTADO POR EL CANAL 201

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. PLANTEAMIENTO TEORICO

1.1. Problemática de la investigación

La infraestructura del sistema de riego Yanacollpa tiene como bocatoma una estructura rústica, siendo esta una de las razones por la que no puede dar un servicio eficaz, en este caso la falta de una rejilla que sirve como trampa de objetos de dimensiones considerables, un desripiador funcional y canal de limpia que actúan en conjunto como un filtro de agua antes de pasar al canal de riego; esto conlleva a que no haya una adecuada administración de agua en épocas de lluvia y sequía en los que es necesario eliminar el agua excedente, el material sedimentado, así como la regulación y aprovechamiento del agua existente y evitar la pérdida de este.

Considerando además los estragos del cambio climático y los estudios de demanda de agua que se realizaron posteriores a la ejecución del canal existente, el sector de Yanacollpa requiere una optimización de la captación y conducción del caudal de riego. Por tanto, se requiere de un rediseño de la bocatoma rustica existente y el canal de riego.

1.2. Justificación

Según el INEI en el censo del 2012 desarrollado en Espinar ,la tasa de crecimiento de la población rural es 2.58% , superior respecto a la población urbana 1.23%, por otro lado solo el 12.39% de las unidades agropecuarias en la provincia de Espinar cuentan con algún tipo de irrigación, áreas que son usadas en su mayoría para el cultivo de pastos mejorados y en un pequeño porcentaje destinado al sembrío de papa, quinoa, cañihua, avena forrajera y a la crianza principal de ganado vacuno, camélidos alto andinos y ovinos, pero el desarrollo de proyectos de cosecha de agua, así como de irrigación no es directamente proporcional al crecimiento de la población rural. (Instituto Nacional de Estadistica e Informatica INEI, 2013)

Los sistemas de irrigación están conformados por diferentes elementos, cada uno con funciones indispensables. Para el adecuado diseño de las estructuras se debe contar con una base de datos, antecedentes y criterios de diseño, resultando así un sistema de riego eficiente y producto de este un impacto positivo a la agricultura, ganadería, economía; mejorando de esta manera la calidad de vida en los habitantes del sector estudiado, siendo este un propósito fundamental del proyecto, así como el de la profesión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El estudio hidrológico que ha de realizarse en este proyecto permitirá identificar las falencias que se tienen en la recolección y administración de datos hidrometeorológicos, así como un precedente referente para un proyecto a ejecutar a cargo de las autoridades municipales o regionales.

El sector de Yanacollpa, cuenta con un sistema de irrigación por gravedad (canal revestido) teniendo como punto de captación a la bocatoma ubicada aguas abajo del puente Amistad en el rio Cañipia, siendo este una estructura que requiere un mejoramiento e implementación de algunos elementos para su correcto funcionamiento.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un diseño de bocatoma para el sistema de riego Yanacollpa acorde a los datos existentes y a la demanda de agua para garantizar la alimentación constante al canal de riego.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer las características del suelo en el que asentara el proyecto (EMS).
- ✓ Determinar un caudal de diseño a partir de los datos de precipitación (SENAMHI).
- ✓ Diseñar los componentes del sistema de captación mixta.
- ✓ Determinar un caudal de abastecimiento para riego constante durante todo el año en el canal.
- ✓ Incrementar la vida útil del canal de regadío a través del mejoramiento de sus características actuales.
- ✓ Optimizar el canal de riego existente.

1.4. Hipótesis

Al mejorar y determinar el caudal de abastecimiento para el sistema de riego en la comunidad de Yanacollpa, es factible acrecentar el riego para garantizar la agricultura durante todo el año.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.5. Variables de investigación

Tabla 1 *Varaibles de investigación*

Variable	Tipo de variable	Unidad	Indicadores	Herramientas
Precipitación	Independiente	mm	Precipitación máxima 24h	Estación meteorológica Yauri (SENAMHI)
Cultivo	Independiente	m2	Tipo de cultivo	Zonificación
Demanda de agua para el proyecto	Dependiente	m3/m2	Demanda de agua	Necesidad de riego en el cultivo y eficiencia del riego
Caudal de abastecimiento	Dependiente	m3/s	Caudal	Balance hídrico
Caudal de diseño	Dependiente	m3/s	Caudal	escorrentía superficial

Fuente: Elaboración propia

1.6. Método de investigación

La metodología irá en función a los conceptos teórico que se tuvieron anteriormente, trazando así un esquema de los procedimientos para obtener el diseño de la bocatoma de Yanacollpa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 1

Metodología propuesta



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.7. Antecedentes

Para la ejecución de cualquier obra hidráulica es indispensable contar con información y una base de datos recogida de las cuencas o subcuencas que abrazan y alimentan a los sectores o zonas que se quieren beneficiar.

El comité de regantes Yanacollpa, está regulada por la Administración Local de Agua Sicuani, quien es la encargada de inspeccionar y otorgar la licencia de uso de agua con fines agrarios que se renueva anualmente.

El 11 de enero del 2010 atreves de un convenio con FONCODES, este financia el proyecto denominado "Pequeño sistema de riego Yanacollpa II Sector A BID III", el proyecto contempla el riego por gravedad de 42 ha; en la que se realizaron mejoras a la acequia, mediante la construcción de una toma básica y el revestimiento de concreto al canal, que es el principal medio de agua para la agricultura y ganadería de este sector.

Durante los últimos años no se realizaron mejoras al sistema de irrigación Yanacollpa ni estudios directos a la zona , pero si se encontraron registros de estudios elaborados de manera directa e indirecta a la unidad hidrográfica Cañipia de la subcuenta del Alto Apurímac; la más reciente y representativa para el presente proyecto es el "Balance Hídrico Superficial de las Subcuencas de los Ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo 2014";elaborado por La Autoridad Nacional del Agua que es un organismo público adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego. (Autoridad Nacional del Agua ANA, 2014)

1.8. Marco legal

1.8.1. Normas técnicas

Las normativas y reglamentaciones, bajo las cuales se rige el análisis y diseño de este proyecto hidráulico son los siguientes:

a. Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E.050 Suelos y cimentaciones
- E.060 Concreto armado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. Normas Técnicas Peruanas:

- NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS
- NTP 339.131 Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.
- NTP 339.128 Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339.129 Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339.160 Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de agua humedad del suelo por el método del horno microondas.
- NTP 339.171 Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas.
- NTP 339.143 Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena

c. Normas A.S.T.M. American Society for testing and Materials

d. Normas A.A.S.H.T.O. American Association of State Highway Officials

e. Normas A.C.I American Concrete Institute. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, 2004)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.8.2. Aspecto legal

El marco jurídico de este proyecto cuenta con las siguientes normas institucionales.

- ✓ Artículo 67° y 68° en el titulo III del capítulo II de la constitución política del Perú.
- ✓ Artículo 88° y 89° en el titulo VI del capítulo VI de la constitución política del Perú.
- ✓ Decreto Legislativo N°2, Ley de Promoción y Desarrollo Agrario.
- ✓ Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- ✓ Ley N° 31075, Ley de Organización y Funciones del Ministerio De Desarrollo Agrario y Riego. (Constitución Política del Perú, 1993)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del arte

2.1.1. Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado en el distrito de Yauri dentro de la provincia de Espinar en el departamento de Cusco.

- Latitud Sur: 14°48'24.24"
- Longitud Oeste: 71°24'7.74"
- Altitud: 3928 msnm

2.1.2. Limites

- Este: Provincia de Melgar y Lampa (Puno)
- Sur: Provincia de Caylloma (Arequipa)
- Norte: Provincia de Canas
- Oeste: Provincia de Chumbivilcas
- Oeste: Provincia de Chumbivilcas

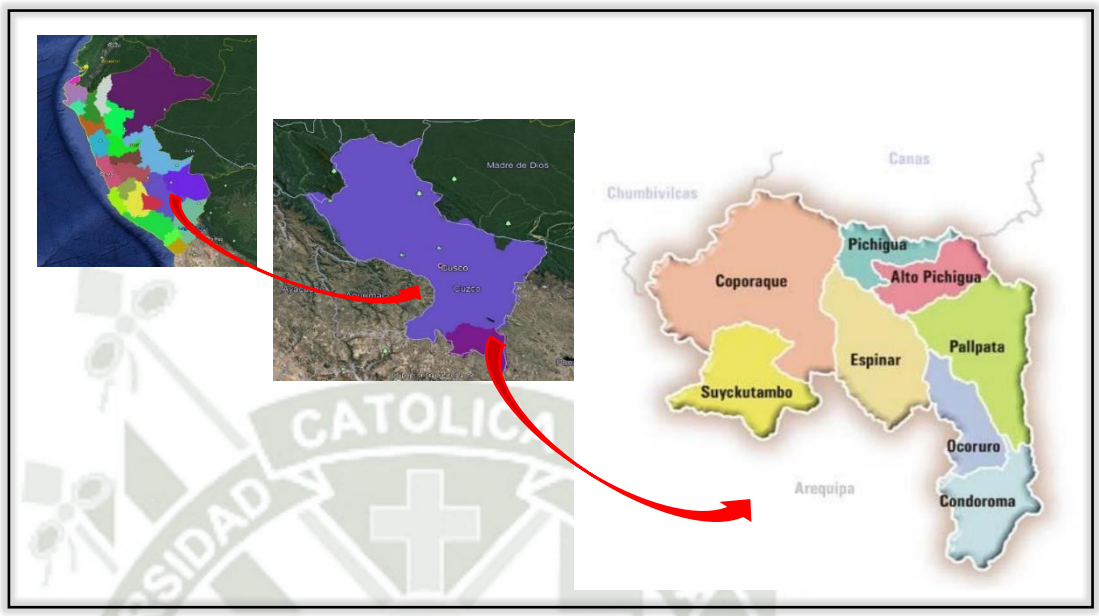
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 2

Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

2.1.3. Toma existente

La toma existente está ubicada aguas abajo del puente La Amistad, captando tres alcantarillas de las 12 existentes; de estas tres alcantarillas 2 se encuentran obstruidas por sedimentos y piedras de arrastre.

La estructuración de la toma no regula la sedimentación de material de arrastre, así como la captación o filtración de material no deseado, en consecuencia, el canal transporta material desechable que contamina los cultivos.

La construcción está a base de concreto y tiene como elementos conformantes:

- Un pequeño azud de 5m de longitud
- Una compuerta de limpia L=0.65m
- Una ventana de captación de L=0.8m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 3

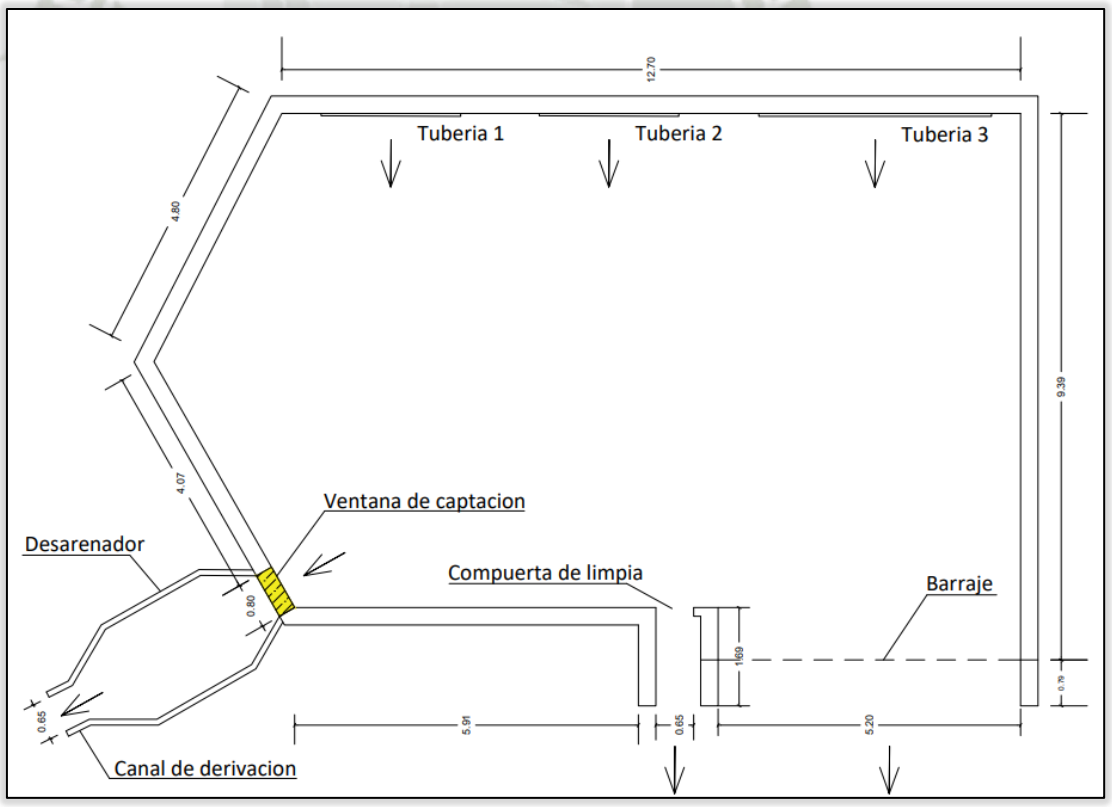
Ubicación de la toma existente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Esquema de la toma rústica existente



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 5

Toma actual Yanacollpa en el Rio Cañipia



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6

Compuerta a canal de derivaciion y desarenador



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.1.4. Canal de regadío

El canal de agua tiene una sección trapezoidal, inicia en la ventana de captación de la toma con una sección rectangular (canal de derivación) y cambia a una sección trapezoidal de 8343m de longitud, que recorre las parcelas de la comunidad de Yanacollpa por encima de ellas; cada propietario tiene una compuerta, que la abren de acuerdo con una programación de los usuarios empadronados en este, un tiempo de ½ hora según el anexo 6.

Como se observa en la Figura 7 el canal de derivación está parcialmente obstruido por material de arrastre una altura aproximada de 9cm; estos sedimentos se arrastran a lo largo del canal de regadío.

Figura 7

Material de arrastre en el canal de derivación



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 8

Canal de regadio



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Aspectos Topográficos

Los apuntes de Mansen indica "que se deben tener en cuenta los siguientes puntos previos al diseño de la bocatoma" (Mansen, 2010).

2.2.1.1. Ubicación

Es de suma importancia la ubicación de la bocatoma en el cauce del rio, para la que se recomienda que el sitio elegido reúna por lo menos las siguientes condiciones:

- ✓ La dirección a ruta del flujo de agua debe ser lo más estabilizada o definida.
- ✓ La captación del agua a ser derivada debe ser posible aún en tiempo de estiaje.
- ✓ La entrada de sedimentos hacia el caudal de derivación debe ser limitado en el máximo posible. (Mansen, 2010)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.1.2. Topografía

Definida la posible ubicación, se recomienda realizar los siguientes trabajos topográficos:

- ✓ Levantamiento en planta del cauce del río, entre 500m. a 1000m; tanto aguas arriba como aguas abajo del eje del barraje, la escala recomendada es 1:2000.
- ✓ Levantamiento localizado de la zona de ubicación de la bocatoma, se recomienda un área de 100m. x 100m. como mínimo, la escala no debe ser menor de 1:500.
- ✓ Perfil longitudinal del río, por lo menos 1000m, tanto aguas arriba como aguas abajo del eje del barraje; la escala recomendada es H = 1:2000 Y V = 1:200.
- ✓ Secciones transversales del cauce del río a cada 50m. en un tramo comprendido 1000m. aguas arriba y 500m. aguas abajo del eje del barraje; la escala variara entre 1:100 y 1:200. (Mansen, 2010)

2.2.2. Aspectos Geológicos

2.2.2.1. Condiciones Geológicas y Geotécnicas

Es importante conocer las condiciones geomorfológicas, geológicas y geotécnicas, ya que su conocimiento permitirá dimensionar en mayor seguridad la estructura; por lo que se recomienda la obtención de los siguientes datos como resultado de los estudios geológicos – geotécnicos:

- ✓ Curva de graduación del material conformarte del lecho del río.
- ✓ Sección transversal que muestre la geología de la zona de ubicación de la bocatoma.
- ✓ Coeficiente de permeabilidad.
- ✓ Capacidad portante.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Resultados sobre ensayos de hincado de pilotes ó tabla, estacas
- ✓ Cantidad de sedimento que transporta el río. (Mansen, 2010)

Los ensayos geotécnicos son imprescindibles para todo tipo de proyectos de ingeniería, puesto que el diseño estructural, el tipo de estructuras o materiales a utilizar están directamente relacionados con las propiedades y características del suelo sobre el cual se asentará la obra.

2.2.3. Aspectos Estadísticos

Previo a la disposición y procesamiento de una serie de datos hidrológicos y meteorológicos, acumulados y recogidos a través de diferentes instituciones del estado como el SENAMHI, es imprescindible someter los registros a diferentes pruebas estadísticas que identifican, cuantifican y corrigen los posibles errores de distintos orígenes; obteniendo así números más reales que explican el comportamiento hidrometereológico de cierta zona estudiada. Para ello se conocerán y aplicarán diferentes conceptos estadísticos. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, 2022)

2.2.3.1. Prueba de datos dudosos

Siguiendo las recomendaciones del Water Resources Council se hizo el ajuste de datos dudosos a la información meteorológica brindad por la SENAMHI, que mediante las fórmulas de frecuencia se hallaron los umbrales altos y bajos, mediante este rango de valores se detectó y evaluó los datos dudosos. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

$$YH = \bar{y} + Kn * Sy$$

$$XL = \bar{y} + Kn * Sy$$

$$PH = 10^{YH}$$

$$PL = 10^{YL}$$

Donde:

YH: Umbral alto de datos dudosos

YL: Umbral bajo de datos dudosos

$\bar{y}$: Media de datos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sy: Desviación estándar

Kn: Coeficiente

PH: Máximo valor aceptado

PL: Mínimo valor aceptado. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Figura 9

Valores Kn

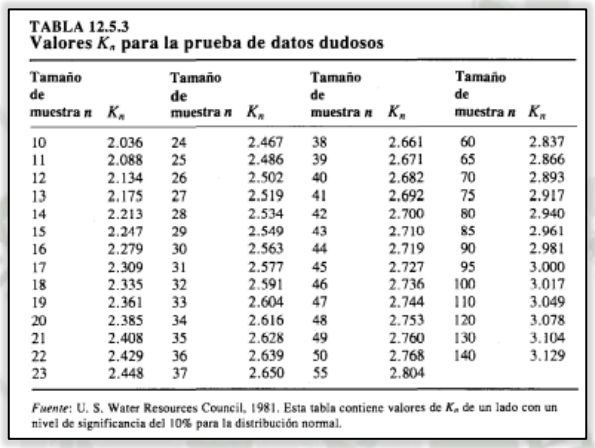


TABLA 12.5.3
Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de K_n de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

Fuente: Chow, Maidment, & Mays, (1994)

2.2.3.2. Distribuciones teóricas

Representan el comportamiento de una variable (precipitación, caudal, temperatura, etc.), existen varios modelos de distribuciones teóricas, previo al uso de ellos se debe hacer una prueba de ajuste estadístico.

- ❖ Distribución normal
- ❖ Distribución log-normal de 2 ó 3 parámetros
- ❖ Distribución gamma de 2 ó 3 parámetros
- ❖ Distribución log-Pearson tipo III
- ❖ Distribución Gumbel
- ❖ Distribución log-Gumbel. (Chow, Maidment, & Mays, 1994).

2.2.3.3. Pruebas de bondad de ajuste

"Consiste en comprobar gráfica y estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie analizada se ajusta a una determinada función de probabilidades

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

teórica seleccionada a priori, con los parámetros estimados con base en los valores muestrales" (Villón, 2016, pág. 171).

- Ajuste estadístico
  - Chi – cuadrado
  - Smirnov – Komogorov

Despues de seleccionar un tipo de distribución teorica se procede a verfificar la prueba de bondad de ajuste,para este analisis utilizaremos una comprobacion del tipo estadistico Smirnov – Komogorov.

La probabilidad empirica o experimental esta dada por la siguiente formula:

$$P(x) = \frac{M}{N+1}$$

P(x) : Probabilidad empirica

M : Numero de orden

N : Numero de datos

El delta critico o tabular con un nivel de significacion de 0.05 y con un numero de datos de 47 esta dada por la siguiente formula:

$$\Delta c = \frac{1.36}{\sqrt{N}}$$

Δc : Delta critico

N : Número de datos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 10

Nivel de significación

Tamaño muestral N	Nivel de significación ∝				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.510	0.565	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.410	0.490
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.21	0.22	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.20	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27
N > 35	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.14}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

Fuente: Villón, (2016)

El estadistico de Smirnov – Komogorov o delta teorico es la diferencia de las probabilidades teoricas y empiricas halladas anteriormente.

$$\Delta t = Max\ |P(x) - F(x)|$$

Δt : Estadistico de Smirnov – Kolmogorov

P(x) : Probabilidad empirica

F(x) : Probabilidad teorica

2.2.3.4. Análisis de consistencia

"Es el proceso que consiste en la identificación o detección, descripción y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica" (Villón, 2016, pág. 308).

Para determinar la confiabilidad de los datos recopilados tenemos los siguientes procesos:

- ✓ Análisis visual gráfico
- ✓ Análisis doble masa
- ✓ Análisis estadístico. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4. Aspectos Hidrológicos

2.2.4.1. Periodo de retorno

"Definido como el promedio de años en el cual un evento de magnitud x puede ser igualado o excedido, al menos una vez en promedio" (Villón, 2016).

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

R : Riesgo de falla

n : Vida util en anoss

T : Periodo de retorno

Despejando el tiempo de retorno y con los valores recomendados por el MTC en la ilustracion 11 se podra determinar el tiempo de retorno.

Figura 11

Valores máximos de riesgo admisible

TABLA Nº 02: VALORES MAXIMOS RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE DE OBRAS DE DRENAJE

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - **Vida Útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, (2006)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.2. Tiempo de concentración

"El tiempo de concentración representa el tiempo que demora una partícula de agua para trasladarse del punto más remoto de 1a cuenca hasta el punto de desagüe" (Chereque, 1989).

Existen diferentes fórmulas para hallar el valor del tc, alguno de ellas figura en la ilustración 12.

Figura 12

Fórmulas para el tiempo de concentración

TABLA Nº 05: Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar tc por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525 (0.0000276 i + c) L^{0.33}}{S^{0.333} i^{0.667}}$ i = intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3800.
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C) L^{0.50}}{S^{0.333}}$ C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers: el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.
Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) **Aron y Erborge (1973)**	$t_c = \frac{7 L^{0.6} n^{0.6}}{I^{0.4} S^{0.3}}$ L = longitud del flujo superficial, m. n = coeficiente de rugosidad de Manning. I = intensidad de lluvia, mm/h. S = pendiente promedio del terreno-m/m.	Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como t_c son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica directa para t_c.
Ecuación de retardo SCS (1973)	$t_c = \frac{0.0136 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m. CN = Número de curva SCS S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.	Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que t_c = 1.67 x retardo de la cuenca.

Fuente: * SCS Soil Conservation Service

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, (2006)

2.2.4.3. Tiempo de retardo

Generalmente definido como el tiempo desde el centro de gravedad del histograma de lluvia neta hasta el pico de los hidrogramas, la relación propuesta por el "*Soil Conservation Service*", SCS, quien propone que es 0,6 veces el tiempo de concentración hallado anteriormente. (Chereque, 1989)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.4. Abstracciones

Las abstracciones son primordialmente agua absorbida por infiltración con algo de intercepción y almacenamiento superficial.

El SCS desarrollo un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta llegando a las relaciones empíricas siguientes:

La diferencia entre el hietograma de lluvia total que se observa y el hietograma de exceso de precipitaciones se conoce como abstracciones o perdidas. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Figura 13

Variables en el método de abstracciones de precipitación del SCS

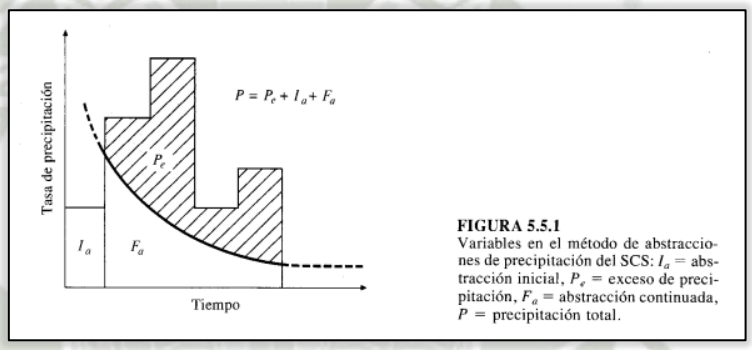


FIGURA 5.5.1
Variables en el método de abstracciones de precipitación del SCS: I_a = abstracción inicial, P_e = exceso de precipitación, F_a = abstracción continuada, P = precipitación total.

Fuente: Chow, Maidment, & Mays, (1994)

$$P = Pe + Ia + Fa$$

$$Ia = 0.2 * S$$

$$Fa = \frac{S * (P - Ia)}{P - Ia + S}$$

$$S = \frac{25400}{NC} - 254$$

$$Pe = \left(\frac{P - 0.2 * S}{P + 0.8 * S}\right)^2$$

Ia : Abstraccion inicial (mm)

Fa : Abstraccion continuada (mm)

S : Retencion potencial maxima (mm)

Pe : Exceso de precipitacion (mm)

P : Precipitacion total (mm)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.5. Precipitación

"Toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo con esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación" (Chereque, 1989, pág. 15).

2.2.4.6. Curvas Intensidad Duración y Frecuencia

2.2.4.6.1. Dick Peschke

Para determinar las intensidades máximas, esta metodología relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24h de la siguiente manera:

$$Pd = P24h * \left(\frac{d}{1440}\right)^{0.25}$$

Pd :Precipitacion total (mm)

d : Duracion (min)

P24h : Precipitacion maxima en 24h (mm)

Para conseguir las intensidades maximas se divide las precipitaciones halladas para cada peiodo de retorno entre el tiempo correspondiente a cada valor encontrado. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

$$I = \left(\frac{Pd}{d}\right)$$

Pd :Precipitacion total (mm)

d : Duracion (h)

I : Intensidad (mm/h)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.6.2. SCS

El Soil Conservation Service del U.S. Department of Agriculture (1986) desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duraciones de tormentas de 6 y 24h. Existen 4 tipos de tormentas de 24h de duración, llamadas Tipo I,IA,II y III. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

Para este método se requiere primero definir el tipo de clima al que se asemeja la cuenca estudiada, para después trabajar con los coeficientes de la figura 14, multiplicándolos así con las precipitaciones máximas en 24h de cada periodo de retorno.

Figura 14

Distribuciones de lluvia SCS

TABLA 14.3.1
Distribuciones de lluvia SCS

Tormenta de 24 horas						Tormenta de 6 horas		
		P_t/P_{24}						
Hora t	$t/24$	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III	Hora t	$t/6$	P_t/P_6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020	0.60	0.10	0.04
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043	1.20	0.20	0.10
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072	1.50	0.25	0.14
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089	1.80	0.30	0.19
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115	2.10	0.35	0.31
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130	2.28	0.38	0.44
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148	2.40	0.40	0.53
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167	2.52	0.42	0.60
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178	2.64	0.44	0.63
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189	2.76	0.46	0.66
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216	3.00	0.50	0.70
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250	3.30	0.55	0.75
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298	3.60	0.60	0.79
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339	3.90	0.65	0.83
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500	4.20	0.70	0.86
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702	4.50	0.75	0.89
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751	4.80	0.80	0.91
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785	5.40	0.90	0.96
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811	6.00	1.0	1.00
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886			
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957			
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			

Fuente: U. S. Dept. of Agricultare, Soil Conservation Service, 1973, 1986.

Fuente: Chow, Maidment, & Mays, (1994)

2.2.4.6.3. Iila Senamhi

El Estudio de la Hidrología del Perú realizado en un convenio por la SENAMHI, UNI y el Instituto Ilato – Latino Americano, nos brindan fórmulas que determinan las precipitaciones e intensidades para duraciones entre 0 a 24 horas en función a algunos parámetros hidrológicos según la ubicación de la cuenca en estudio, en el volumen 3 de dicho estudio figuran las siguientes formulas. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, 2022)

$$Para\ \ t < 3h \qquad Pt = a * (1 + k * \log T) * (t + b)^n$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Para\ \ 3h \leq t \leq 24h \qquad Pt = a * (1 + k * \log T) * t^{n}$$

$$Para\ \ t < 3h \qquad It = a * (1 + k * \log T) * t^{n-1}$$

$$Para\ \ 3h \leq t \leq 24 \qquad It = a * (1 + k * \log T) * (t + b)^{n-1}$$

Pt :Precipitacion para un tiempo t (mm)

Pt :Intensidad para un tiempo t (mm/h)

a :Parametro de intensidad (mm)

k :Parametro de frecuencia

b :Parametro de hora por region (h)

n :Parametro de duracion

T :Tiempo de retorno (años)

A partir de estas ecuaciones se deducen las siguientes relaciones de precipitación e intensidad para un tiempo t en relación con la precipitación máxima en 24h, así como la intensidad en 24h:

$$Para\ \ t < 3h \qquad \frac{Pt}{P24h} = \left(\frac{t+b}{24}\right)^{n}$$

$$Para\ \ 3h \leq t \leq 24 \qquad \frac{Pt}{P24h} = \left(\frac{t}{24}\right)^{n}$$

$$Para\ \ t < 3h \qquad \frac{It}{I24h} = \left(\frac{t+b}{24}\right)^{n-1}$$

$$Para\ \ 3h \leq t \leq 24 \qquad \frac{It}{I24h} = \left(\frac{t}{24}\right)^{n-1}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 15

Subdivisión del territorio en zonas y subzonas pluviométricas en respecto a hg



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 16

Parámetros a y n

CUADRO I: 1-9: Valores de los parametros a y n que, junto con K', definen la curvas de probabilidad pluviométrica en cada punto de las subzonas.

Subzona	Estación	número total de estaciones	valor de n	valor de a
123_1	321 - 385	2	.357	32.2
123_3	384-787-805	3	.405	a=37.85-.0083 Y
123_{13}	244 - 193	2	.432	
123_5	850 - 903	2	.353	9.2
123_6	840-913-918 958	4	.380	11
123_8	654-674-679 709-713-714 732-745-752	9	.232	14.0
123_9	769	1	.242	12.1
123_{10}	446-557-594 653-672-696 708-711-712 715-717-724 757-773	14	.254	a=3.01 + .0025 Y
123_{11}	508-667-719 750-771	5	.286	a= .46 + .0023 Y
$\overset{5}{a}_2$	935 - 968	2	.301	$a=14.1 - .078\ D_c$
$\overset{5}{a}_5$	559	1	.303	a=-2.6 + .0031 Y
$\overset{5}{a}_{10}$	248	1	.434	a=5.80 + .0009 Y

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

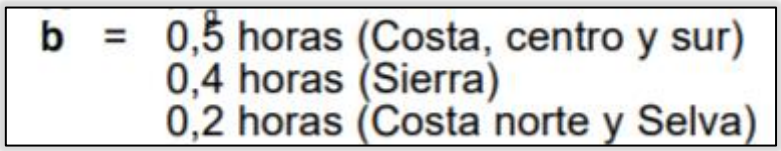
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 17

Parámetro b



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento MVCS, (2006).

"Para la determinación del evento de lluvia que se va a emplear se usa una tormenta de diseño que involucra la intensidad, duración y periodos de retorno" (Chow, Maidment, & Mays, 1994, pág. 465).

Para la determinación se las curvas IDF se empleará la formula empírica usada en USA

$$I = \frac{K * T^a}{D^b}$$

I : Intensidad de lluvia (mm/h)

T : Periodo de retorno (anos)

D : Duracion (minutos)

Donde K,a y b son constantes que se calculan mediante un analisis de correlacion lineal multiple y N es el número de datos ,de tal manera se obtiene un sistema de tres ecuaiones.

$$y = \log I\ ;\ x1 = \log T\ ;x2 = \log(c)\ ;\ \ a0 = \log K\ ;\ \ a1 = m\ ;\ a2 = -n$$

$$\sum y = N * a0 + a1 * \sum x1 \ + a2 * \sum x2$$

$$\sum (x1 * y) = a0 * \sum x1 \ + a1 * \sum x1^2 \ + a2 * \sum (x1 * x2)$$

$$\sum (x2 * y) = a0 * \sum x2 \ + a1 * \sum (x1 * x2) \ + a2 * \sum x2^2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.7. Escorrentía Superficial a través de los datos de lluvia

"Se define Escurrimiento, como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca" (Gámez, 2010, pág. 94).

2.2.4.8. Hidrograma

Representa gráficamente el comportamiento del caudal con relación al tiempo de una determinada corriente.

2.2.4.8.1. Hidrograma Unitario

"El hidrograma unitario de las t1 horas de una cuenca se define como el hidrograma de escorrentía directa resultante del 1 cm de lluvia neta caída en t1 horas, generada uniformemente sobre el área de la cuenca a una tasa uniforme" (Chereque, 1989, pág. 136).

2.2.4.8.2. Hidrograma Unitario Sintético

Ya que no se cuentan con registros lluvias y caudal resultante de eventos pasados se planteará un hidrograma sintético. Los procedimientos de hidrograma unitario sintético se utilizan para desarrollar HU para otros puntos en la corriente dentro de la misma cuenca o para cuencas adyacentes de carácter similar Los HU sintéticos se puede clasificar en tres grupos:

- ✓ Aquellos que relacionan las características del hidrograma (caudal pico, caudal base, etc.) con las características de la cuenca
- ✓ Aquellos basados en hidrogramas unitarios adimensionales
- ✓ Aquellos basados en modelos de almacenamiento en la cuenca. (Chow, Maidment, & Mays, 1994, pág. 231)

Es conveniente contar con métodos con los que puedan obtenerse hidrogramas unitarios usando únicamente datos de características generales de la cuenca,estos son los llamados hidrogramas sintéticos y hay una gran variedad; de ellos solo usaremos el de Snyder. (Aparicio, 1992)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Método Hidrograma Unitario Sintético de Snyder

"Snyder definió el hidrograma unitario estándar como aquel cuya duración de lluvia tr está relacionada con el retardo de cuenca tp por" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2006).

Este método es aplicable para cuencas con extensiones de 30 a 30000 km2.

$$tp = 5.5 * tr$$

$$tp = Ct * (L * Lc)^{0.3}$$

tp :Retardo de la cuenca (h)

tr :Duracion de la lluvia (h)

Ct :Coeficiente que varía entre 1.35 y 1.65 con los valores de pendiente menores a mayores respectivamente

L :Longitud del curso principal (km)

Lc : Longitud del curso principal al centro de gravedad (km)

El caudal pico por unidad de área de área de drenaje del hidrograma unitario estándar es:

$$qp = \frac{2.75 * Cp}{tp}$$

A partir de un hidrograma unitario deducido se obtienen los valores de su duración efectiva tR en horas, su tiempo de retardo en la cuenca tpR en horas y su caudal pico por unidad de área qpR, en (m3 /s.Km.cm). (Mejía, 2022)

$$tp = tpR + \frac{tr - tR}{4}$$

$$qpR = \frac{qp * tp}{tpR}$$

qp :Caudal pico (m3/s*km2)

Cp :Coeficiente que varía entre 0.56 y 0.69

tpR :Tiempo de retardo efectiva (h)

tR :Duracion efectiva (h)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

tpR :Tiempo de retardo efectiva (h)

qpR :Caudal pico por unidad de area (m3/s*km2*cm)

$$tb = \frac{5.56}{qpR}$$

$$W = Cw * qpR^{-1.08}$$

tb :Tiempo base (h)

W :Ancho del hidrograma (h)

Cw :Constante 1.22 para un ancho del 75% y 2.14 para un ancho del 50%.

2.2.4.8.3. Caudal Máximo

Para el diseño de la bocatoma en el rio Cañipia es necesario tener como dato del caudal de diseño que dependera del periodo de retorno.

Para casos en los que no se cuentan con datos de aforo de caudales en la cuenca haremos uso de los registros de precipitacion máxima en 24h. (Aparicio, 1992)

2.2.4.8.4. Sistema de Modelamiento Hidrológico (HMS-Hydrologic Modeling System)

"Con el modelo HEC-HMS, se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como producto de la precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2006).

2.2.4.9. Análisis de Máximas Avenidas

"La simulación de la variación de un hidrograma al recorrer un cauce se conoce como tránsito de avenidas en cauces" (Aparicio, 1992, pág. 102).

El tránsito de avenidas es un procedimiento que sirve para determinar el hidrograma de salida existen diferentes métodos para esto, para nuestro caso usaremos en el de Muskingum, este método modela el almacenamiento en un cauce, mediante la combinación de dos tipos de almacenamiento tal como se muestra en la siguiente figura. (Villon, 2016)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 18

Almacenamiento durante el paso de una avenida

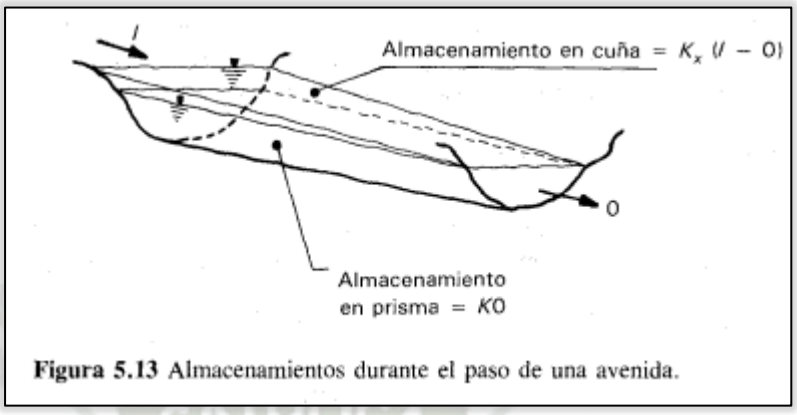


Figura 5.13 Almacenamientos durante el paso de una avenida.

Fuente: Aparicio, (1992)

Las variables de entrada del método de Muskingum son K y X, que se basan en mediciones de hidrogramas realizados en el cauce, K es una medida del tiempo en horas de transporte de una onda de un punto a otro y X es una variable adimensional que fluctúa entre 0 y 0.3, que tiene un valor típico de 0.2. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2006)

2.2.4.10. Necesidades de agua de riego

La cuantificación del consumo de agua o necesidades de agua de los cultivos es un elemento básico que se utiliza para dimensionar las obras de infraestructura de riego, así como planificar y programar el riego de los cultivos a nivel parcelario.La determinación del consumo de agua de los cultivos llamada evapotranspiración real se efectúa mediante la utilización de diferentes métodos. La mayoría de ellos utiliza variables climáticas como: evaporación de tanque clase “A”, temperatura, humedad relativa, radiación solar, entre otros. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2006)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.11. Capacidad de campo CC

"La capacidad de campo representa la cantidad de agua que un suelo bien drenado retiene en contra de las fuerzas gravitatorias, ósea la cantidad de agua remanente en el suelo cuando el drenaje descendente ha disminuido significativamente" (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006).

"Se determinó que las únicas variables que explican la variación de la CC y PMP con significación del 5% son la densidad aparente y el porcentaje de arena" (Chicas, Vanegas, & Garcia, 2014).

El modelo determinado se relaciona según:

$$CC = 67.31 - 33.77 * Da - 0.23 * \%Ar$$

CC : Capacidad de campo (%)

Da : Densidad aparente (g/cm3)

Ar : Porcentaje de arena (%)

2.2.4.12. Densidad aparente Da

"Representa la relación que existe entre el peso de suelo seco o peso de sólidos (Ps) o también masa de sólidos (Ms) y su volumen total (Vt) de una muestra de suelo no disturbada" (Vasquez, Vasquez, Vasquez, & Cañamero, 2017).

2.2.4.13. Punto de marchitez permanente PMP

"El punto de marchitez permanente es el contenido de humedad en el suelo en el cual las plantas se marchitan permanentemente" (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006).

Para Chicas, Vanegas, & Garcia, (2014) el modelo determinado se relaciona según:

$$PMP = 55.05 - 28.97 * Da - 0.23 * \%Ar$$

PMP : Punto de marchitez permanente (%)

Da : Densidad aparente (g/cm3)

Ar : Porcentaje de arena (%)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.14. Capacidad de estanque Ce

"La capacidad de este estanque determina cuántos días pueden transcurrir entre un riego y otro" (Ponce, 1999).

$$Ce = \frac{(CC - PMP)}{100} * Da * PR$$

Ce : Capacidad de estanque (cm)

CC : Capacidad de campo (%)

PMP : Punto de marchitez permanente (%)

Da : Densidad aparente (g/cm3)

PR : Profundidad de raiz (cm). (Ponce, 1999)

2.2.4.15. Lamina neta Ln

"La lámina neta corresponde a una altura de agua que es capaz de almacenar un suelo de cierta profundidad; así un suelo arcilloso tiene una mayor capacidad de estanque que un suelo arenoso" (Ponce, 1999).

$$Ln = \frac{(CC - PMP)}{100} * Da * PR * HFU$$

Ln : Lamina neta (cm)

Ce : Capacidad de estanque (cm)

CC : Capacidad de campo (%)

PMP : Punto de marchitez permanente (%)

Da : Densidad aparente (g/cm3)

PR : Profundidad de raiz (cm)

HFU : Porcentaje de humedad aprobechable (%). (Ponce, 1999)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.16. Frecuencia de riego FR

"Se define como el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos. Está determinado por el tipo de suelo, cultivo, clima o tasa de evapotranspiración potencial, precipitación efectiva, profundidad del suelo o profundidad de las raíces, entre otros" (Vasquez, Vasquez, Vasquez, & Cañamero, 2017).

$$FR = \frac{Ln}{Pe - Etc}$$

FR : Frecuencia de riego (dias)

Ln : Lamina neta (cm)

Etc :Evapotranspiracion bajo condiciones estandar (mm)

Pe :Preipitacion efectiva (mm)

2.2.4.17. Evapotranspiración

"En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal" (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006).

2.2.4.18. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)

ETo es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. ETo expresa el poder evaporante de la atmósfera en una localidad y época del año específicas, y no considera ni las características del cultivo, ni los factores del suelo. (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006)

En el presente trabajo se utilizará el método FAO Penman-Monteith.

2.2.4.19. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc)

"Se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas presentes en parcelas con un excelente manejo y adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo con las condiciones climáticas"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006).

Este parámetro es el resultado del producto entre la ETo y el coeficiente de cultivo.

2.2.4.20. Coeficiente único de cultivo Kc

El coeficiente único Kc incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo.Los coeficientes de cultivo varían para cada época del cultivo, en el Manual Evapotranspiración del cultivo de la FAO se encuentra una tabla de referencia para cada sembrío. (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion, 2006)

2.2.4.21. Balance Hídrico

Para conocer las temporadas de falta o exceso de agua se realizará un balance entre las entradas y salidas de agua que nos permita determinar un plan de cultivo y riego adecuado a la zona en estudio, la ecuación general del déficit es. (Organizacion de las Naciones Unidas para la Agriultura y la Alimentacion, 2001)

$$Deficit = salidas - entradas$$

$$Deficit = (Evt + pd + E) - (PP + dcs + \Delta d)$$

Evt: evapotranspiración

dp: percolación profunda

E: escorrentía

PP: precipitación

dca: ascenso capilar

Δd: variación de la reserva de humedad del suelo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.21.1. Requerimiento volumétrico de agua

"Es el volumen de agua que requiere una hectárea de cultivo" (Organizacion de las Naciones Unidas para la Agriultura y la Alimentacion, 2001).

$$Req = (Etc - Pe) * 10$$

Req :Requerimiento volumetrico (m3/ha)

Eto :Evapotranspiracion de referencia (mm)

Pe :Preipitacion efectiva (mm)

2.2.4.21.2. Eficiencia de riego

"Relación del agua benéficamente utilizada en los cultivos y el agua total utilizada en la práctica del riego" (Organizacion de las Naciones Unidas para la Agriultura y la Alimentacion, 2020).

Figura 19

Eficiencia del sistema de riego

Ef.Riego (gravedad) = 0.40
Ef.Riego (aspersión) = 0.70
Ef.Riego (goteo) = 0.90

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego, (2015)

2.2.4.21.3. Módulo de riego

"Es el caudal continuo de agua que requiere una ha de cultivo" (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

$$MR = \frac{\frac{1000}{3600 * \left(\frac{Ndias}{mes}\right) * (N\ hriego)}}{Ef}$$

MR :Modulo de riego (l/s/ha)

Ef :Eficiencia de riego (%)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.4.21.4. Caudal demandado

Es el caudal requerido para cumplir con el riego planteado.

$$Qdem = A * MR$$

Qdem :Caudal demandado (l/s)

A :Area de riego (ha)

MR :Modulo de riego (l/s/ha)

2.2.4.22. Criterios de selección del método de riego

Los criterios de selección tienen relación con el cultivo, suelo, topografía, y disponibilidad de agua; sin embargo, la selección de un determinado método de riego implica considerar otros factores tales como inversiones en equipos de riego, nivelación de tierras, obras hidráulicas, drenaje, etc. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001, p. 33)

2.2.5. Aspectos hidráulicos

2.2.5.1. Numero de Froude

"El número de Froude es un indicador del tipo de flujo y describe la importancia relativa de las fuerzas gravitacionales e inerciales" (Rocha, 2010).

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * L}}$$

F : Numero de Froude

V: Velocidad media (m/s)

L: Longitud caracteristica (m)

Si 0 < F < 1 el flujo tendra un regimen lento o subcritico

Si F = 1 el flujo tendra un regimen critico.

Si F > 1 el flujo tendra un regimen torrencial o super critico

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

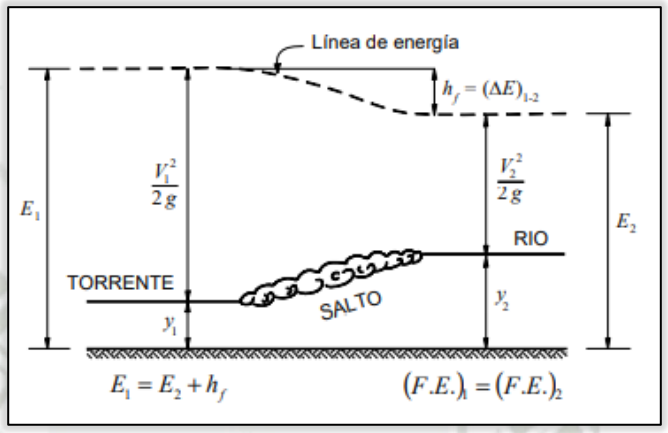
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.5.2. Salto hidráulico

"El salto hidraulico es el paso violento de un regimen supercritico a uno subcritico con gran disipacion de energia" (Rocha, 2010).

Figura 20

Resalto hidraulico



Fuente: Rocha, (2010)

La relación entre los tirantes conjugados está dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{y2}{y1} = \frac{1}{2} * (\sqrt{1 + 8 * F^2} - 1)$$

y1 : Tirante antes del resalto (m)

y2 : Tirante despues del resalto (m)

F : Numero de Froud

2.2.5.3. Formula de Manning

"Combinando la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad, la expresión para el cálculo del caudal que se obtiene es" (Villon, 2007).

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{2/3}$$

Q :Caudal (m3/s)

A :Area de la seccion transversal (m2)

R :Radio hidraulico (m)

S :pendiente de la linea de energia (m/m)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

n :Coeficiente de rugosidad de Manning

2.2.5.4. Bocatoma.

"Las obras de toma o bocatomas son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal" (Rocha, 2003, p. 2).

En el presente trabajo se estudiará la toma rústica existente, que es del tipo lateral aguas abajo del Puente Amistad en el rio Cañipia, del que se deriva una parte de su caudal total para su aprovechamiento en irrigación.

2.2.5.4.1. Tipos de bocatomas Para Mansen, señala que las bocatomas se pueden clasificar en 4:

A. Toma directa. Se trata de una toma que capta directamente mediante un canal lateral, que por lo general es un brazo fijo del río que permite discurrir un caudal mayor que el que se va a captar. **Toma Mixta o Convencional.** Se trata de una toma que realiza la captación mediante el cierre del río con una estructura llamada azud o presa de derivación, el cual puede ser fija o móvil dependiendo del tipo del material usado.

La captación en ese tipo de bocatomas se realiza por medio de una ventana que puede funcionar como orificio o vertedero dependiendo del tirante en el río.

C. Toma Móvil. Se llama así aquella toma que para crear la carga hidráulica se vale de un barraje móvil. A los barrajes con compuertas que permiten el paso del caudal de avenida a través de ellos se les conoce como barraje móvil.

D. Toma Tirolesa o Caucasiana. Son tomas cuyas estructuras de captación se encuentran dentro de la sección del azud, en un espacio dejado en él, protegido por una rejilla que impide el ingreso de materiales gruesos. El tipo de toma que se estudiará para este sistema de riego será la mixta o convencional. (Mansen, 2010)

2.2.5.4.2. Partes de una bocatoma. El manual de Rojas señala como partes de una bocatoma los siguientes elementos:**Ventanas de Captación.** Con compuertas para regular el gasto de entrada**Canal de Limpia.** Para

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

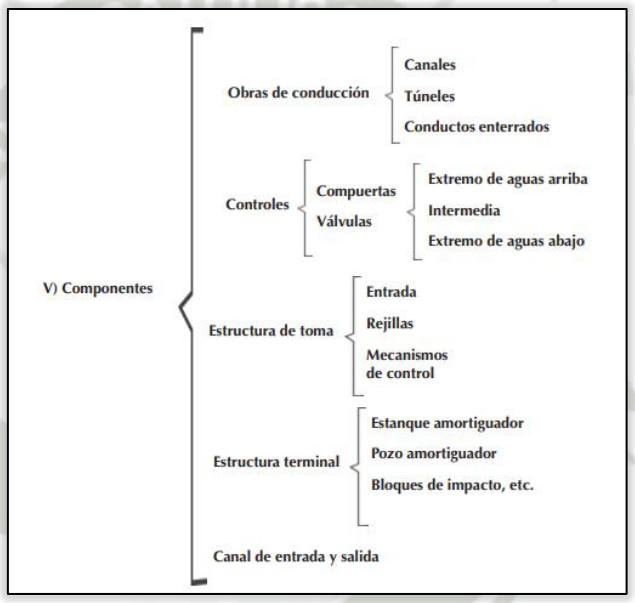
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

evacuar sedimentos.**Barraje.** Que puede ser fijo, móvil o mixto.**Trampas.** Para material de fondo y rejillas para material flotante.**Disipadores de Energía.** En los cambios de régimen.**Aliviaderos de Demasías.** Para evacuar los excedentes en la captación.**Muros de encauzamiento.** O muros de protección de la estructura.**Desrripiador y canal de purga.** Enrocado para evitar la erosión aguas abajo.**Compuertas.** Para operación de purga y captación. (Rojas, 2014)

Figura 21

Estructura General en una Bocatoma



Fuente: Pardo & Alegret, (2011)

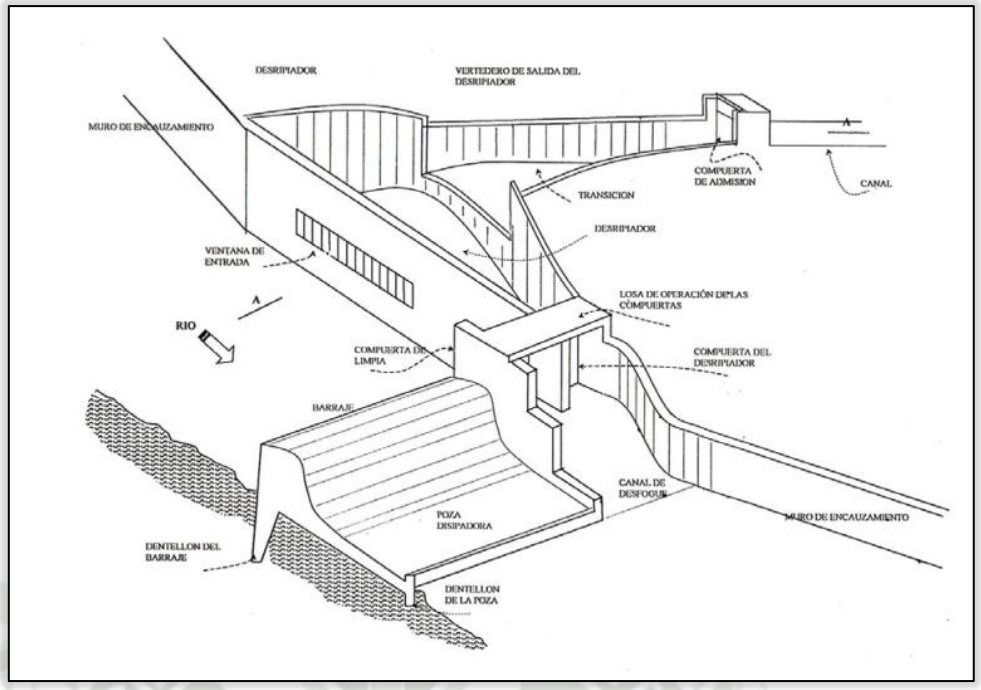
El número de elementos que conforman una bocatoma estará en función a muchas variables entre ellas: del uso que se le dé, necesidades que tenga la población, en base a los estudios hidrológicos, topográficos, geotécnicos y las condiciones en las que trabajará el sistema de toma de agua, no teniendo que diseñar el absoluto de los componentes.

Figura 22

Componentes de la bocatoma

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Fuente: Autoridad Nacional del Agua, (2010)

2.2.5.4.3. Condiciones de diseño en una bocatoma. El diseño de una bocatoma debe cumplir con las siguientes condiciones según Rocha: Asegurar la derivación permanente del Qd y demás.

- ✓ Proveer un sistema para dejar pasar la avenida de diseño, que tienen gran cantidad de sólidos y material flotante.
- ✓ Captar el mínimo de sólidos y disponer de medios apropiados para su evacuación.
- ✓ Estar ubicada en un lugar que presente condiciones favorables desde el punto de vista estructural y constructivo.
- ✓ Conservarse aguas abajo suficiente capacidad de transporte para evitar sedimentaciones.
- ✓ Tener un costo razonable. (Rocha, 2003)

2.2.5.5. Canal de regadío

En base a las deficiencias y condiciones actuales del canal de distribución de agua para regadío, se plantearán las modificaciones y mejoramiento del canal teniendo en cuenta las consideraciones teóricas para la correcta operatividad del canal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El caudal y la velocidad media del canal están dados por la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} * S^{2/3}$$

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{2/3}$$

Q :Caudal (m3/s)

v:Velocidad (m/s)

A :Area de la seccion transversal (m2)

R :Radio hidraulico (m)

S :pendiente de la linea de energia (m/m)

n :Coeficiente de rugosidad de Manning

La velocidad en la que trabajara el canal de regadio no debera ser menor que 0.3 m/s y no debera superar los 3m/s,considerando que el existente esta revestido con concreto. (Levi, 1991)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 23

Limites de velocidades en canales

Características de los suelos	Velocidades máximas (m/s)
Canales en tierra franca	0,60
Canales en tierra arcillosa	0,90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1,00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2,00
Canales revestidos con concreto	3,00
Canales en roca:	
pizarra	1,25
areniscas consolidadas	1,50
roca dura, granito, etc.	3 a 5

Fuente: Villon, (2007)

La pendiente a lo largo de la trayectoria debe estar dentro de los siguientes limites, teniendo en cuenta el tipo de suelo

2.2.6. Aspectos Estructurales

Para la construcción de las obras de toma demanda grandes cantidades de concreto, concreto ciclópeo, mampostería o similares; las estructuras que lo componen actúan por gravedad, por tanto, para alcanzar la estabilidad generalmente se analizan las siguientes fuerzas:

- ✓ Volteo
- ✓ Deslizamiento
- ✓ Peso propio
- ✓ Fuerza hidrostática
- ✓ Subpresión
- ✓ Empuje activo
- ✓ Empuje pasivo

El diseño hidráulico debe cumplir las verificaciones estructurales, caso contrario se procede al redimensionamiento hasta alcanzar las condiciones óptimas para el desempeño de la bocatoma. (Villon, 2007)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

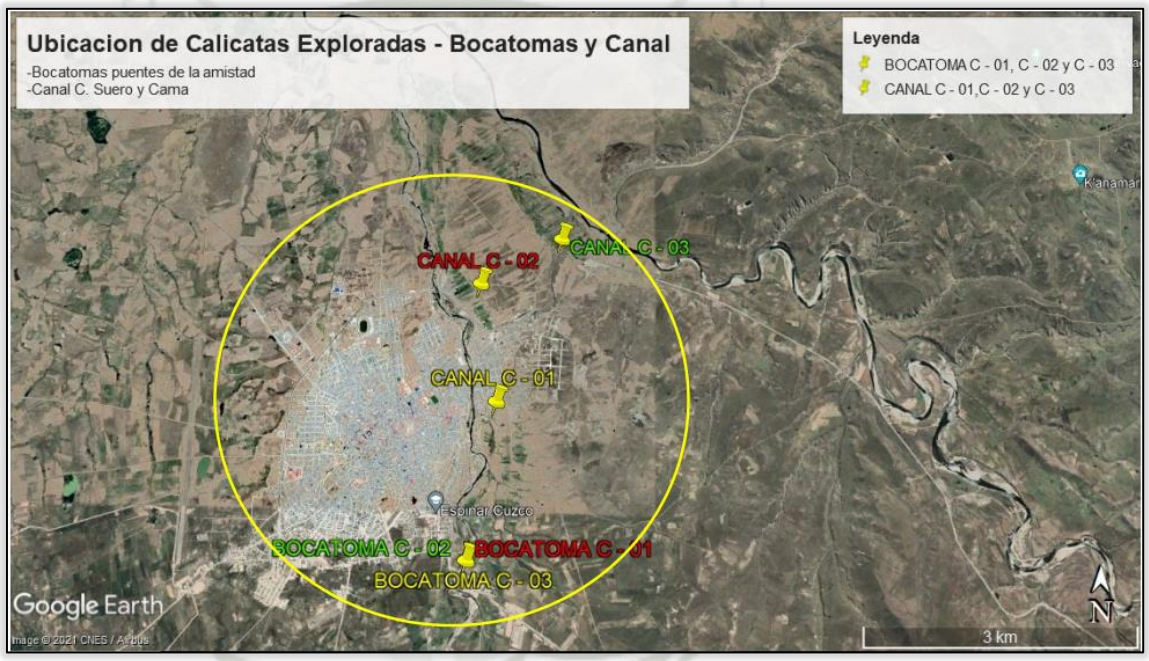
3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1. Análisis Geotécnico

Para el EMS se dividido en dos partes, la bocatoma y el canal, el primero ubicado en el Puente La Amistad del que se procedió a realizar 3 calicatas con una profundidad de 3m ; en el trayecto del canal de regadío se hicieron 3 calicatas con una profundidad de 1.5m,la siguiente figura 24 muestra la ubicación de los puntos en interés.

Figura 24

Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 25

Extracción de muestras de suelo en el canal



Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Excavación de calicatas en la toma



Fuente: Elaboración propia

El resumen de los estudios realizados encargado al laboratorio de suelos J&T Ingeotecnia SAC, del departamento de Cusco es el siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 2

Resumen del estudio geotécnico I

RESUMEN DEL ESTUDIO GEOTECNICO :"Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico-estructural del sistema de riego Yanacollpa de la Comunidad de Suero y Cama, Provincia de Espinar, departamento de Cusco"								J&TIngeotecnia sac ESTUDIOS & INGENIERIA				
SECTOR	TIPO DE EXPLORACION No.	DESDE	HASTA	Muestra No.	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	LÍMITE DE CONTRACCIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD	GRAVA	ARENA	No. 200 Fino (Limo y Arcilla)
BOCATOMA / CANAL	No.	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	No.	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	%	%	%
GEO	GEO	GEO	GEO	GEO	LAB	LAB	LAB		LAB	LAB	LAB	LAB
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 01	C - 01	0.00	0.30	M - 01	19.70	N.T.	NP	-	NP	6.64	56.20	37.16
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 02	C - 01	0.30	0.70	M - 02	17.69	N.T.	NP	-	NP	3.08	75.14	21.78
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 03	C - 01	0.70	2.00	M - 03	8.82	N.T.	NP	-	NP	67.48	25.68	6.83
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 01	C - 02	0.00	0.70	M - 01	14.40	28.93	14.20	-	14.73	0.00	20.35	79.65
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 02	C - 02	0.70	1.10	M - 02	33.29	41.00	32.60	-	8.40	0.00	18.25	81.75
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 03	C - 02	1.10	2.00	M - 03	17.06	N.T.	NP	-	NP	4.07	94.85	1.08
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 01	C - 03	0.00	0.70	M - 01	5.42	N.T.	NP	-	NP	26.12	68.04	5.84
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 02	C - 03	0.70	1.20	M - 02	18.47	N.T.	NP	-	NP	27.83	44.86	27.31
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 03	C - 03	1.20	2.00	M - 03	22.77	34.00	17.60	-	16.40	0.00	11.15	88.85
CANAL CALICATA - 01/ESTRATO - 01	C - 01	0.00	0.20	M - 01	13.49	N.T.	NP	-	NP	22.83	46.48	30.69
CANAL CALICATA - 01/ESTRATO - 02	C - 01	0.20	1.50	M - 02	12.58	N.T.	NP	-	NP	56.80	32.91	10.29
CANAL CALICATA - 02/ESTRATO - 01	C - 02	0.00	1.50	M - 01	6.85	N.T.	NP	-	NP	0.00	42.86	57.14
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 01	C - 03	0.00	0.20	M - 01	14.10	30.17	16.30	-	13.87	2.03	50.68	47.29
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 02	C - 03	0.20	0.70	M - 02	9.27	N.T.	NP	-	NP	43.30	42.14	14.56
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 03	C - 03	0.70	1.50	M - 03	9.83	N.T.	NP	-	NP	25.58	68.19	6.23

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3

Resumen del estudio geotécnico II

RESUMEN DEL ESTUDIO GEOTECNICO :"Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico-estructural del sistema de riego Yanacollpa de la Comunidad de Suero y Cama, Provincia de Espinar, departamento de Cusco"												J&TIngeotecnia sac ESTUDIOS & INGENIERIA
SECTOR	MATERIA ORGÁNICA.	COLOR	GRAVEDAD ESPECIFICA	PESO UNITARIO	índice de grupo	AASTHO	P ó W	SUCS	qu Compresino simple	COHESIÓN (C´)	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
BOCATOMA / CANAL	(%)	'	-	γ n (Ton/m³)	IG				(Kg/cm²)	(Kg/cm²)	(ϕ)	DESCRIPCION LABORATORIO
GEO			LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB	LAB
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 01	1.20	Marron	2.58	-	(1)	A-4	-	SM	-	-	28.85	Arena limosa de consistencia Estable ,suelo de colorMarron
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 02	-	Marron amarillento	2.38	-	(0)	A-2-4	-	SM	-	-	29.38	Arena limosa de consistencia Estable ,suelo de colorMarron amarillento
CALICATA - 01 BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD/ESTRATO - 03	-	Marron gris	2.57	-	(0)	A-1-a	-	GW - GM	-	0.07	30.48	Grava bien gradada con limo y arena de consistencia Estable ,suelo de colorMarron gris
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 01	1.25	Marron	2.32	-	(10)	A-6	-	CL	-	-	29.32	Arcilla de baja plasticidad con arena de consistencia Compacta ,suelo de colorMarron
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 02	-	Marron amarillento	2.35	-	(9)	A-5	-	ML	-	-	27.75	Limo de baja plasticidad con arena de consistencia Compacta ,suelo de colorMarron amarillento
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 02/ESTRATO - 03	-	Gris	2.57	1.81	(0)	A-1-b	-	SP	10.32	0.14	21.67	Arena pobremente gradada de consistencia Estable ,suelo de colorGris
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 01	1.08	Marron amarillento	2.47	-	(0)	A-1-b	-	SP - SM	-	-	32.78	Arena pobremente gradada con limo y grava de consistencia Estable ,suelo de colorMarron amarillento
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 02	-	Gris	2.45	-	(0)	A-2-4	-	SM	-	-	31.60	Arena limosa con grava de consistencia Estable ,suelo de colorGris
BOCATOMA PUENTE DE LA AMISTAD CALICATA - 03/ESTRATO - 03	-	Gris verduzco	2.30	1.75	(11)	A-6	-	CL	9.96	0.12	24.13	Arcilla de baja plasticidad de consistencia Blanda ,suelo de colorGris verduzco
CANAL CALICATA - 01/ESTRATO - 01	1.28	Marron	2.48	-	(0)	A-2-4	-	SM	-	-	28.15	Arena limosa con grava de consistencia Estable ,suelo de colorMarron
CANAL CALICATA - 01/ESTRATO - 02	-	Marron Gris	2.58	-	(0)	A-1-a	-	GP - GM	-	-	31.01	Grava pobremente gradada con limo y arena de consistencia Estable ,suelo de colorMarron Gris
CANAL CALICATA - 02/ESTRATO - 01	-	Marron con tonalidad a rojo	2.23	1.16	(5)	A-4	-	ML	-	-	28.66	Limo arenoso de baja plasticidad de consistencia Estable ,suelo de colorMarron con tonalidad a rojo
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 01	0.89	Marron	2.44	-	(4)	A-6	-	SC	-	-	28.21	Arena arcillosa de consistencia Estable ,suelo de colorMarron
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 02	-	Marron	2.54	-	(0)	A-1-b	-	GM	-	-	31.84	Grava limosa con arena de consistencia Estable ,suelo de colorMarron
CANAL CALICATA - 03/ESTRATO - 03	-	Gris oscuro	2.59	1.71	(0)	A-1-b	-	SP - SM	-	-	31.87	Arena pobremente gradada con limo y grava de consistencia Estable ,suelo de colorGris oscuro

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

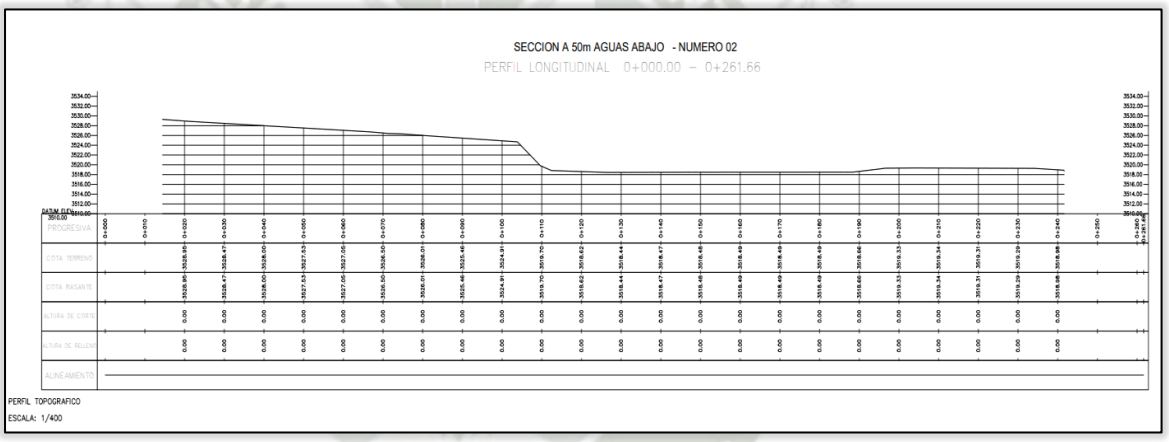
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2. Análisis Topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico se hizo uso de una estación total,2 prismas, pintura, cuaderno de anote y lapicero; el trabajo de campo se dividió en dos partes, se empezó por tomar las coordenadas del BM en el puente La Amistad, aguas arriba se levantó una longitud aproximada de 600 m y 300 m aguas abajo ,en el anexo 7 se adjuntan los planos del trayecto del rio Cañipia, así como los cortes transversales de este a cada 50m ,un ejemplar de estos es la imagen 27 el ancho de rio promedio a usarse en el diseño será de 83m,cabe resaltar que el ancho del rio incrementa aguas abajo del puente.

Figura 27

Sección aguas abajo del rio Cañipia



Fuente: Elaboración propia

El levantamiento del canal tiene como punto de referencia el BM en el puente La Amistad, iniciándose en la compuerta de la toma existente +0.00 km y finalizando en la progresiva +8.334 km ubicado en el ovalo de la carretera Cusco-Arequipa-Espinar, el canal tiene una curva importante en la progresiva +6.00 km; después de procesar los datos del levantamiento topográfico se obtuvo una pendiente promedio es 0.019 m/m que se adjuntan en el anexo 7, planos de la vista en planta y secciones del canal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3. Análisis Estadístico

La tabla 4 muestra l registro de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Yauri ,se tuvo acceso a esta información gracias al SENAMHI ;a partir de esto se puede comenzar el análisis estadístico de esta data ;la imagen 28 muestra el histograma del registro de lluvias máximas anuales.

Tabla 4

Registro de Pmax 24h – Estación Yauri

REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS - ESTACIO YAURI													
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	Pm 24h
1964			22.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	19.2	19.5	22.0
1965	22.5	14.4	20.2	15.0	0.0	0.0		0.0	5.5	8.5	8.5	22.2	22.5
1966	29.2	24.5	13.2	3.5	10.5	0.0	0.0	0.0	5.5	32.0	8.4	14.4	32.0
1967	9.5	10.7	18.1	23.7	11.2	0.0	4.5	4.2	9.2	22.5	10.5	12.5	23.7
1968	20.0	14.1	23.5	9.5	0.0	4.5	13.0	10.5	6.0	19.5	20.0	17.0	23.5
1969	20.5	19.1	16.4	17.0	0.0	0.0	5.0		0.0	0.0			20.5
1970			5.5	9.5	0.0	0.0	0.0	5.5	19.0	5.6	10.0	17.0	19.0
1971	16.1	17.8	16.0	17.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	4.3	3.5	17.6	17.8
1972	15.8	13.6	12.0	10.2	0.0	0.0	8.0	4.6	7.6	8.6	9.4	23.1	23.1
1973	29.8	22.0	23.0	16.2	8.6	0.0	1.8	2.5	22.2	15.0	20.8	15.0	29.8
1974	22.0	19.8	13.8	18.0	1.4	15.2	0.0	20.6	8.8	9.4	6.0	8.8	22.0
1975	17.6	18.6	14.8	10.6	16.4	5.6	0.0	0.0	0.0	5.8	8.0	12.6	18.6
1976	14.6	13.0	11.6	8.4	11.8	14.2	0.0	13.8	11.0	1.6	10.6	10.2	14.6
1977	8.6	16.0	9.6	0.0	1.4	0.0	6.2	0.0	5.6	9.4	8.2	7.8	16.0
1978	19.2	6.8	6.8	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			19.2
1986											5.1	28.2	28.2
1987	26.0	6.0	10.3	9.0	0.0	10.0	12.4						26.0
1988	55.7						4.3	0.0	6.3	6.6	8.4		55.7
1991				30.4	8.6	20.0	0.0	0.0	25.0				30.4
1992						8.0	0.0	33.8	0.0	15.8	21.7	9.0	33.8
1993	34.9	30.7	34.0	22.0	3.0	0.0	0.8	5.6	4.2	24.2	39.0	33.2	39.0
1994	26.2	35.8	23.0	10.9	14.8	0.0	0.0	0.0	12.0	5.0	34.0	17.4	35.8
1995	35.3	25.8	34.2	23.8	2.7	0.0	0.0	2.8	6.5	27.8	11.7	21.4	35.3
1996	23.6	33.0	24.0	20.2	8.3	0.0	0.0	7.1	10.1	6.5	12.6	20.7	33.0
1997	30.3	23.2	15.3	13.0	2.2	0.0	0.0	11.8	16.0	5.0	20.8	37.2	37.2
1998	42.7	28.4	13.2	6.0	0.0	2.5	0.0	1.6	0.8	20.6	16.9	15.9	42.7
1999	23.8	34.7	24.2	40.4	3.6	0.0	0.0	0.8	13.0	12.0	17.9	21.1	40.4
2000	26.6	26.1	31.1	11.1	3.5	3.9	0.0	6.5	5.7	17.0	7.4	27.3	31.1
2001	24.5	27.0	30.8	27.1	14.7	0.9	3.8	2.0	1.5	10.9	10.5	17.4	30.8
2002	28.5	31.0	20.8	9.1	12.6	0.5	10.6	0.0	14.8	12.9		22.4	31.0
2003	32.5	24.3	26.2	9.3	3.2	0.8	0.0	5.5	16.7	5.5	31.5	22.4	32.5
2004	50.3	27.8	33.0	24.0	0.0	1.8	5.3	12.0	8.8	14.6	26.1	26.8	50.3
2005	11.3	35.6	22.5	13.9	1.1		0.0	3.0	2.6	12.6	8.2	34.4	35.6
2006	43.4	23.8	36.4	21.4	0.8	3.1	0.0	8.8	10.0	21.7	15.7	19.0	43.4
2007	37.0	15.0	16.3	11.0	2.7	0.0	3.4	0.0	6.3	13.5	13.7	27.5	37.0
2008	27.6	23.2	23.5	1.2	2.3	5.3	0.0	0.0	0.2	23.0	22.4	13.1	27.6

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

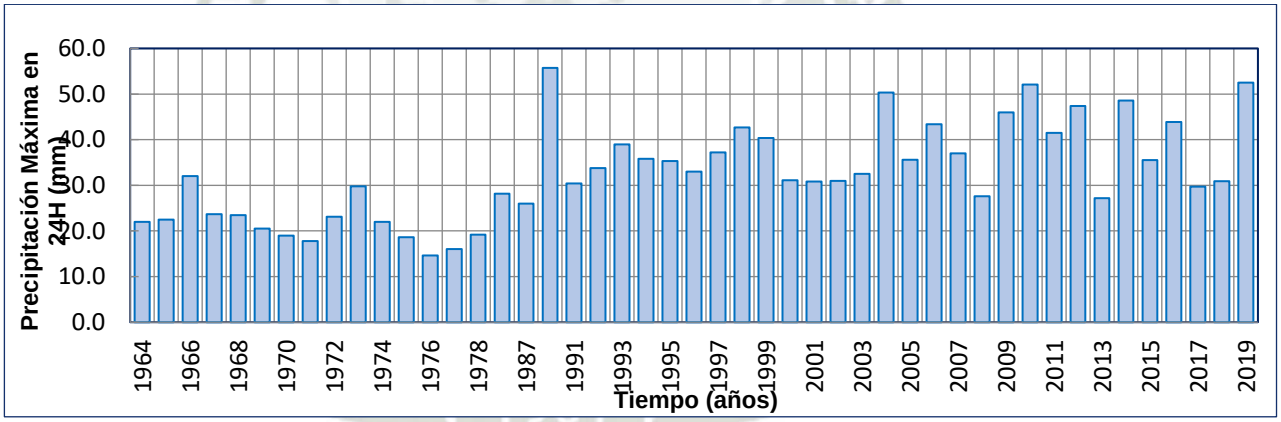
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2009	17.6	21.9	17.0	11.8	3.2	0.0	1.4	0.0	1.3	18.7	38.0	46.0	46.0
2010	22.4	37.6	52.1	14.2	5.3	0.0	0.0	0.0	1.1	6.8	11.2	32.6	52.1
2011	41.5	38.3	16.3	19.6	7.3	0.0	1.2		13.9	7.8	16.5	30.3	41.5
2012	24.3	47.4	28.4	14.0	9.9	0.0	0.1	0.0	8.8	8.7	18.8		47.4
2013	24.7	19.5	22.9	5.3	1.7	8.4	1.6	16.9	0.0	6.9	15.7	27.2	27.2
2014	17.0	26.9	11.6	15.5	3.5	0.0	1.8	3.5	9.9	31.8	6.9	48.6	48.6
2015	29.9	26.0	15.3	29.7	8.4	0.5	0.8	6.8	7.1	8.0	8.2	35.5	35.5
2016	43.9	23.4	22.1	43.9	1.7	0.1	8.9	3.1	2.9	12.2	7.9	31.1	43.9
2017	29.7	19.5	26.3	21.0	4.6	0.1	3.1	0.0	3.6	25.2	15.4	25.0	29.7
2018	25.0	30.9	26.1	7.0	0.8	3.8	11.2	29.0	2.0	25.8	22.2	16.3	30.9
2019	52.5	41.1	26.5	14.1	7.9			0.0	1.6				52.5
PROMEDIO	27.5	24.3	21.2	15.6	4.5	2.6	2.5	5.2	7.0	12.9	15.3	22.6	32.7
DESV. EST.	11.2	9.2	9.0	9.3	4.8	4.7	3.8	7.8	6.2	8.5	8.8	9.6	10.6
MÁXIMO	55.7	47.4	52.1	43.9	16.4	20.0	13.0	33.8	25.0	32.0	39.0	48.6	55.7
MÍNIMO	8.6	6.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	7.8	14.6
Nº Datos	42	41	43	44	44	43	44	43	45	43	41	40	47

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022).

Figura 28

Histograma del registro histórico - Estacion Yauri



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022).

3.3.1. Prueba de datos dudosos

El SENAMHI proporciono un registro de precipitaciones máximas en 24 horas de 47 años, de los cuales se extrajeron los valores máximos anuales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5

Prueba de datos dudosos

PRUEBA DE DATOS DUDOSOS				
Nº Datos	**Año**	**Jerarquía**	**P24**	**log(P24)**
1	1964	39	22.00	1.34
2	1965	38	22.50	1.35
3	1966	23	32.00	1.51
4	1967	35	23.70	1.37
5	1968	36	23.50	1.37
6	1969	41	20.50	1.31
7	1970	43	19.00	1.28
8	1971	45	17.80	1.25
9	1972	37	23.10	1.36
10	1973	29	29.80	1.47
11	1974	39	22.00	1.34
12	1975	44	18.60	1.27
13	1976	47	14.60	1.16
14	1977	46	16.00	1.20
15	1978	42	19.20	1.28
16	1986	31	28.20	1.45
17	1987	34	26.00	1.41
18	1988	1	55.70	1.75
19	1991	28	30.40	1.48
20	1992	20	33.80	1.53
21	1993	13	39.00	1.59
22	1994	16	35.80	1.55
23	1995	19	35.30	1.55
24	1996	21	33.00	1.52
25	1997	14	37.20	1.57
26	1998	10	42.70	1.63
27	1999	12	40.40	1.61
28	2000	24	31.10	1.49
29	2001	27	30.80	1.49
30	2002	25	31.00	1.49
31	2003	22	32.50	1.51
32	2004	4	50.30	1.70
33	2005	17	35.60	1.55
34	2006	9	43.40	1.64
35	2007	15	37.00	1.57
36	2008	32	27.60	1.44
37	2009	7	46.00	1.66
38	2010	3	52.10	1.72
39	2011	11	41.50	1.62
40	2012	6	47.40	1.68
41	2013	33	27.20	1.43
42	2014	5	48.60	1.69
43	2015	18	35.50	1.55
44	2016	8	43.90	1.64
45	2017	30	29.70	1.47

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

46	2018	26	30.90	1.49
47	2019	2	52.50	1.72

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

Tabla 6

Parámetros estadísticos

Parámetros estadísticos		
Numero de datos n	47	47
Máximo	55.70	1.75
Mínimo	14.60	1.16
Promedio $\bar{y}$	32.69	1.49
Desviación estándar sy	10.57	0.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Rango de precipitaciones

Rango de precipitaciones		
YH	1.89	
YL	1.09	
PH	**78.11**	**mm**
PL	**12.29**	**mm**

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo las recomendaciones del Water Resources Council descritas en el marco teórico se obtuvo los umbrales de datos dudosos altos y bajos YH=1.89 YL=1.09 ,los cuales están expresados en unidades logarítmicas, así mismo para una cantidad de 47 datos le corresponde según la ilustración 9 un Kn = 2.744,estos valores son necesarios para determinar la precipitación máxima PH=78.11mm y mínima PL=12.29mm los cuales limitan el rango de valores aceptables; se observó que los 47 valores de Pmax 24h se encuentran dentro de los márgenes, por lo tanto podemos proseguir con el análisis siguiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.3.2. Distribuciones teóricas

Con los datos de las precipitaciones máximas en 24h se hallaron los modelos probabilísticos comúnmente utilizados tales como la distribución normal, log normal de 2 y 3 parámetros, gamma de 2 y 3 parámetros, log Pearson tipo 3, Gumbel y log Gumbel, la tabla número 7 muestra un resumen de las probabilidades teóricas para cada distribución; contando con estos cálculos es posible evaluar y elegir al que mejor se ajuste a nuestros datos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 8

Distribución de probabilidades

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES																		
Orden	Precipitacion max 24h	Probabilidad empirica	NORMAL		LOG – NORMAL 2 PARAMETROS		LOG – NORMAL 3 PARAMETROS		GAMMA 2 PARAMETROS		GAMMA 3 PARAMETROS		LOG PEARSON TIPO 3		GUMBEL		LOG GUMBEL	
			Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov - Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov - Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov	Probabilidad teorica	Estadistico de Smirnov – Kolmogorov
N	X	P(X)	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ	F(X)	Δ
1	14.6	0.0208	0.0435	0.0227	0.0128	0.0080	0.0216	0.0008	0.0189	0.0019	0.0319	0.0111	0.0056	0.0152	0.0064	0.0144	0.0001	0.0207
2	16	0.0417	0.0571	0.0154	0.0249	0.0168	0.0343	0.0074	0.0318	0.0099	0.0457	0.0040	0.0154	0.0263	0.0142	0.0275	0.001	0.0407
3	17.8	0.0625	0.0794	0.0169	0.05	0.0125	0.0578	0.0047	0.0561	0.0064	0.0692	0.0067	0.0403	0.0222	0.0327	0.0298	0.0098	0.0527
4	18.6	0.0833	0.0912	0.0079	0.0649	0.0184	0.0711	0.0122	0.0700	0.0133	0.0821	0.0012	0.0566	0.0267	0.0448	0.0385	0.0199	0.0634
5	19	0.1042	0.0976	0.0066	0.0733	0.0309	0.0784	0.0258	0.0776	0.0266	0.0891	0.0151	0.0659	0.0383	0.0519	0.0523	0.027	0.0772
6	19.2	0.1250	0.1009	0.0241	0.0778	0.0472	0.0823	0.0427	0.0817	0.0433	0.0927	0.0323	0.0709	0.0541	0.0558	0.0692	0.0311	0.0939
7	20.5	0.1458	0.1243	0.0215	0.1101	0.0357	0.1103	0.0355	0.1108	0.0350	0.1188	0.0270	0.1079	0.0379	0.085	0.0608	0.0669	0.0789
8	22	0.1667	0.1559	0.0108	0.1547	0.0120	0.1489	0.0178	0.1507	0.0160	0.1542	0.0125	0.1594	0.0073	0.1281	0.0386	0.1265	0.0402
9	22	0.1875	0.1559	0.0316	0.1547	0.0328	0.1489	0.0386	0.1507	0.0368	0.1542	0.0333	0.1594	0.0281	0.1281	0.0594	0.1265	0.0610
10	22.5	0.2083	0.1674	0.0409	0.1712	0.0371	0.1632	0.0451	0.1654	0.0429	0.1672	0.0411	0.1783	0.0300	0.1446	0.0637	0.1499	0.0584
11	23.1	0.2292	0.1821	0.0471	0.1917	0.0375	0.1812	0.0480	0.1840	0.0452	0.1837	0.0455	0.2018	0.0274	0.1656	0.0636	0.1796	0.0496
12	23.5	0.2500	0.1922	0.0578	0.206	0.0440	0.1938	0.0562	0.1968	0.0532	0.1951	0.0549	0.2179	0.0321	0.1803	0.0697	0.2002	0.0498
13	23.7	0.2708	0.1975	0.0733	0.2132	0.0576	0.2002	0.0706	0.2034	0.0674	0.2009	0.0699	0.2261	0.0447	0.1879	0.0829	0.2107	0.0601
14	26	0.2917	0.2633	0.0284	0.3014	0.0097	0.2802	0.0115	0.2846	0.0071	0.2741	0.0176	0.3233	0.0316	0.2824	0.0093	0.3347	0.0430
15	27.2	0.3125	0.3017	0.0108	0.3495	0.0370	0.3254	0.0129	0.3301	0.0176	0.316	0.0035	0.3745	0.0620	0.3352	0.0227	0.3978	0.0853
16	27.6	0.3333	0.315	0.0183	0.3657	0.0324	0.3409	0.0076	0.3455	0.0122	0.3304	0.0029	0.3915	0.0582	0.353	0.0197	0.4181	0.0848
17	28.2	0.3542	0.3355	0.0187	0.3899	0.0357	0.3643	0.0101	0.3689	0.0147	0.3523	0.0019	0.4165	0.0623	0.3798	0.0256	0.4478	0.0936
18	29.7	0.3750	0.3886	0.0136	0.45	0.0750	0.4236	0.0486	0.4279	0.0529	0.4085	0.0335	0.4773	0.1023	0.4462	0.0712	0.517	0.1420
19	29.8	0.3958	0.3923	0.0035	0.454	0.0582	0.4275	0.0317	0.4319	0.0361	0.4123	0.0165	0.4812	0.0854	0.4505	0.0547	0.5214	0.1256
20	30.4	0.4167	0.4142	0.0025	0.4775	0.0608	0.4513	0.0346	0.4554	0.0387	0.4352	0.0185	0.5045	0.0878	0.4765	0.0598	0.5468	0.1301
21	30.8	0.4375	0.429	0.0085	0.4929	0.0554	0.4671	0.0296	0.4710	0.0335	0.4505	0.0130	0.5196	0.0821	0.4935	0.0560	0.5631	0.1256
22	30.9	0.4583	0.4328	0.0255	0.4968	0.0385	0.471	0.0127	0.4749	0.0166	0.4543	0.0040	0.5233	0.0650	0.4977	0.0394	0.567	0.1087
23	31	0.4792	0.4365	0.0427	0.5006	0.0214	0.4749	0.0043	0.4788	0.0004	0.4581	0.0211	0.5271	0.0479	0.502	0.0228	0.571	0.0918
24	31.1	0.5000	0.4402	0.0598	0.5044	0.0044	0.4788	0.0212	0.4827	0.0173	0.4619	0.0381	0.5308	0.0308	0.5061	0.0061	0.5749	0.0749
25	32	0.5208	0.474	0.0468	0.5381	0.0173	0.5138	0.0070	0.5172	0.0036	0.4962	0.0246	0.5632	0.0424	0.5431	0.0223	0.6086	0.0878
26	32.5	0.5417	0.4929	0.0488	0.5563	0.0146	0.533	0.0087	0.5361	0.0056	0.5152	0.0265	0.5805	0.0388	0.563	0.0213	0.6262	0.0845
27	33	0.5625	0.5117	0.0508	0.5742	0.0117	0.5519	0.0106	0.5547	0.0078	0.534	0.0285	0.5973	0.0348	0.5824	0.0199	0.6429	0.0804
28	33.8	0.5833	0.5419	0.0414	0.6018	0.0185	0.5815	0.0018	0.5838	0.0005	0.5637	0.0196	0.6231	0.0398	0.6122	0.0289	0.6682	0.0849
29	35.3	0.6042	0.5976	0.0066	0.6506	0.0464	0.6345	0.0303	0.6359	0.0317	0.6177	0.0135	0.6679	0.0637	0.6643	0.0601	0.7105	0.1063
30	35.5	0.6250	0.6049	0.0201	0.6568	0.0318	0.6413	0.0163	0.6426	0.0176	0.6247	0.0003	0.6735	0.0485	0.6709	0.0459	0.7157	0.0907
31	35.6	0.6458	0.6085	0.0373	0.6599	0.0141	0.6447	0.0011	0.6459	0.0001	0.6282	0.0176	0.6763	0.0305	0.6741	0.0283	0.7182	0.0724
32	35.8	0.6667	0.6158	0.0509	0.6659	0.0008	0.6513	0.0154	0.6525	0.0142	0.6351	0.0316	0.6818	0.0151	0.6805	0.0138	0.7233	0.0566
33	37	0.6875	0.6583	0.0292	0.7007	0.0132	0.69	0.0025	0.6904	0.0029	0.6753	0.0122	0.7132	0.0257	0.717	0.0295	0.7514	0.0639
34	37.2	0.7083	0.6653	0.0430	0.7063	0.0020	0.6961	0.0122	0.6965	0.0118	0.6818	0.0265	0.7181	0.0098	0.7227	0.0144	0.7558	0.0475
35	39	0.7292	0.7248	0.0044	0.7526	0.0234	0.7482	0.0190	0.7477	0.0185	0.7369	0.0077	0.7593	0.0301	0.7703	0.0411	0.7915	0.0623
36	40.4	0.7500	0.7672	0.0172	0.7845	0.0345	0.7842	0.0342	0.7832	0.0332	0.7756	0.0256	0.7873	0.0373	0.8023	0.0523	0.815	0.0650
37	41.5	0.7708	0.7978	0.0270	0.8071	0.0363	0.8097	0.0389	0.8084	0.0376	0.8032	0.0324	0.8072	0.0364	0.8247	0.0539	0.8314	0.0606
38	42.7	0.7917	0.8283	0.0366	0.8294	0.0377	0.8349	0.0432	0.8334	0.0417	0.8306	0.0389	0.8268	0.0351	0.8466	0.0549	0.8473	0.0556
39	43.4	0.8125	0.8446	0.0321	0.8414	0.0289	0.8483	0.0358	0.8467	0.0342	0.8453	0.0328	0.8373	0.0248	0.8581	0.0456	0.8558	0.0433
40	43.9	0.8333	0.8556	0.0223	0.8494	0.0161	0.8574	0.0241	0.8557	0.0224	0.8552	0.0219	0.8444	0.0111	0.8659	0.0326	0.8615	0.0282
41	46	0.8542	0.8961	0.0419	0.8795	0.0253	0.8907	0.0365	0.8890	0.0348	0.8917	0.0375	0.8711	0.0169	0.8944	0.0402	0.8827	0.0285
42	47.4	0.8750	0.9181	0.0431	0.8965	0.0215	0.9091	0.0341	0.9075	0.0325	0.9117	0.0367	0.8863	0.0113	0.9101	0.0351	0.8947	0.0197
43	48.6	0.8958	0.9339	0.0381	0.9092	0.0134	0.9227	0.0269	0.9212	0.0254	0.9264	0.0306	0.8978	0.0020	0.9218	0.0260	0.9037	0.0079
44	50.3	0.9167	0.9522	0.0355	0.9248	0.0081	0.939	0.0223	0.9376	0.0209	0.9438	0.0271	0.9121	0.0046	0.9359	0.0192	0.915	0.0017
45	52.1	0.9375	0.9669	0.0294	0.9385	0.0010	0.9528	0.0153	0.9517	0.0142	0.9583	0.0208	0.9251	0.0124	0.9482	0.0107	0.9253	0.0122
46	52.5	0.9583	0.9696	0.0113	0.9412	0.0171	0.9555	0.0028	0.9544	0.0039	0.961	0.0027	0.9276	0.0307	0.9506	0.0077	0.9273	0.0310
47	55.7	0.9792	0.9853	0.0061	0.9591	0.0201	0.9723	0.0069	0.9716	0.0076	0.9779	0.0013	0.9453	0.0339	0.9662	0.0130	0.9415	0.0377

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3.3. Prueba de bondad de ajuste

La prueba de bondad aplicado es el ajuste de Smirnov – Kolmogorov, para esto se determinó la probabilidad teórica para cada distribución, así como también se determinó el estadístico de Smirnov – Kolmogorov, resultado de la diferencia entre la probabilidad teórica y empírica para cada precipitación, la tabla 9 muestra los resultados de esta diferencia por cada distribución.

Tabla 9

Prueba de bondad Kolmogorov-Smirnov

PRUEBA DE BONDAD KOLMOGOROV -SMIRNOV			
Distribución teórica	DELTA		
	Estadístico de Smirnov - Kolmogorov o delta teórico	Estadístico de Smirnov - Kolmogorov critico o delta tabular	Δc - Δt
	Δt	Δc	
NORMAL	0.0733	0.1984	0.1250
LOG - NORMAL 2 P	0.0750	0.1984	0.1234
LOG - NORMAL 3 P	0.0706	0.1984	0.1277
GAMMA 2 P	0.0674	0.1984	0.1309
GAMMA 3 P	0.0699	0.1984	0.1284
LOG PEARSON TIPO 3	0.1023	0.1984	0.0961
GUMBEL	0.0829	0.1984	0.1154
LOG GUMBEL	0.1420	0.1984	0.0564

Fuente: Elaboración propia

El estadístico de Smirnov – Kolmogorov o delta teórico es menor que el delta critico 0.1984 con un nivel de significación de 0.05 para todas las distribuciones, lo cual significa que los datos se ajustan a todos los modelos probabilísticos, pero la mayor diferencia y la que mejor describe el comportamiento de la precipitación máxima en 24h es la Gamma 2 parámetros con un valor de 0.0674 ,por lo cual trabajaremos con esta distribución.

Las precipitaciones máximas en 24h corregidas para distintos periodos de retorno se muestran en la tabla 9:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 29

Coeficientes de precipitación según el número de observaciones

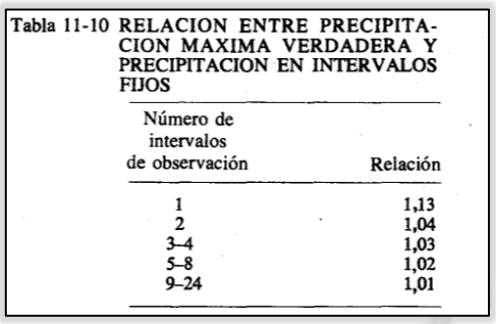


Tabla 11-10 RELACION ENTRE PRECIPITACION MAXIMA VERDADERA Y PRECIPITACION EN INTERVALOS FIJOS

Número de intervalos de observación	Relación
1	1,13
2	1,04
3–4	1,03
5–8	1,02
9–24	1,01

Fuente: Linsley, Kholer, & Paulus, (1975)

Tabla 10

Distribución Gamma 2 parámetros

DISTRIBUCION GAMMA 2P		
T	P máx. 24h	P máx. 24h (corregida)
años	mm	mm
2	31.55	32.81
5	41.12	42.76
10	46.80	48.67
20	51.86	53.93
25	53.39	55.53
50	57.95	60.27
100	62.24	64.73
200	66.33	68.98
500	71.46	74.32

Fuente: Elaboración propia

Se hallaron las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno usando la distribución Gamma de 2 parámetros; de acuerdo con la Organización Meteorológica Mundial OMM se debe hacer una corrección de datos en función al número de lecturas como muestra la figura 29, como Senamhi realiza dos observaciones durante el día de las precipitaciones 7:00 am y 7:00pm su coeficiente correspondiente según la figura 29 es 1.04; la tabla 10 muestra las precipitaciones máximas en 24 h corregidas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4. Análisis hidrológico

3.4.1. Delimitación de la cuenca

La subcuenca del rio Cañipia se encuentra dentro de la cuenca Salado la cual pertenece a la Inter cuenca Alto Apurímac, esta unidad hidrográfica pertenece a la Región hidrográfica Amazonas.

Se realizó la delimitación de la subcuenca Cañipia haciendo uso de la herramienta ArcMap 10.1 obteniéndose la figura 30; esta herramienta nos es útil para determinar la longitud del cauce principal, así como definir las características de la cuenca que más adelante se detallarán.

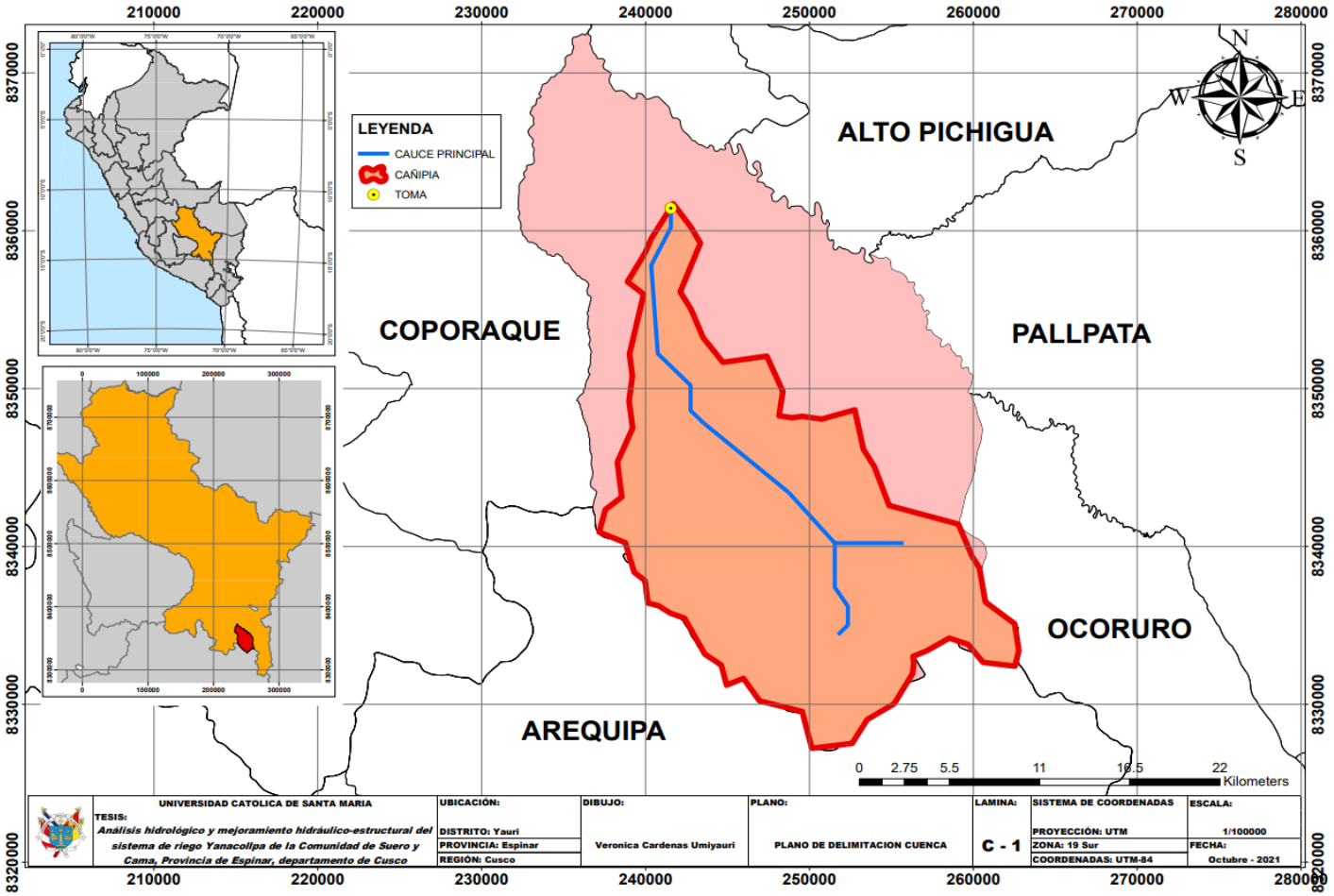
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 30

Delimitación de la cuenca Cañipia



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.2. Caracterización de la subcuenca

Los parámetros geomorfológicos necesarios de la subcuenca Cañipia fueron hallados por las cartas nacionales, haciendo uso del software ArcMap 10.1; la tabla 11 muestra el resumen de las características.

Tabla 11

Características de la microcuenca

CARACTERISTICAS DE LA MICROCUENCA				
Características		**Símbolo**	**Unidad**	**Valor**
CUENCA	Área	**A**	km2	382.88
	Perímetro cuenca	**P**	km	103.83
	Pendiente cuenca	**m**	m/m	0.07
	Coordenada X centroide cuenca	**X**		248138.55
	Coordenada y centroide cuenca	**Y**		8341249.10
	Distancia del centroide - desembocadura cauce	**Lcd**	km	21.22
CAUCE PRINCIPAL	Desnivel cauce	**Dif C**	m	548.41
	Longitud cauce principal	**L**	km	32.41
	Cota máxima cauce	**C1**	msnm	4094.74
	Cota mínima cauce	**C2**	msnm	3546.33
	Pendiente cauce	**m**	m/m	0.02
	Coordenada x desembocadura cauce	**x**		241544.39
	Coordenada y desembocadura cauce	**y**		8361413.55
	Coordenada z desembocadura cauce	**z**		3546.33

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Cálculos previos

El tiempo de concentración se halló mediante las fórmulas estudiadas en el ítem teórico del tc, de los cuales se usará el hallado por Kirpich al ser el más confiable y usado tc=2.65h; así mismo el tiempo de retardo o rezago y los parámetros de Muskingum fueron hallados según las recomendaciones de Villon, estos indicadores son algunos de los datos de entrada al software HEC-HMS.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 12

Parámetros de entrada HEC-HMS

PARAMETROS DE ENTRADA HEC HMS			
Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	km2	382.88
Duración de la tormenta	Dt	h	5.00
Tiempo de concentración	Tc	h	2.65
Tiempo de rezago	Tc	h	1.59
Coeficiente cp	Cp		0.69
Numero de curva	NC		73.50
Abstracción inicial	IA	mm	18.32
Coeficiente de Muskingum k	K	h	1.59
Coeficiente de Muskingum x	X		0.20

Fuente: Elaboración propia

Para el periodo de retorno se tomaron las recomendaciones del MTC visto en el ítem 2.2.4.1, para lo cual se consideró un riesgo admisible del 30% y una vida útil de 30 años resultando un periodo de retorno de 95.83 años que se redondeará a 100 años.

3.4.4. Curvas de Intensidad Duración y Frecuencia

Según Villon y el MTC en el manual de hidrología, hidráulica y drenaje “el caudal máximo se dará cuando el tiempo de concentración sea igual a la duración de la lluvia de diseño” (Villon, 2007).

Ya que el tc hallado por Kirpich es 2.65h y considerando la cantidad de horas de lluvia promedio en la provincia de Yauri se tomará una duración de tormenta de 5 horas.

Se ha empleado diferentes metodologías para determinar las curvas IDF:

3.4.4.1. Dick Peschke

Para la distribución de lluvia durante el día se aplicó la fórmula de Dick Peschke para las precipitaciones máximas en 24h en cada periodo de retorno; el coeficiente 0.25 es para una duración de lluvia de 1 hora, para nuestro caso será de 5h y el coeficiente correspondiente es 0.5 , así se muestran los resultados en la tabla 13 ;con esto se pueden determinar las intensidades dividiendo las precipitaciones halladas entre el tiempo en horas como detalla la tabla 14.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Pd = P24h * \left(\frac{d}{1440}\right)^{0.5}$$

Tabla 13

Precipitaciones método Dick Peschke

PRECIPITACION (mm)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	2.73	3.56	4.06	4.49	4.63	5.02	5.39	5.75	6.19
0.3	20	3.87	5.04	5.74	6.36	6.54	7.10	7.63	8.13	8.76
0.5	30	4.74	6.17	7.03	7.78	8.01	8.70	9.34	9.96	10.73
0.7	40	5.47	7.13	8.11	8.99	9.25	10.04	10.79	11.50	12.39
0.8	50	6.11	7.97	9.07	10.05	10.35	11.23	12.06	12.85	13.85
1.0	60	6.70	8.73	9.94	11.01	11.33	12.30	13.21	14.08	15.17
1.2	70	7.23	9.43	10.73	11.89	12.24	13.29	14.27	15.21	16.39
1.3	80	7.73	10.08	11.47	12.71	13.09	14.21	15.26	16.26	17.52
1.5	90	8.20	10.69	12.17	13.48	13.88	15.07	16.18	17.25	18.58
1.7	100	8.65	11.27	12.83	14.21	14.63	15.88	17.06	18.18	19.58
1.8	110	9.07	11.82	13.45	14.91	15.35	16.66	17.89	19.07	20.54
2.0	120	9.47	12.35	14.05	15.57	16.03	17.40	18.69	19.91	21.45
2.2	130	9.86	12.85	14.62	16.21	16.68	18.11	19.45	20.73	22.33
2.3	140	10.23	13.33	15.18	16.82	17.31	18.79	20.18	21.51	23.17
2.5	150	10.59	13.80	15.71	17.41	17.92	19.45	20.89	22.26	23.99
2.7	160	10.94	14.25	16.22	17.98	18.51	20.09	21.58	22.99	24.77
2.8	170	11.27	14.69	16.72	18.53	19.08	20.71	22.24	23.70	25.54
3.0	180	11.60	15.12	17.21	19.07	19.63	21.31	22.89	24.39	26.28
3.2	190	11.92	15.53	17.68	19.59	20.17	21.89	23.51	25.06	27.00
3.3	200	12.23	15.94	18.14	20.10	20.69	22.46	24.12	25.71	27.70
3.5	210	12.53	16.33	18.59	20.60	21.20	23.02	24.72	26.34	28.38
3.7	220	12.83	16.72	19.02	21.08	21.70	23.56	25.30	26.96	29.05
3.8	230	13.11	17.09	19.45	21.56	22.19	24.09	25.87	27.57	29.70
4.0	240	13.40	17.46	19.87	22.02	22.67	24.60	26.43	28.16	30.34
4.2	250	13.67	17.82	20.28	22.47	23.14	25.11	26.97	28.74	30.97
4.3	260	13.94	18.17	20.68	22.92	23.59	25.61	27.50	29.31	31.58
4.5	270	14.21	18.52	21.08	23.35	24.04	26.10	28.03	29.87	32.18
4.7	280	14.47	18.86	21.46	23.78	24.48	26.58	28.54	30.42	32.77
4.8	290	14.72	19.19	21.84	24.20	24.92	27.05	29.05	30.96	33.35
5.0	300	14.98	19.52	22.22	24.62	25.34	27.51	29.54	31.49	33.92
Pmax 24h (mm)		**32.81**	**42.76**	**48.67**	**53.93**	**55.53**	**60.27**	**64.73**	**68.98**	**74.32**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 14

Intensidades método Dick Peschke

INTENSIDADES DE DISEÑO (mm/h)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	16.41	21.38	24.34	26.97	27.76	30.13	32.36	34.49	37.16
0.3	20	11.60	15.12	17.21	19.07	19.63	21.31	22.89	24.39	26.28
0.5	30	9.47	12.35	14.05	15.57	16.03	17.40	18.69	19.91	21.45
0.7	40	8.20	10.69	12.17	13.48	13.88	15.07	16.18	17.25	18.58
0.8	50	7.34	9.56	10.88	12.06	12.42	13.48	14.47	15.43	16.62
1.0	60	6.70	8.73	9.94	11.01	11.33	12.30	13.21	14.08	15.17
1.2	70	6.20	8.08	9.20	10.19	10.49	11.39	12.23	13.04	14.04
1.3	80	5.80	7.56	8.60	9.53	9.82	10.65	11.44	12.19	13.14
1.5	90	5.47	7.13	8.11	8.99	9.25	10.04	10.79	11.50	12.39
1.7	100	5.19	6.76	7.70	8.53	8.78	9.53	10.23	10.91	11.75
1.8	110	4.95	6.45	7.34	8.13	8.37	9.09	9.76	10.40	11.20
2.0	120	4.74	6.17	7.03	7.78	8.01	8.70	9.34	9.96	10.73
2.2	130	4.55	5.93	6.75	7.48	7.70	8.36	8.98	9.57	10.31
2.3	140	4.38	5.71	6.50	7.21	7.42	8.05	8.65	9.22	9.93
2.5	150	4.24	5.52	6.28	6.96	7.17	7.78	8.36	8.91	9.59
2.7	160	4.10	5.35	6.08	6.74	6.94	7.53	8.09	8.62	9.29
2.8	170	3.98	5.19	5.90	6.54	6.73	7.31	7.85	8.37	9.01
3.0	180	3.87	5.04	5.74	6.36	6.54	7.10	7.63	8.13	8.76
3.2	190	3.76	4.91	5.58	6.19	6.37	6.91	7.42	7.91	8.52
3.3	200	3.67	4.78	5.44	6.03	6.21	6.74	7.24	7.71	8.31
3.5	210	3.58	4.67	5.31	5.88	6.06	6.58	7.06	7.53	8.11
3.7	220	3.50	4.56	5.19	5.75	5.92	6.42	6.90	7.35	7.92
3.8	230	3.42	4.46	5.07	5.62	5.79	6.28	6.75	7.19	7.75
4.0	240	3.35	4.36	4.97	5.50	5.67	6.15	6.61	7.04	7.59
4.2	250	3.28	4.28	4.87	5.39	5.55	6.03	6.47	6.90	7.43
4.3	260	3.22	4.19	4.77	5.29	5.44	5.91	6.35	6.76	7.29
4.5	270	3.16	4.12	4.68	5.19	5.34	5.80	6.23	6.64	7.15
4.7	280	3.10	4.04	4.60	5.10	5.25	5.69	6.12	6.52	7.02
4.8	290	3.05	3.97	4.52	5.01	5.16	5.60	6.01	6.40	6.90
5.0	300	3.00	3.90	4.44	4.92	5.07	5.50	5.91	6.30	6.78

Fuente: Elaboración propia

Paso seguido es determinar las ecuaciones que rigen la curvas IDF en cada metodología; se hizo la regresión lineal múltiple con las intensidades resultantes para cada periodo de retorno distribuidos en tiempos de 10 min hasta una duración de tormenta de 5 horas o 300 minutos, ordenándolas como muestra la columna 4 de la tabla 15 ,sacando logaritmos de cada parámetro y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

realizando la combinación de estos tres resultados y,x1,x2; aplicamos la sumatoria de estos teniendo como resultado los coeficientes para las tres ecuaciones lineales, que al resolverlas se determinan los coeficientes de la ecuación IDF.

Tabla 15

Regresión lineal multiple - Dick Peschke

REGRESION LINEAL MULTIPLE - DICK PESCHKE											
N	D	T	I	Y	X1	X2	X1*Y	X2*Y	X1^2	X2^2	X1*X2
	min	años	mm/h	Log(I)	Log(T)	Log(d)					
1	10	2	16.41	1.22	0.30	1.00	0.37	1.22	0.09	1.00	0.30
2	20	2	11.60	1.06	0.30	1.30	0.32	1.38	0.09	1.69	0.39
3	30	2	9.47	0.98	0.30	1.48	0.29	1.44	0.09	2.18	0.44
4	40	2	8.20	0.91	0.30	1.60	0.28	1.46	0.09	2.57	0.48
5	50	2	7.34	0.87	0.30	1.70	0.26	1.47	0.09	2.89	0.51
6	60	2	6.70	0.83	0.30	1.78	0.25	1.47	0.09	3.16	0.54
7	70	2	6.20	0.79	0.30	1.85	0.24	1.46	0.09	3.40	0.56
8	80	2	5.80	0.76	0.30	1.90	0.23	1.45	0.09	3.62	0.57
9	90	2	5.47	0.74	0.30	1.95	0.22	1.44	0.09	3.82	0.59
10	100	2	5.19	0.72	0.30	2.00	0.22	1.43	0.09	4.00	0.60
11	110	2	5.19	0.72	0.30	2.04	0.22	1.46	0.09	4.17	0.61
12	120	2	5.19	0.72	0.30	2.08	0.22	1.49	0.09	4.32	0.63
13	130	2	5.19	0.72	0.30	2.11	0.22	1.51	0.09	4.47	0.64
14	140	2	5.19	0.72	0.30	2.15	0.22	1.53	0.09	4.61	0.65
15	150	2	5.19	0.72	0.30	2.18	0.22	1.56	0.09	4.74	0.66
16	160	2	5.19	0.72	0.30	2.20	0.22	1.58	0.09	4.86	0.66
17	170	2	5.19	0.72	0.30	2.23	0.22	1.59	0.09	4.97	0.67
18	180	2	5.19	0.72	0.30	2.26	0.22	1.61	0.09	5.09	0.68
19	190	2	5.19	0.72	0.30	2.28	0.22	1.63	0.09	5.19	0.69
20	200	2	5.19	0.72	0.30	2.30	0.22	1.65	0.09	5.29	0.69
21	210	2	5.19	0.72	0.30	2.32	0.22	1.66	0.09	5.39	0.70
22	220	2	5.19	0.72	0.30	2.34	0.22	1.67	0.09	5.49	0.71
23	230	2	5.19	0.72	0.30	2.36	0.22	1.69	0.09	5.58	0.71
24	240	2	5.19	0.72	0.30	2.38	0.22	1.70	0.09	5.67	0.72
25	250	2	5.19	0.72	0.30	2.40	0.22	1.71	0.09	5.75	0.72
26	260	2	5.19	0.72	0.30	2.41	0.22	1.73	0.09	5.83	0.73
27	270	2	5.19	0.72	0.30	2.43	0.22	1.74	0.09	5.91	0.73
28	280	2	5.19	0.72	0.30	2.45	0.22	1.75	0.09	5.99	0.74
29	290	2	5.19	0.72	0.30	2.46	0.22	1.76	0.09	6.06	0.74
30	300	2	5.19	0.72	0.30	2.48	0.22	1.77	0.09	6.14	0.75
31	10	5	21.38	1.33	0.70	1.00	0.93	1.33	0.49	1.00	0.70
32	20	5	15.12	1.18	0.70	1.30	0.82	1.53	0.49	1.69	0.91
33	30	5	12.35	1.09	0.70	1.48	0.76	1.61	0.49	2.18	1.03
34	40	5	10.69	1.03	0.70	1.60	0.72	1.65	0.49	2.57	1.12
35	50	5	9.56	0.98	0.70	1.70	0.69	1.67	0.49	2.89	1.19
36	60	5	8.73	0.94	0.70	1.78	0.66	1.67	0.49	3.16	1.24
37	70	5	8.08	0.91	0.70	1.85	0.63	1.67	0.49	3.40	1.29

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

38	80	5	7.56	0.88	0.70	1.90	0.61	1.67	0.49	3.62	1.33
39	90	5	7.13	0.85	0.70	1.95	0.60	1.67	0.49	3.82	1.37
40	100	5	6.76	0.83	0.70	2.00	0.58	1.66	0.49	4.00	1.40
41	110	5	6.76	0.83	0.70	2.04	0.58	1.69	0.49	4.17	1.43
42	120	5	6.76	0.83	0.70	2.08	0.58	1.73	0.49	4.32	1.45
43	130	5	6.76	0.83	0.70	2.11	0.58	1.75	0.49	4.47	1.48
44	140	5	6.76	0.83	0.70	2.15	0.58	1.78	0.49	4.61	1.50
45	150	5	6.76	0.83	0.70	2.18	0.58	1.81	0.49	4.74	1.52
46	160	5	6.76	0.83	0.70	2.20	0.58	1.83	0.49	4.86	1.54
47	170	5	6.76	0.83	0.70	2.23	0.58	1.85	0.49	4.97	1.56
48	180	5	6.76	0.83	0.70	2.26	0.58	1.87	0.49	5.09	1.58
49	190	5	6.76	0.83	0.70	2.28	0.58	1.89	0.49	5.19	1.59
50	200	5	6.76	0.83	0.70	2.30	0.58	1.91	0.49	5.29	1.61
51	210	5	6.76	0.83	0.70	2.32	0.58	1.93	0.49	5.39	1.62
52	220	5	6.76	0.83	0.70	2.34	0.58	1.94	0.49	5.49	1.64
53	230	5	6.76	0.83	0.70	2.36	0.58	1.96	0.49	5.58	1.65
54	240	5	6.76	0.83	0.70	2.38	0.58	1.98	0.49	5.67	1.66
55	250	5	6.76	0.83	0.70	2.40	0.58	1.99	0.49	5.75	1.68
56	260	5	6.76	0.83	0.70	2.41	0.58	2.00	0.49	5.83	1.69
57	270	5	6.76	0.83	0.70	2.43	0.58	2.02	0.49	5.91	1.70
58	280	5	6.76	0.83	0.70	2.45	0.58	2.03	0.49	5.99	1.71
59	290	5	6.76	0.83	0.70	2.46	0.58	2.04	0.49	6.06	1.72
60	300	5	6.76	0.83	0.70	2.48	0.58	2.06	0.49	6.14	1.73
61	10	10	24.34	1.39	1.00	1.00	1.39	1.39	1.00	1.00	1.00
62	20	10	17.21	1.24	1.00	1.30	1.24	1.61	1.00	1.69	1.30
63	30	10	14.05	1.15	1.00	1.48	1.15	1.70	1.00	2.18	1.48
64	40	10	12.17	1.09	1.00	1.60	1.09	1.74	1.00	2.57	1.60
65	50	10	10.88	1.04	1.00	1.70	1.04	1.76	1.00	2.89	1.70
66	60	10	9.94	1.00	1.00	1.78	1.00	1.77	1.00	3.16	1.78
67	70	10	9.20	0.96	1.00	1.85	0.96	1.78	1.00	3.40	1.85
68	80	10	8.60	0.93	1.00	1.90	0.93	1.78	1.00	3.62	1.90
69	90	10	8.11	0.91	1.00	1.95	0.91	1.78	1.00	3.82	1.95
70	100	10	7.70	0.89	1.00	2.00	0.89	1.77	1.00	4.00	2.00
71	110	10	7.70	0.89	1.00	2.04	0.89	1.81	1.00	4.17	2.04
72	120	10	7.70	0.89	1.00	2.08	0.89	1.84	1.00	4.32	2.08
73	130	10	7.70	0.89	1.00	2.11	0.89	1.87	1.00	4.47	2.11
74	140	10	7.70	0.89	1.00	2.15	0.89	1.90	1.00	4.61	2.15
75	150	10	7.70	0.89	1.00	2.18	0.89	1.93	1.00	4.74	2.18
76	160	10	7.70	0.89	1.00	2.20	0.89	1.95	1.00	4.86	2.20
77	170	10	7.70	0.89	1.00	2.23	0.89	1.98	1.00	4.97	2.23
78	180	10	7.70	0.89	1.00	2.26	0.89	2.00	1.00	5.09	2.26
79	190	10	7.70	0.89	1.00	2.28	0.89	2.02	1.00	5.19	2.28
80	200	10	7.70	0.89	1.00	2.30	0.89	2.04	1.00	5.29	2.30
81	210	10	7.70	0.89	1.00	2.32	0.89	2.06	1.00	5.39	2.32
82	220	10	7.70	0.89	1.00	2.34	0.89	2.08	1.00	5.49	2.34
83	230	10	7.70	0.89	1.00	2.36	0.89	2.09	1.00	5.58	2.36
84	240	10	7.70	0.89	1.00	2.38	0.89	2.11	1.00	5.67	2.38
85	250	10	7.70	0.89	1.00	2.40	0.89	2.13	1.00	5.75	2.40
86	260	10	7.70	0.89	1.00	2.41	0.89	2.14	1.00	5.83	2.41
87	270	10	7.70	0.89	1.00	2.43	0.89	2.15	1.00	5.91	2.43
88	280	10	7.70	0.89	1.00	2.45	0.89	2.17	1.00	5.99	2.45
89	290	10	7.70	0.89	1.00	2.46	0.89	2.18	1.00	6.06	2.46
90	300	10	7.70	0.89	1.00	2.48	0.89	2.20	1.00	6.14	2.48

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

91	10	20	26.97	1.43	1.30	1.00	1.86	1.43	1.69	1.00	1.30
92	20	20	19.07	1.28	1.30	1.30	1.67	1.67	1.69	1.69	1.69
93	30	20	15.57	1.19	1.30	1.48	1.55	1.76	1.69	2.18	1.92
94	40	20	13.48	1.13	1.30	1.60	1.47	1.81	1.69	2.57	2.08
95	50	20	12.06	1.08	1.30	1.70	1.41	1.84	1.69	2.89	2.21
96	60	20	11.01	1.04	1.30	1.78	1.36	1.85	1.69	3.16	2.31
97	70	20	10.19	1.01	1.30	1.85	1.31	1.86	1.69	3.40	2.40
98	80	20	9.53	0.98	1.30	1.90	1.27	1.86	1.69	3.62	2.48
99	90	20	8.99	0.95	1.30	1.95	1.24	1.86	1.69	3.82	2.54
100	100	20	8.53	0.93	1.30	2.00	1.21	1.86	1.69	4.00	2.60
101	110	20	8.53	0.93	1.30	2.04	1.21	1.90	1.69	4.17	2.66
102	120	20	8.53	0.93	1.30	2.08	1.21	1.94	1.69	4.32	2.71
103	130	20	8.53	0.93	1.30	2.11	1.21	1.97	1.69	4.47	2.75
104	140	20	8.53	0.93	1.30	2.15	1.21	2.00	1.69	4.61	2.79
105	150	20	8.53	0.93	1.30	2.18	1.21	2.03	1.69	4.74	2.83
106	160	20	8.53	0.93	1.30	2.20	1.21	2.05	1.69	4.86	2.87
107	170	20	8.53	0.93	1.30	2.23	1.21	2.08	1.69	4.97	2.90
108	180	20	8.53	0.93	1.30	2.26	1.21	2.10	1.69	5.09	2.93
109	190	20	8.53	0.93	1.30	2.28	1.21	2.12	1.69	5.19	2.96
110	200	20	8.53	0.93	1.30	2.30	1.21	2.14	1.69	5.29	2.99
111	210	20	8.53	0.93	1.30	2.32	1.21	2.16	1.69	5.39	3.02
112	220	20	8.53	0.93	1.30	2.34	1.21	2.18	1.69	5.49	3.05
113	230	20	8.53	0.93	1.30	2.36	1.21	2.20	1.69	5.58	3.07
114	240	20	8.53	0.93	1.30	2.38	1.21	2.22	1.69	5.67	3.10
115	250	20	8.53	0.93	1.30	2.40	1.21	2.23	1.69	5.75	3.12
116	260	20	8.53	0.93	1.30	2.41	1.21	2.25	1.69	5.83	3.14
117	270	20	8.53	0.93	1.30	2.43	1.21	2.26	1.69	5.91	3.16
118	280	20	8.53	0.93	1.30	2.45	1.21	2.28	1.69	5.99	3.18
119	290	20	8.53	0.93	1.30	2.46	1.21	2.29	1.69	6.06	3.20
120	300	20	8.53	0.93	1.30	2.48	1.21	2.31	1.69	6.14	3.22
121	10	25	27.76	1.44	1.40	1.00	2.02	1.44	1.95	1.00	1.40
122	20	25	19.63	1.29	1.40	1.30	1.81	1.68	1.95	1.69	1.82
123	30	25	16.03	1.20	1.40	1.48	1.68	1.78	1.95	2.18	2.06
124	40	25	13.88	1.14	1.40	1.60	1.60	1.83	1.95	2.57	2.24
125	50	25	12.42	1.09	1.40	1.70	1.53	1.86	1.95	2.89	2.38
126	60	25	11.33	1.05	1.40	1.78	1.47	1.87	1.95	3.16	2.49
127	70	25	10.49	1.02	1.40	1.85	1.43	1.88	1.95	3.40	2.58
128	80	25	9.82	0.99	1.40	1.90	1.39	1.89	1.95	3.62	2.66
129	90	25	9.25	0.97	1.40	1.95	1.35	1.89	1.95	3.82	2.73
130	100	25	8.78	0.94	1.40	2.00	1.32	1.89	1.95	4.00	2.80
131	110	25	8.78	0.94	1.40	2.04	1.32	1.93	1.95	4.17	2.85
132	120	25	8.78	0.94	1.40	2.08	1.32	1.96	1.95	4.32	2.91
133	130	25	8.78	0.94	1.40	2.11	1.32	1.99	1.95	4.47	2.96
134	140	25	8.78	0.94	1.40	2.15	1.32	2.02	1.95	4.61	3.00
135	150	25	8.78	0.94	1.40	2.18	1.32	2.05	1.95	4.74	3.04
136	160	25	8.78	0.94	1.40	2.20	1.32	2.08	1.95	4.86	3.08
137	170	25	8.78	0.94	1.40	2.23	1.32	2.10	1.95	4.97	3.12
138	180	25	8.78	0.94	1.40	2.26	1.32	2.13	1.95	5.09	3.15
139	190	25	8.78	0.94	1.40	2.28	1.32	2.15	1.95	5.19	3.19
140	200	25	8.78	0.94	1.40	2.30	1.32	2.17	1.95	5.29	3.22
141	210	25	8.78	0.94	1.40	2.32	1.32	2.19	1.95	5.39	3.25
142	220	25	8.78	0.94	1.40	2.34	1.32	2.21	1.95	5.49	3.27
143	230	25	8.78	0.94	1.40	2.36	1.32	2.23	1.95	5.58	3.30

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

144	240	25	8.78	0.94	1.40	2.38	1.32	2.25	1.95	5.67	3.33
145	250	25	8.78	0.94	1.40	2.40	1.32	2.26	1.95	5.75	3.35
146	260	25	8.78	0.94	1.40	2.41	1.32	2.28	1.95	5.83	3.38
147	270	25	8.78	0.94	1.40	2.43	1.32	2.29	1.95	5.91	3.40
148	280	25	8.78	0.94	1.40	2.45	1.32	2.31	1.95	5.99	3.42
149	290	25	8.78	0.94	1.40	2.46	1.32	2.32	1.95	6.06	3.44
150	300	25	8.78	0.94	1.40	2.48	1.32	2.34	1.95	6.14	3.46
151	10	50	30.13	1.48	1.70	1.00	2.51	1.48	2.89	1.00	1.70
152	20	50	21.31	1.33	1.70	1.30	2.26	1.73	2.89	1.69	2.21
153	30	50	17.40	1.24	1.70	1.48	2.11	1.83	2.89	2.18	2.51
154	40	50	15.07	1.18	1.70	1.60	2.00	1.89	2.89	2.57	2.72
155	50	50	13.48	1.13	1.70	1.70	1.92	1.92	2.89	2.89	2.89
156	60	50	12.30	1.09	1.70	1.78	1.85	1.94	2.89	3.16	3.02
157	70	50	11.39	1.06	1.70	1.85	1.79	1.95	2.89	3.40	3.13
158	80	50	10.65	1.03	1.70	1.90	1.75	1.96	2.89	3.62	3.23
159	90	50	10.04	1.00	1.70	1.95	1.70	1.96	2.89	3.82	3.32
160	100	50	9.53	0.98	1.70	2.00	1.66	1.96	2.89	4.00	3.40
161	110	50	9.53	0.98	1.70	2.04	1.66	2.00	2.89	4.17	3.47
162	120	50	9.53	0.98	1.70	2.08	1.66	2.04	2.89	4.32	3.53
163	130	50	9.53	0.98	1.70	2.11	1.66	2.07	2.89	4.47	3.59
164	140	50	9.53	0.98	1.70	2.15	1.66	2.10	2.89	4.61	3.65
165	150	50	9.53	0.98	1.70	2.18	1.66	2.13	2.89	4.74	3.70
166	160	50	9.53	0.98	1.70	2.20	1.66	2.16	2.89	4.86	3.74
167	170	50	9.53	0.98	1.70	2.23	1.66	2.18	2.89	4.97	3.79
168	180	50	9.53	0.98	1.70	2.26	1.66	2.21	2.89	5.09	3.83
169	190	50	9.53	0.98	1.70	2.28	1.66	2.23	2.89	5.19	3.87
170	200	50	9.53	0.98	1.70	2.30	1.66	2.25	2.89	5.29	3.91
171	210	50	9.53	0.98	1.70	2.32	1.66	2.27	2.89	5.39	3.95
172	220	50	9.53	0.98	1.70	2.34	1.66	2.29	2.89	5.49	3.98
173	230	50	9.53	0.98	1.70	2.36	1.66	2.31	2.89	5.58	4.01
174	240	50	9.53	0.98	1.70	2.38	1.66	2.33	2.89	5.67	4.04
175	250	50	9.53	0.98	1.70	2.40	1.66	2.35	2.89	5.75	4.07
176	260	50	9.53	0.98	1.70	2.41	1.66	2.36	2.89	5.83	4.10
177	270	50	9.53	0.98	1.70	2.43	1.66	2.38	2.89	5.91	4.13
178	280	50	9.53	0.98	1.70	2.45	1.66	2.40	2.89	5.99	4.16
179	290	50	9.53	0.98	1.70	2.46	1.66	2.41	2.89	6.06	4.18
180	300	50	9.53	0.98	1.70	2.48	1.66	2.43	2.89	6.14	4.21
181	10	100	32.36	1.51	2.00	1.00	3.02	1.51	4.00	1.00	2.00
182	20	100	22.89	1.36	2.00	1.30	2.72	1.77	4.00	1.69	2.60
183	30	100	18.69	1.27	2.00	1.48	2.54	1.88	4.00	2.18	2.95
184	40	100	16.18	1.21	2.00	1.60	2.42	1.94	4.00	2.57	3.20
185	50	100	14.47	1.16	2.00	1.70	2.32	1.97	4.00	2.89	3.40
186	60	100	13.21	1.12	2.00	1.78	2.24	1.99	4.00	3.16	3.56
187	70	100	12.23	1.09	2.00	1.85	2.18	2.01	4.00	3.40	3.69
188	80	100	11.44	1.06	2.00	1.90	2.12	2.01	4.00	3.62	3.81
189	90	100	10.79	1.03	2.00	1.95	2.07	2.02	4.00	3.82	3.91
190	100	100	10.23	1.01	2.00	2.00	2.02	2.02	4.00	4.00	4.00
191	110	100	10.23	1.01	2.00	2.04	2.02	2.06	4.00	4.17	4.08
192	120	100	10.23	1.01	2.00	2.08	2.02	2.10	4.00	4.32	4.16
193	130	100	10.23	1.01	2.00	2.11	2.02	2.14	4.00	4.47	4.23
194	140	100	10.23	1.01	2.00	2.15	2.02	2.17	4.00	4.61	4.29
195	150	100	10.23	1.01	2.00	2.18	2.02	2.20	4.00	4.74	4.35
196	160	100	10.23	1.01	2.00	2.20	2.02	2.23	4.00	4.86	4.41

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

197	170	100	10.23	1.01	2.00	2.23	2.02	2.25	4.00	4.97	4.46
198	180	100	10.23	1.01	2.00	2.26	2.02	2.28	4.00	5.09	4.51
199	190	100	10.23	1.01	2.00	2.28	2.02	2.30	4.00	5.19	4.56
200	200	100	10.23	1.01	2.00	2.30	2.02	2.32	4.00	5.29	4.60
201	210	100	10.23	1.01	2.00	2.32	2.02	2.35	4.00	5.39	4.64
202	220	100	10.23	1.01	2.00	2.34	2.02	2.37	4.00	5.49	4.68
203	230	100	10.23	1.01	2.00	2.36	2.02	2.39	4.00	5.58	4.72
204	240	100	10.23	1.01	2.00	2.38	2.02	2.40	4.00	5.67	4.76
205	250	100	10.23	1.01	2.00	2.40	2.02	2.42	4.00	5.75	4.80
206	260	100	10.23	1.01	2.00	2.41	2.02	2.44	4.00	5.83	4.83
207	270	100	10.23	1.01	2.00	2.43	2.02	2.46	4.00	5.91	4.86
208	280	100	10.23	1.01	2.00	2.45	2.02	2.47	4.00	5.99	4.89
209	290	100	10.23	1.01	2.00	2.46	2.02	2.49	4.00	6.06	4.92
210	300	100	10.23	1.01	2.00	2.48	2.02	2.50	4.00	6.14	4.95
211	10	200	34.49	1.54	2.30	1.00	3.54	1.54	5.29	1.00	2.30
212	20	200	24.39	1.39	2.30	1.30	3.19	1.80	5.29	1.69	2.99
213	30	200	19.91	1.30	2.30	1.48	2.99	1.92	5.29	2.18	3.40
214	40	200	17.25	1.24	2.30	1.60	2.85	1.98	5.29	2.57	3.69
215	50	200	15.43	1.19	2.30	1.70	2.73	2.02	5.29	2.89	3.91
216	60	200	14.08	1.15	2.30	1.78	2.64	2.04	5.29	3.16	4.09
217	70	200	13.04	1.12	2.30	1.85	2.57	2.06	5.29	3.40	4.25
218	80	200	12.19	1.09	2.30	1.90	2.50	2.07	5.29	3.62	4.38
219	90	200	11.50	1.06	2.30	1.95	2.44	2.07	5.29	3.82	4.50
220	100	200	10.91	1.04	2.30	2.00	2.39	2.08	5.29	4.00	4.60
220	110	200	10.91	1.04	2.30	2.04	2.39	2.12	5.29	4.17	4.70
221	120	200	10.91	1.04	2.30	2.08	2.39	2.16	5.29	4.32	4.78
222	130	200	10.91	1.04	2.30	2.11	2.39	2.19	5.29	4.47	4.86
223	140	200	10.91	1.04	2.30	2.15	2.39	2.23	5.29	4.61	4.94
224	150	200	10.91	1.04	2.30	2.18	2.39	2.26	5.29	4.74	5.01
225	160	200	10.91	1.04	2.30	2.20	2.39	2.29	5.29	4.86	5.07
226	170	200	10.91	1.04	2.30	2.23	2.39	2.31	5.29	4.97	5.13
227	180	200	10.91	1.04	2.30	2.26	2.39	2.34	5.29	5.09	5.19
228	190	200	10.91	1.04	2.30	2.28	2.39	2.36	5.29	5.19	5.24
229	200	200	10.91	1.04	2.30	2.30	2.39	2.39	5.29	5.29	5.29
230	210	200	10.91	1.04	2.30	2.32	2.39	2.41	5.29	5.39	5.34
231	220	200	10.91	1.04	2.30	2.34	2.39	2.43	5.29	5.49	5.39
232	230	200	10.91	1.04	2.30	2.36	2.39	2.45	5.29	5.58	5.43
233	240	200	10.91	1.04	2.30	2.38	2.39	2.47	5.29	5.67	5.48
234	250	200	10.91	1.04	2.30	2.40	2.39	2.49	5.29	5.75	5.52
235	260	200	10.91	1.04	2.30	2.41	2.39	2.51	5.29	5.83	5.56
236	270	200	10.91	1.04	2.30	2.43	2.39	2.52	5.29	5.91	5.59
237	280	200	10.91	1.04	2.30	2.45	2.39	2.54	5.29	5.99	5.63
238	290	200	10.91	1.04	2.30	2.46	2.39	2.56	5.29	6.06	5.67
239	300	200	10.91	1.04	2.30	2.48	2.39	2.57	5.29	6.14	5.70
240	10	500	37.16	1.57	2.70	1.00	4.24	1.57	7.28	1.00	2.70
241	20	500	26.28	1.42	2.70	1.30	3.83	1.85	7.28	1.69	3.51
242	30	500	21.45	1.33	2.70	1.48	3.59	1.97	7.28	2.18	3.99
243	40	500	18.58	1.27	2.70	1.60	3.43	2.03	7.28	2.57	4.32
244	50	500	16.62	1.22	2.70	1.70	3.29	2.07	7.28	2.89	4.59
245	60	500	15.17	1.18	2.70	1.78	3.19	2.10	7.28	3.16	4.80
246	70	500	14.04	1.15	2.70	1.85	3.10	2.12	7.28	3.40	4.98
247	80	500	13.14	1.12	2.70	1.90	3.02	2.13	7.28	3.62	5.14
248	90	500	12.39	1.09	2.70	1.95	2.95	2.14	7.28	3.82	5.27

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

249	100	500	11.75	1.07	2.70	2.00	2.89	2.14	7.28	4.00	5.40
249	110	500	11.75	1.07	2.70	2.04	2.89	2.18	7.28	4.17	5.51
250	120	500	11.75	1.07	2.70	2.08	2.89	2.22	7.28	4.32	5.61
251	130	500	11.75	1.07	2.70	2.11	2.89	2.26	7.28	4.47	5.71
252	140	500	11.75	1.07	2.70	2.15	2.89	2.30	7.28	4.61	5.79
253	150	500	11.75	1.07	2.70	2.18	2.89	2.33	7.28	4.74	5.87
254	160	500	11.75	1.07	2.70	2.20	2.89	2.36	7.28	4.86	5.95
255	170	500	11.75	1.07	2.70	2.23	2.89	2.39	7.28	4.97	6.02
256	180	500	11.75	1.07	2.70	2.26	2.89	2.41	7.28	5.09	6.09
257	190	500	11.75	1.07	2.70	2.28	2.89	2.44	7.28	5.19	6.15
258	200	500	11.75	1.07	2.70	2.30	2.89	2.46	7.28	5.29	6.21
259	210	500	11.75	1.07	2.70	2.32	2.89	2.48	7.28	5.39	6.27
260	220	500	11.75	1.07	2.70	2.34	2.89	2.51	7.28	5.49	6.32
261	230	500	11.75	1.07	2.70	2.36	2.89	2.53	7.28	5.58	6.37
262	240	500	11.75	1.07	2.70	2.38	2.89	2.55	7.28	5.67	6.42
263	250	500	11.75	1.07	2.70	2.40	2.89	2.57	7.28	5.75	6.47
264	260	500	11.75	1.07	2.70	2.41	2.89	2.58	7.28	5.83	6.52
265	270	500	11.75	1.07	2.70	2.43	2.89	2.60	7.28	5.91	6.56
266	280	500	11.75	1.07	2.70	2.45	2.89	2.62	7.28	5.99	6.60
267	290	500	11.75	1.07	2.70	2.46	2.89	2.63	7.28	6.06	6.65
268	300	500	11.75	1.07	2.70	2.48	2.89	2.65	7.28	6.14	6.69
			SUMA	267.56	401.94	561.81	418.18	546.05	740.75	1204.62	836.35
				Y	X1	X2	X1*Y	X2*Y	X1^2	X2^2	X1*X2

Fuente: Elaboración propia

En la parte final de la tabla de regresión múltiple se resumen los coeficientes de las tres ecuaciones a resolver, y en la tabla 16 se determinara las incógnitas a0; a1; a2 que corresponden a los coeficientes k, m, n respectivamente; estos valores son imprescindibles para completar la ecuación de las curvas IDF .

Tabla 16

Determinación de coeficientes k,m,n - Dick Peschke

	a0	a1	a2	Matriz inversa				Coeficientes		
267.56	270.00	401.94	561.81	0.14	-0.01	-0.06	267.56	**k=**	a0	1.41
418.18	401.94	740.75	836.35	-0.01	0.01	0.00	418.18	**m=**	a1	0.14
546.05	561.81	836.35	1204.62	-0.06	0.00	0.03	546.05	**n=**	a2	-0.30

Fuente: Elaboración propia

Se realizo una validación de los resultados obtenidos en el Excel con el software Hidroesta 2, partiendo como base de datos una hoja de Excel con 3 columnas, una del tiempo de duración de la tormenta (300 min) distribuido cada 10 minutos, otra del periodo de retorno y la tercera de la intensidad hallada anteriormente, el resultado muestra la figura 31, donde se obtuvo una ecuación potencial múltiple con los coeficientes k, m,n (25.55,-0.3,0.14) respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con estos resultados del Hidroesta2 y el obtenido por regresión múltiple se hizo una comparación, resultando una diferencia insignificante como muestra la tabla 17. Los mismos pasos se siguieron para los demás modelos.

Figura 31

Resultado Hidroesta 2 - Dick Peschke

Correlación	Ecuación	R	R^2	Se
Lineal Múltiple	Y = 13.9509 -0.0295 *X1 +0.0115 *X2	0.6483	0.4203	3.6555
Potencial Múltiple	Y= 25.5506*X1^(-0.3000) *X2^(0.1396)	0.9394	0.8825	1.7326

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Validación de resultados con Hidroesta 2 - Dick Peschke

Coeficiente	Excel	Hidroesta 2	Diferencia E-H
K	25.55	25.55	0.00004
m	0.14	0.14	-0.00002
n	0.30	0.30	0.00000

Fuente: Elaboración propia

La ecuación que rige las curvas IDF para el modelo Dick Peschke es la siguiente:

$$I = \frac{25.55 * T^{0.14}}{D^{0.3}}$$

T: Periodo de retorno (años)

D: Duración de la precipitación (min)

I: Intensidad (mm/h)

En base a esta ecuación se pueden determinar las curvas IDF para cualquier periodo de retorno distribuido en diferentes duraciones, para la gráfica 32 se tomó el tiempo desde 10 hasta 300 minutos y un periodo de retorno de 2,5,10,20,25,50,100,200 y 500 años teniendo como resultado las intensidades de la tabla 18.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18

Intensidades de diseño para las curvas IDF - Dick Peschke

INTENSIDADES DE DISEÑO - IDF - DICK PESCHKE (mm/h)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	14.11	16.03	17.66	19.45	20.07	22.11	24.35	26.83	30.49
0.3	20	11.46	13.02	14.34	15.80	16.30	17.96	19.78	21.79	24.76
0.5	30	10.15	11.53	12.70	13.99	14.43	15.90	17.52	19.29	21.93
0.7	40	9.31	10.58	11.65	12.83	13.24	14.59	16.07	17.70	20.11
0.8	50	8.70	9.89	10.90	12.00	12.38	13.64	15.03	16.55	18.81
1.0	60	8.24	9.37	10.32	11.36	11.72	12.92	14.23	15.67	17.81
1.2	70	7.87	8.94	9.85	10.85	11.19	12.33	13.58	14.96	17.01
1.3	80	7.56	8.59	9.46	10.42	10.75	11.85	13.05	14.38	16.34
1.5	90	7.30	8.29	9.13	10.06	10.38	11.44	12.60	13.88	15.77
1.7	100	7.07	8.03	8.85	9.75	10.06	11.08	12.21	13.45	15.28
1.8	110	6.87	7.81	8.60	9.48	9.77	10.77	11.86	13.07	14.85
2.0	120	6.69	7.61	8.38	9.23	9.52	10.49	11.56	12.73	14.47
2.2	130	6.53	7.43	8.18	9.01	9.30	10.24	11.28	12.43	14.12
2.3	140	6.39	7.26	8.00	8.81	9.09	10.02	11.03	12.15	13.81
2.5	150	6.26	7.11	7.84	8.63	8.91	9.81	10.81	11.91	13.53
2.7	160	6.14	6.98	7.69	8.47	8.74	9.62	10.60	11.68	13.27
2.8	170	6.03	6.85	7.55	8.32	8.58	9.45	10.41	11.47	13.03
3.0	180	5.93	6.74	7.42	8.17	8.43	9.29	10.23	11.27	12.81
3.2	190	5.83	6.63	7.30	8.04	8.30	9.14	10.07	11.09	12.60
3.3	200	5.74	6.53	7.19	7.92	8.17	9.00	9.91	10.92	12.41
3.5	210	5.66	6.43	7.08	7.80	8.05	8.87	9.77	10.76	12.23
3.7	220	5.58	6.34	6.99	7.70	7.94	8.75	9.63	10.61	12.06
3.8	230	5.51	6.26	6.89	7.59	7.83	8.63	9.51	10.47	11.90
4.0	240	5.44	6.18	6.81	7.50	7.74	8.52	9.39	10.34	11.75
4.2	250	5.37	6.10	6.72	7.41	7.64	8.42	9.27	10.21	11.61
4.3	260	5.31	6.03	6.64	7.32	7.55	8.32	9.16	10.09	11.47
4.5	270	5.25	5.96	6.57	7.24	7.47	8.22	9.06	9.98	11.34
4.7	280	5.19	5.90	6.50	7.16	7.39	8.14	8.96	9.87	11.22
4.8	290	5.14	5.84	6.43	7.08	7.31	8.05	8.87	9.77	11.10
5.0	300	5.08	5.78	6.37	7.01	7.23	7.97	8.78	9.67	10.99

Fuente: Elaboración propia

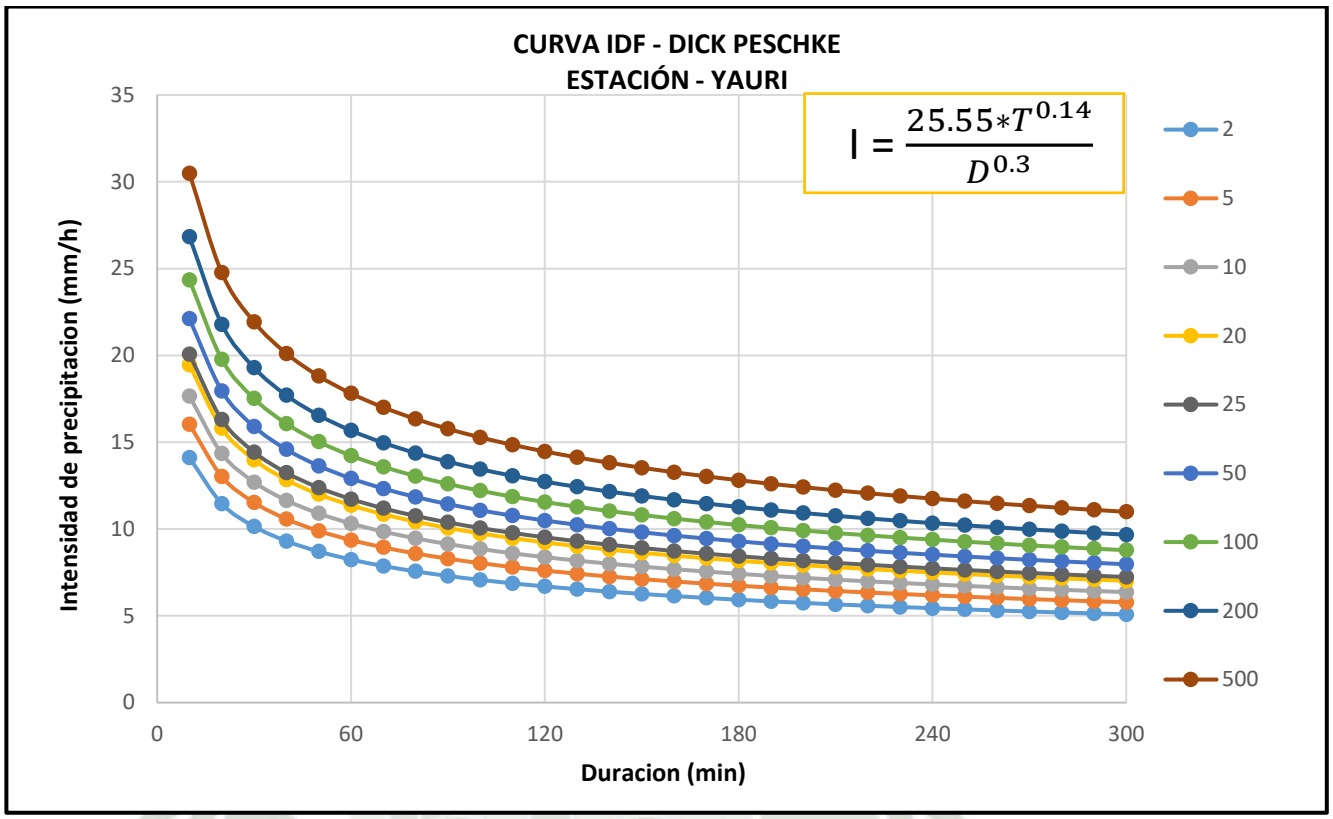
Los resultados obtenidos anteriormente están plasmados en la gráfica 32, donde se observa que a mayor tiempo de retorno mayor es la intensidad y conforme se extiende el tiempo disminuye la intensidad de una curva, regido por su ecuación correspondiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 32

Curvas IDF – Dick Peschke



Fuente: Elaboración propia

3.4.4.2. IIIa Senamhi

Según el plano N 2-C de subdivisión en zonas y subzonas pluviométricas en el estudio de la hidrología del Perú; la subcuenca Cañipia pertenece a la región hidrología 123_6 ubicada en la Sierra peruana, figura 15; el parámetro de duración n según la ilustración 16 teniendo como dato de entrada a la subzona 123_6 le corresponde un valor de 0.38 y el parámetro de hora por región según la figura 17 para la Sierra corresponde a un tiempo de 0.4 horas, la siguiente tabla muestra un resumen de parámetros:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 19

Parámetros de Región para el método Iila Senamhi

Región Hidrológica y parámetros			
Región hidrológica:	123_6		Sierra
Altitud media:	Y =	3927	msnm
Duración de lluvia diaria (Perú):	t_g=	15.2	horas
Parámetro de zona:	e_g=	30.5	(adimensional)
Parámetro de intensidad:	a =	11	mm
Parámetro de frecuencia:	K =	0.553	(adimensional)
Parámetro de duración:	n =	0.38	(adimensional)
Parámetro de duración por región:	b =	0.4	horas (Sierra)

Fuente: Soto, (2019)

Con estos parámetros se determinarán los coeficientes regionales que distribuirán la lluvia e intensidad durante el día según las ecuaciones Pt/P24h y It/I24h que se muestran líneas abajo, para una duración de 5h se obtiene los resultados:

$Para\ \ t < 3h \qquad \frac{Pt}{P24h} = \left(\frac{t+b}{24}\right)^n \qquad Para\ \ 3h \leq t \leq 24 \qquad \frac{Pt}{P24h} = \left(\frac{t}{24}\right)^n$

$Para\ \ t < 3h \qquad \frac{It}{I24h} = \left(\frac{t+b}{24}\right)^{n-1} \qquad Para\ \ 3h \leq t \leq 24 \qquad \frac{It}{I24h} = \left(\frac{t}{24}\right)^{n-1}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20

Coeficientes regionales de precipitación e intensidad - Iila Senamhi

Coeficientes Regionales			
Duración de la tormenta		P_t / P_{24H}	I_t / I_{24H}
min	h		
10	0.17	0.24	10.20
20	0.33	0.27	8.69
30	0.50	0.29	7.66
40	0.67	0.31	6.89
50	0.83	0.32	6.30
60	1.00	0.34	5.82
70	1.17	0.35	5.43
80	1.33	0.37	5.10
90	1.50	0.38	4.82
100	1.67	0.39	4.57
110	1.83	0.41	4.36
120	2.00	0.42	4.17
130	2.17	0.43	4.00
140	2.33	0.44	3.85
150	2.50	0.45	3.71
160	2.67	0.46	3.58
170	2.83	0.47	3.47
180	3.00	0.45	3.63
190	3.17	0.46	3.51
200	3.33	0.47	3.40
210	3.50	0.48	3.30
220	3.67	0.49	3.21
230	3.83	0.50	3.12
240	4.00	0.51	3.04
250	4.17	0.51	2.96
260	4.33	0.52	2.89
270	4.50	0.53	2.82
280	4.67	0.54	2.76
290	4.83	0.54	2.70
300	5.00	0.55	2.64

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se distribuirán los coeficientes de precipitación en un Dt=5h para cada periodo de retorno, multiplicando el coeficiente de precipitación en un tiempo t con la Pmax 24h para un periodo de retorno T se obtendrán las precipitaciones acumuladas, por ejemplo según la tabla 20 el coeficiente de precipitación para una duración de 10 minutos es 0.24 y la Pmax 24h para un

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

T=2 años según la distribución Gamma 2 parámetros resulta 32.81 mm ,el producto de estos dos es 7.9 mm como muestra la tabla 21,este procedimiento se repite para todos los periodos de retorno.

Tabla 21

Precipitación acumulada - Iila Senamhi

PRECIPITACION ACUMULADA (mm)										
Tiempo (t)		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	7.90	10.30	11.72	12.99	13.37	14.52	15.59	16.62	17.90
0.3	20	8.72	11.36	12.93	14.33	14.75	16.01	17.20	18.33	19.74
0.5	30	9.42	12.28	13.98	15.49	15.95	17.31	18.59	19.81	21.34
0.7	40	10.05	13.10	14.91	16.52	17.01	18.46	19.83	21.13	22.76
0.8	50	10.62	13.84	15.75	17.46	17.97	19.51	20.95	22.33	24.06
1.0	60	11.15	14.53	16.53	18.32	18.86	20.47	21.99	23.43	25.24
1.2	70	11.63	15.16	17.25	19.12	19.68	21.36	22.95	24.45	26.35
1.3	80	12.09	15.75	17.93	19.87	20.45	22.20	23.85	25.41	27.38
1.5	90	12.52	16.31	18.57	20.57	21.18	22.99	24.69	26.31	28.35
1.7	100	12.92	16.84	19.17	21.24	21.87	23.74	25.49	27.17	29.27
1.8	110	13.31	17.35	19.74	21.88	22.52	24.45	26.26	27.98	30.15
2.0	120	13.68	17.83	20.29	22.48	23.15	25.12	26.98	28.76	30.98
2.2	130	14.03	18.29	20.81	23.06	23.75	25.77	27.68	29.50	31.78
2.3	140	14.37	18.73	21.32	23.62	24.32	26.40	28.35	30.21	32.55
2.5	150	14.70	19.16	21.80	24.16	24.87	27.00	29.00	30.90	33.29
2.7	160	15.01	19.57	22.27	24.68	25.41	27.58	29.62	31.56	34.01
2.8	170	15.32	19.97	22.72	25.18	25.92	28.14	30.22	32.21	34.70
3.0	180	14.89	19.40	22.09	24.47	25.20	27.35	29.37	31.30	33.72
3.2	190	15.20	19.81	22.54	24.98	25.72	27.91	29.98	31.95	34.42
3.3	200	15.50	20.20	22.99	25.47	26.22	28.46	30.57	32.58	35.10
3.5	210	15.79	20.58	23.42	25.95	26.72	29.00	31.14	33.19	35.76
3.7	220	16.07	20.94	23.84	26.41	27.19	29.51	31.70	33.78	36.39
3.8	230	16.34	21.30	24.24	26.86	27.65	30.02	32.24	34.36	37.01
4.0	240	16.61	21.65	24.64	27.30	28.11	30.51	32.76	34.92	37.62
4.2	250	16.87	21.98	25.02	27.73	28.55	30.98	33.28	35.46	38.21
4.3	260	17.12	22.32	25.40	28.14	28.97	31.45	33.78	36.00	38.78
4.5	270	17.37	22.64	25.76	28.55	29.39	31.90	34.26	36.52	39.34
4.7	280	17.61	22.95	26.12	28.95	29.80	32.35	34.74	37.02	39.89
4.8	290	17.85	23.26	26.47	29.34	30.20	32.78	35.21	37.52	40.42
5.0	300	18.08	23.56	26.82	29.72	30.59	33.21	35.66	38.01	40.95
Pmax 24h (mm)		**32.81**	**42.76**	**48.67**	**53.93**	**55.53**	**60.27**	**64.73**	**68.98**	**74.32**

Fuente: Elaboración propia

Las intensidades distribuidas se hallan multiplicando el coeficiente de intensidad It / I24H con su respectiva Imax 24h correspondiente a cada periodo de retorno, está a la vez es el cociente de la división Pmax 24h/24h

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

;por ejemplo la Imax 24h=1.37mm/h para un T=2 años resulta de la división Pmax 24h =32.81mm entre 24h,esto se aplica para los 9 periodos de retorno ;luego se multiplica esta intensidad por el coeficiente de intensidad It / I24H =10.20 para un tiempo de 10 minutos ,resultando así una intensidad de 13.95 mm/h ,resultando la tabla 22.

Tabla 22

Intensidades - Iila Senamhi

INTENSIDADES (mm)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	13.95	18.18	20.69	22.93	23.60	25.62	27.51	29.32	31.59
0.3	20	11.89	15.49	17.63	19.54	20.12	21.83	23.45	24.99	26.92
0.5	30	10.47	13.65	15.53	17.21	17.72	19.23	20.65	22.01	23.71
0.7	40	9.42	12.28	13.98	15.49	15.95	17.31	18.59	19.81	21.34
0.8	50	8.61	11.22	12.77	14.16	14.57	15.82	16.99	18.10	19.51
1.0	60	7.96	10.38	11.81	13.09	13.47	14.62	15.70	16.74	18.03
1.2	70	7.42	9.68	11.01	12.20	12.56	13.64	14.65	15.61	16.82
1.3	80	6.97	9.09	10.34	11.46	11.80	12.81	13.76	14.66	15.79
1.5	90	6.59	8.59	9.77	10.83	11.15	12.10	13.00	13.85	14.92
1.7	100	6.25	8.15	9.28	10.28	10.58	11.49	12.34	13.15	14.16
1.8	110	5.96	7.77	8.84	9.80	10.08	10.95	11.76	12.53	13.50
2.0	120	5.70	7.43	8.45	9.37	9.64	10.47	11.24	11.98	12.91
2.2	130	5.47	7.13	8.11	8.99	9.25	10.04	10.78	11.49	12.38
2.3	140	5.26	6.85	7.80	8.64	8.90	9.66	10.37	11.05	11.91
2.5	150	5.07	6.61	7.52	8.33	8.58	9.31	10.00	10.66	11.48
2.7	160	4.90	6.38	7.26	8.05	8.28	8.99	9.66	10.29	11.09
2.8	170	4.74	6.17	7.03	7.79	8.02	8.70	9.35	9.96	10.73
3.0	180	4.96	6.47	7.36	8.16	8.40	9.12	9.79	10.43	11.24
3.2	190	4.80	6.26	7.12	7.89	8.12	8.82	9.47	10.09	10.87
3.3	200	4.65	6.06	6.90	7.64	7.87	8.54	9.17	9.77	10.53
3.5	210	4.51	5.88	6.69	7.41	7.63	8.28	8.90	9.48	10.22
3.7	220	4.38	5.71	6.50	7.20	7.42	8.05	8.65	9.21	9.93
3.8	230	4.26	5.56	6.32	7.01	7.21	7.83	8.41	8.96	9.66
4.0	240	4.15	5.41	6.16	6.83	7.03	7.63	8.19	8.73	9.40
4.2	250	4.05	5.28	6.01	6.65	6.85	7.44	7.99	8.51	9.17
4.3	260	3.95	5.15	5.86	6.49	6.69	7.26	7.79	8.31	8.95
4.5	270	3.86	5.03	5.73	6.34	6.53	7.09	7.61	8.11	8.74
4.7	280	3.77	4.92	5.60	6.20	6.39	6.93	7.44	7.93	8.55
4.8	290	3.69	4.81	5.48	6.07	6.25	6.78	7.28	7.76	8.36
5.0	300	3.62	4.71	5.36	5.94	6.12	6.64	7.13	7.60	8.19
Imax 24h		**1.37**	**1.78**	**2.03**	**2.25**	**2.31**	**2.51**	**2.70**	**2.87**	**3.10**

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La regresión múltiple se encuentra en el anexo 2 y en la parte final de este se resumen los coeficientes de las tres ecuaciones a resolver; en la tabla 23 se determinará las incógnitas a0; a1;a2 que corresponden a los coeficientes k, m, n respectivamente; estos valores son imprescindibles para completar la ecuación de las curvas IDF .

Tabla 23

Determinación de coeficientes k,m,n - Iila Senamhi

	a0	a1	a2	Matriz inversa				Coeficientes		
261.70	270.00	401.94	561.81	0.14	-0.01	-0.06	261.70	**k=**	a0	1.64
409.46	401.94	740.75	836.35	-0.01	0.01	0.00	409.46	**m=**	a1	0.14
529.43	561.81	836.35	1204.62	-0.06	0.00	0.03	529.43	**n=**	a2	-0.42

Fuente: Elaboración propia

Se realizo una validación de los resultados obtenidos por regresión lineal en el Excel con el software Hidroesta 2, resultando una diferencia insignificante como muestra la tabla 24.

Figura 33

Resultado Hidroesta 2 - Iila Senamhi

Correlación	Ecuación	R	R^2	Se
Lineal Múltiple	Y = 15.9108 -0.0437 *X1 +0.0112 *X2	0.8368	0.7002	2.7300
Potencial Múltiple	Y= 44.1204*X1^(-0.4244) *X2^(0.1396)	0.9861	0.9724	1.0067

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24

Validación de resultados con Hidroesta 2 - Iila Senamhi

Coeficiente	Excel	Hidroesta 2	Diferencia E-H
K	44.12	44.12	0.00000
m	0.14	0.14	-0.00002
n	0.42	0.42	0.00004

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La ecuación que rige las curvas IDF para el modelo Iila Senamhi es la siguiente:

$$I = \frac{44.12 * T^{0.14}}{D^{0.42}}$$

T: Periodo de retorno (años)

D: Duración de la precipitación (min)

I: Intensidad (mm/h)

En base a esta ecuación se pueden determinar las curvas IDF para cualquier periodo de retorno distribuido en diferentes duraciones, para la gráfica 33 se tomó el tiempo desde 10 hasta 300 minutos y un periodo de retorno de 2,5,10,20,25,50,100,200 y 500 años teniendo como resultado las intensidades de diseño de la tabla 25.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 25

Intensidades de diseño – Iila Senamhi

INTENSIDADES DE DISEÑO (mm)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	18.29	20.79	22.90	25.22	26.02	28.66	31.58	34.78	39.53
0.3	20	13.63	15.49	17.06	18.79	19.39	21.36	23.53	25.92	29.45
0.5	30	11.47	13.04	14.36	15.82	16.32	17.98	19.81	21.82	24.80
0.7	40	10.16	11.54	12.71	14.00	14.45	15.91	17.53	19.31	21.95
0.8	50	9.24	10.50	11.56	12.74	13.14	14.48	15.95	17.57	19.96
1.0	60	8.55	9.72	10.70	11.79	12.16	13.40	14.76	16.26	18.48
1.2	70	8.01	9.10	10.03	11.04	11.39	12.55	13.83	15.23	17.31
1.3	80	7.57	8.60	9.47	10.44	10.77	11.86	13.06	14.39	16.35
1.5	90	7.20	8.18	9.01	9.93	10.24	11.28	12.43	13.69	15.56
1.7	100	6.88	7.82	8.62	9.49	9.79	10.79	11.88	13.09	14.88
1.8	110	6.61	7.51	8.28	9.12	9.40	10.36	11.41	12.57	14.29
2.0	120	6.37	7.24	7.98	8.79	9.06	9.98	11.00	12.12	13.77
2.2	130	6.16	7.00	7.71	8.49	8.76	9.65	10.63	11.71	13.31
2.3	140	5.97	6.78	7.47	8.23	8.49	9.35	10.30	11.35	12.90
2.5	150	5.79	6.59	7.25	7.99	8.24	9.08	10.00	11.02	12.52
2.7	160	5.64	6.41	7.06	7.78	8.02	8.84	9.73	10.72	12.19
2.8	170	5.50	6.24	6.88	7.58	7.82	8.61	9.49	10.45	11.88
3.0	180	5.36	6.10	6.71	7.40	7.63	8.41	9.26	10.20	11.59
3.2	190	5.24	5.96	6.56	7.23	7.46	8.21	9.05	9.97	11.33
3.3	200	5.13	5.83	6.42	7.07	7.30	8.04	8.85	9.75	11.08
3.5	210	5.02	5.71	6.29	6.93	7.15	7.87	8.67	9.55	10.86
3.7	220	4.93	5.60	6.17	6.79	7.01	7.72	8.50	9.37	10.65
3.8	230	4.83	5.49	6.05	6.67	6.88	7.57	8.34	9.19	10.45
4.0	240	4.75	5.39	5.94	6.55	6.75	7.44	8.19	9.03	10.26
4.2	250	4.67	5.30	5.84	6.43	6.64	7.31	8.05	8.87	10.08
4.3	260	4.59	5.21	5.74	6.33	6.53	7.19	7.92	8.73	9.92
4.5	270	4.52	5.13	5.65	6.23	6.42	7.08	7.80	8.59	9.76
4.7	280	4.45	5.05	5.57	6.13	6.33	6.97	7.68	8.46	9.61
4.8	290	4.38	4.98	5.48	6.04	6.23	6.87	7.56	8.33	9.47
5.0	300	4.32	4.91	5.41	5.95	6.14	6.77	7.45	8.21	9.33

Fuente: Elaboración propia

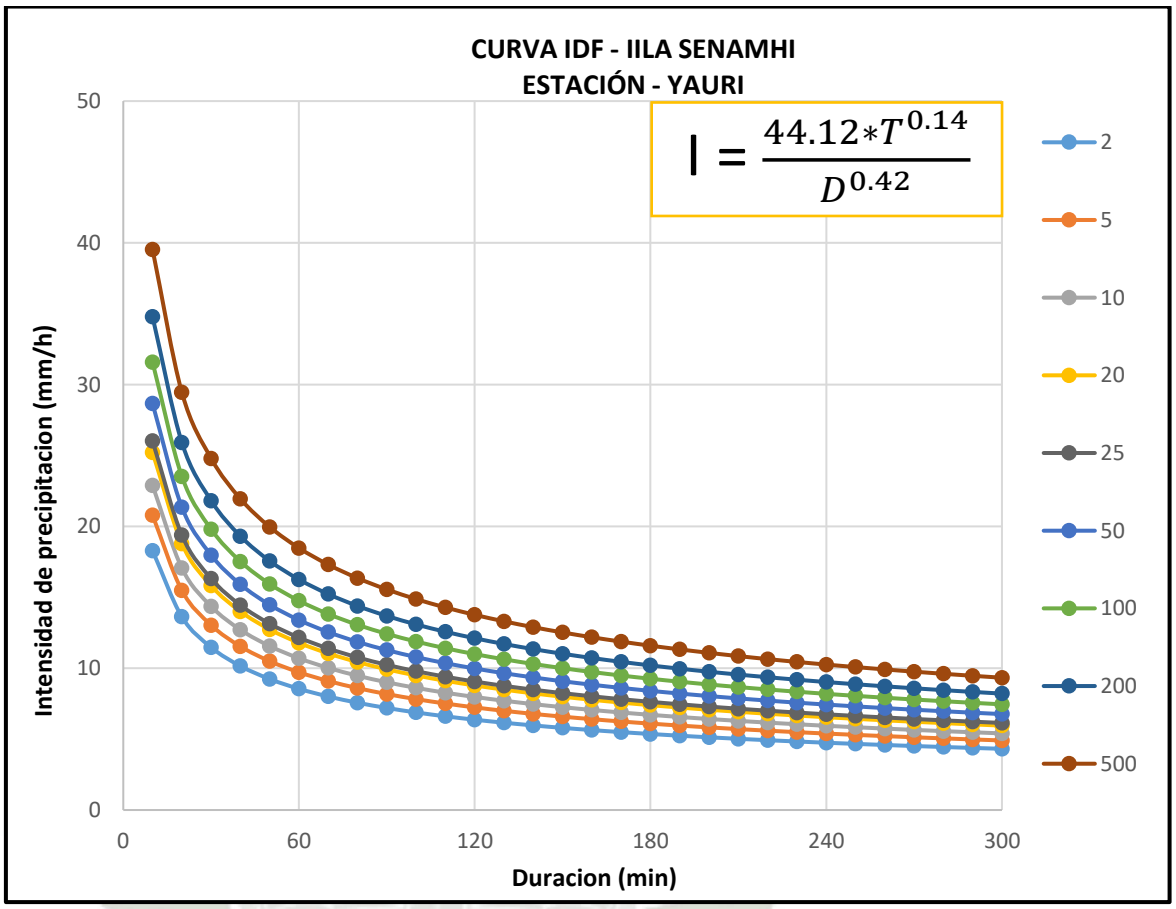
Los resultados obtenidos anteriormente están plasmados en la siguiente gráfica:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 34

Curvas IDF – Iila Senamhi



Fuente: Elaboración propia

3.4.4.3. SCS

Para la subcuenca Cañipia se tomarán los coeficientes tipo I, la columna 1 de la tabla 26, para la distribución de la lluvia se multiplican estos factores con las Pmax 24h, ubicadas en la última fila de la tabla 26, resultando:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 26

Precipitación acumulada - SCS

PRECIPITACION ACUMULADA (mm)										
Factor tipo I	t	T (años)								
	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.017	60	0.56	0.73	0.83	0.92	0.94	1.02	1.10	1.17	1.26
0.035	120	1.15	1.50	1.70	1.89	1.94	2.11	2.27	2.41	2.60
0.055	180	1.80	2.35	2.68	2.97	3.05	3.31	3.56	3.79	4.09
0.076	240	2.49	3.25	3.70	4.10	4.22	4.58	4.92	5.24	5.65
0.099	300	3.25	4.23	4.82	5.34	5.50	5.97	6.41	6.83	7.36
0.125	360	4.10	5.35	6.08	6.74	6.94	7.53	8.09	8.62	9.29
0.156	420	5.12	6.67	7.59	8.41	8.66	9.40	10.10	10.76	11.59
0.194	480	6.37	8.30	9.44	10.46	10.77	11.69	12.56	13.38	14.42
0.254	540	8.33	10.86	12.36	13.70	14.10	15.31	16.44	17.52	18.88
0.515	600	16.90	22.02	25.07	27.78	28.60	31.04	33.34	35.53	38.27
0.624	660	20.47	26.69	30.37	33.66	34.65	37.61	40.39	43.05	46.37
0.682	720	22.38	29.17	33.19	36.78	37.87	41.10	44.15	47.05	50.69
0.728	780	23.89	31.13	35.43	39.26	40.42	43.88	47.12	50.22	54.10
0.766	840	25.13	32.76	37.28	41.31	42.53	46.17	49.58	52.84	56.93
0.799	900	26.22	34.17	38.89	43.09	44.36	48.15	51.72	55.12	59.38
0.830	960	27.23	35.49	40.40	44.77	46.09	50.02	53.73	57.26	61.68
0.857	1020	28.12	36.65	41.71	46.22	47.59	51.65	55.47	59.12	63.69
0.882	1080	28.94	37.72	42.93	47.57	48.97	53.16	57.09	60.84	65.55
0.905	1140	29.69	38.70	44.05	48.81	50.25	54.54	58.58	62.43	67.26
0.926	1200	30.38	39.60	45.07	49.94	51.42	55.81	59.94	63.88	68.82
0.946	1260	31.04	40.46	46.04	51.02	52.53	57.01	61.23	65.26	70.31
0.965	1320	31.66	41.27	46.97	52.05	53.58	58.16	62.46	66.57	71.72
0.983	1380	32.25	42.04	47.84	53.02	54.58	59.24	63.63	67.81	73.05
1.000	1440	32.81	42.76	48.67	53.93	55.53	60.27	64.73	68.98	74.32
Pmax (mm)		**32.81**	**42.76**	**48.67**	**53.93**	**55.53**	**60.27**	**64.73**	**68.98**	**74.32**

Fuente: Elaboración propia

Paso seguido se deben hallar los incrementos de precipitación, esto es la diferencia de dos precipitaciones seguidas para un mismo periodo de retorno, por ejemplo:

Para un T=2 años y un tiempo entre 120 a 180 minutos y P= 1.15 mm – 1.8 mm respectivamente la variación de precipitación es 0.56 mm como muestra la columna 3 de la tabla 27, posteriormente se ordenan de manera creciente como muestra la tabla 28, siendo los mayores valores los resaltados en celeste; estas precipitaciones se acumularán hasta completar la tabla 28 de precipitaciones acumuladas nueva.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 27

Incremento de precipitación - SCS

INCREMENTO DE PRECIPITACION (mm)										
Tiempo		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
1	60	0.56	0.73	0.83	0.92	0.94	1.02	1.10	1.17	1.26
2	120	0.59	0.77	0.88	0.97	1.00	1.08	1.17	1.24	1.34
3	180	0.66	0.86	0.97	1.08	1.11	1.21	1.29	1.38	1.49
4	240	0.69	0.90	1.02	1.13	1.17	1.27	1.36	1.45	1.56
5	300	0.75	0.98	1.12	1.24	1.28	1.39	1.49	1.59	1.71
6	360	0.85	1.11	1.27	1.40	1.44	1.57	1.68	1.79	1.93
7	420	1.02	1.33	1.51	1.67	1.72	1.87	2.01	2.14	2.30
8	480	1.25	1.63	1.85	2.05	2.11	2.29	2.46	2.62	2.82
9	540	1.97	2.57	2.92	3.24	3.33	3.62	3.88	4.14	4.46
10	600	**8.56**	**11.16**	**12.70**	**14.08**	**14.49**	**15.73**	**16.89**	**18.00**	**19.40**
11	660	3.58	4.66	5.31	5.88	6.05	6.57	7.06	7.52	8.10
12	720	1.90	2.48	2.82	3.13	3.22	3.50	3.75	4.00	4.31
13	780	1.51	1.97	2.24	2.48	2.55	2.77	2.98	3.17	3.42
14	840	1.25	1.63	1.85	2.05	2.11	2.29	2.46	2.62	2.82
15	900	1.08	1.41	1.61	1.78	1.83	1.99	2.14	2.28	2.45
16	960	1.02	1.33	1.51	1.67	1.72	1.87	2.01	2.14	2.30
17	1020	0.89	1.15	1.31	1.46	1.50	1.63	1.75	1.86	2.01
18	1080	0.82	1.07	1.22	1.35	1.39	1.51	1.62	1.72	1.86
19	1140	0.75	0.98	1.12	1.24	1.28	1.39	1.49	1.59	1.71
20	1200	0.69	0.90	1.02	1.13	1.17	1.27	1.36	1.45	1.56
21	1260	0.66	0.86	0.97	1.08	1.11	1.21	1.29	1.38	1.49
22	1320	0.62	0.81	0.92	1.02	1.05	1.15	1.23	1.31	1.41
23	1380	0.59	0.77	0.88	0.97	1.00	1.08	1.17	1.24	1.34
24	1440	0.56	0.73	0.83	0.92	0.94	1.02	1.10	1.17	1.26

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 28

Incremento de precipitaciones decreciente - SCS

INCREMENTO DE PRECIPITACION DECRECIENTE (mm)										
TIEMPO		T (años)								
h	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
1	60	**8.56**	**11.16**	**12.70**	**14.08**	**14.49**	**15.73**	**16.89**	**18.00**	**19.40**
2	120	3.58	4.66	5.31	5.88	6.05	6.57	7.06	7.52	8.10
3	180	1.97	2.57	2.92	3.24	3.33	3.62	3.88	4.14	4.46
4	240	1.90	2.48	2.82	3.13	3.22	3.50	3.75	4.00	4.31
5	300	1.51	1.97	2.24	2.48	2.55	2.77	2.98	3.17	3.42
6	360	1.25	1.63	1.85	2.05	2.11	2.29	2.46	2.62	2.82
7	420	1.25	1.63	1.85	2.05	2.11	2.29	2.46	2.62	2.82
8	480	1.08	1.41	1.61	1.78	1.83	1.99	2.14	2.28	2.45
9	540	1.02	1.33	1.51	1.67	1.72	1.87	2.01	2.14	2.30
10	600	1.02	1.33	1.51	1.67	1.72	1.87	2.01	2.14	2.30
11	660	0.89	1.15	1.31	1.46	1.50	1.63	1.75	1.86	2.01
12	720	0.85	1.11	1.27	1.40	1.44	1.57	1.68	1.79	1.93
13	780	0.82	1.07	1.22	1.35	1.39	1.51	1.62	1.72	1.86
14	840	0.75	0.98	1.12	1.24	1.28	1.39	1.49	1.59	1.71
15	900	0.75	0.98	1.12	1.24	1.28	1.39	1.49	1.59	1.71
16	960	0.69	0.90	1.02	1.13	1.17	1.27	1.36	1.45	1.56
17	1020	0.69	0.90	1.02	1.13	1.17	1.27	1.36	1.45	1.56
18	1080	0.66	0.86	0.97	1.08	1.11	1.21	1.29	1.38	1.49
19	1140	0.66	0.86	0.97	1.08	1.11	1.21	1.29	1.38	1.49
20	1200	0.62	0.81	0.92	1.02	1.05	1.15	1.23	1.31	1.41
21	1260	0.59	0.77	0.88	0.97	1.00	1.08	1.17	1.24	1.34
22	1320	0.59	0.77	0.88	0.97	1.00	1.08	1.17	1.24	1.34
23	1380	0.56	0.73	0.83	0.92	0.94	1.02	1.10	1.17	1.26
24	1440	0.56	0.73	0.83	0.92	0.94	1.02	1.10	1.17	1.26

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 29

Precipitación acumulada creciente - SCS

PRECIPITACION ACUMULADA CRECIENTE (mm)										
TIEMPO		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
1	60	8.56	11.16	12.70	14.08	14.49	15.73	16.89	18.00	19.40
2	120	12.14	15.82	18.01	19.96	20.54	22.30	23.95	25.52	27.50
3	180	14.11	18.39	20.93	23.19	23.88	25.92	27.83	29.66	31.96
4	240	16.01	20.87	23.75	26.32	27.10	29.41	31.59	33.66	36.27
5	300	17.52	22.84	25.99	28.80	29.65	32.18	34.57	36.84	39.69
6	360	18.77	24.46	27.84	30.85	31.76	34.47	37.03	39.46	42.51
7	420	20.02	26.09	29.69	32.90	33.87	36.76	39.49	42.08	45.33
8	480	21.10	27.50	31.30	34.68	35.70	38.75	41.62	44.36	47.79
9	540	22.12	28.82	32.80	36.35	37.42	40.62	43.63	46.49	50.09
10	600	23.13	30.15	34.31	38.02	39.15	42.49	45.63	48.63	52.39
11	660	24.02	31.30	35.63	39.48	40.64	44.12	47.38	50.50	54.40
12	720	24.87	32.42	36.89	40.88	42.09	45.68	49.07	52.29	56.33
13	780	25.69	33.48	38.11	42.23	43.48	47.19	50.68	54.01	58.19
14	840	26.45	34.47	39.23	43.47	44.75	48.58	52.17	55.60	59.90
15	900	27.20	35.45	40.35	44.71	46.03	49.96	53.66	57.19	61.61
16	960	27.89	36.35	41.37	45.84	47.20	51.23	55.02	58.64	63.17
17	1020	28.58	37.25	42.39	46.98	48.36	52.49	56.38	60.08	64.73
18	1080	29.24	38.10	43.37	48.06	49.47	53.70	57.67	61.46	66.22
19	1140	29.89	38.96	44.34	49.13	50.58	54.90	58.97	62.84	67.70
20	1200	30.52	39.77	45.26	50.16	51.64	56.05	60.20	64.15	69.12
21	1260	31.11	40.54	46.14	51.13	52.64	57.13	61.36	65.40	70.45
22	1320	31.70	41.31	47.02	52.10	53.64	58.22	62.53	66.64	71.79
23	1380	32.25	42.04	47.84	53.02	54.58	59.24	63.63	67.81	73.05
24	1440	32.81	42.76	48.67	53.93	55.53	60.27	64.73	68.98	74.32

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las intensidades halladas dividiendo las precipitaciones entre el tiempo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 30

Intensidades de diseño - SCS

INTENSIDADES DE DISEÑO (mm/h)										
TIEMPO		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
1	60	8.56	11.16	12.70	14.08	14.49	15.73	16.89	18.00	19.40
2	120	6.07	7.91	9.00	9.98	10.27	11.15	11.97	12.76	13.75
3	180	4.70	6.13	6.98	7.73	7.96	8.64	9.28	9.89	10.65
4	240	4.00	5.22	5.94	6.58	6.77	7.35	7.90	8.42	9.07
5	300	3.50	4.57	5.20	5.76	5.93	6.44	6.91	7.37	7.94
6	360	3.13	4.08	4.64	5.14	5.29	5.75	6.17	6.58	7.09
7	420	2.86	3.73	4.24	4.70	4.84	5.25	5.64	6.01	6.48
8	480	2.64	3.44	3.91	4.33	4.46	4.84	5.20	5.54	5.97
9	540	2.46	3.20	3.64	4.04	4.16	4.51	4.85	5.17	5.57
10	600	2.31	3.01	3.43	3.80	3.91	4.25	4.56	4.86	5.24
11	660	2.18	2.85	3.24	3.59	3.69	4.01	4.31	4.59	4.95
12	720	2.07	2.70	3.07	3.41	3.51	3.81	4.09	4.36	4.69
13	780	1.98	2.58	2.93	3.25	3.34	3.63	3.90	4.15	4.48
14	840	1.89	2.46	2.80	3.11	3.20	3.47	3.73	3.97	4.28
15	900	1.81	2.36	2.69	2.98	3.07	3.33	3.58	3.81	4.11
16	960	1.74	2.27	2.59	2.87	2.95	3.20	3.44	3.66	3.95
17	1020	1.68	2.19	2.49	2.76	2.84	3.09	3.32	3.53	3.81
18	1080	1.62	2.12	2.41	2.67	2.75	2.98	3.20	3.41	3.68
19	1140	1.57	2.05	2.33	2.59	2.66	2.89	3.10	3.31	3.56
20	1200	1.53	1.99	2.26	2.51	2.58	2.80	3.01	3.21	3.46
21	1260	1.48	1.93	2.20	2.43	2.51	2.72	2.92	3.11	3.35
22	1320	1.44	1.88	2.14	2.37	2.44	2.65	2.84	3.03	3.26
23	1380	1.40	1.83	2.08	2.31	2.37	2.58	2.77	2.95	3.18
24	1440	1.37	1.78	2.03	2.25	2.31	2.51	2.70	2.87	3.10

Fuente: Elaboración propia.

La regresión múltiple se encuentra en el anexo 3 y en la parte final de este se resumen los coeficientes de las tres ecuaciones a resolver; en la tabla 31 se determinará las incógnitas a0; a1; a2 que corresponden a los coeficientes k, m, n respectivamente; estos valores son imprescindibles para completar la ecuación de las curvas IDF.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 31

Determinación de coeficientes k,m,n - SCS

	a0	a1	a2	Matriz inversa				Coeficientes		
126.59	216.00	321.55	598.22	0.31	-0.01	-0.10	126.59	**k=**	a0	2.01
204.35	321.55	592.60	890.54	-0.01	0.01	0.00	204.35	**m=**	a1	0.14
334.74	598.22	890.54	1683.69	-0.10	0.00	0.04	334.74	**n=**	a2	-0.59

Fuente: Elaboración propia.

Se realizo una validación de los resultados obtenidos por regresión lineal en el Excel con el software Hidroesta 2, resultando una diferencia insignificante como muestra la tabla 32.

Figura 35

Resultado Hidroesta 2 – SCS

Correlación	Ecuación	R	R^2	Se
Lineal Múltiple	Y = 8.1828 -0.0055 *X1 +0.0049 *X2	0.7837	0.6141	1.9300
Potencial Múltiple	Y= 101.8473*X1^(-0.5884) *X2^(0.1396)	0.9939	0.9878	0.3250

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

Validación de resultados con Hidroesta 2 - SCS

Coeficiente	Hidroesta	Excel	Diferencia E-H
K	101.85	101.85	-0.00001
m	0.14	0.14	0.00002
n	0.59	0.59	-0.00004

Fuente: Elaboración propia

La ecuación que rige las curvas IDF para el modelo Iila Senamhi es la siguiente:

$$I = \frac{101.85 * T^{0.14}}{D^{0.59}}$$

T: Periodo de retorno (años)

D: Duración de la precipitación (min)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

I: Intensidad (mm/h)

En base a esta ecuación se pueden determinar las curvas IDF para cualquier periodo de retorno distribuido en diferentes duraciones, para la gráfica 35 se tomó el tiempo desde 10 hasta 300 minutos y un periodo de retorno de 2,5,10,20,25,50,100,200 y 500 años teniendo como resultado las intensidades de la tabla 33.

Tabla 33

Intensidades de diseño - SCS

INTENSIDADES DE DISEÑO (mm/h)										
TIEMPO		T (años)								
h	min	**2**	**5**	**10**	**20**	**25**	**50**	**100**	**200**	**500**
0.2	10	28.94	32.89	36.24	39.92	41.18	45.37	49.97	55.05	62.56
0.3	20	19.25	21.88	24.10	26.55	27.39	30.17	33.24	36.61	41.61
0.5	30	15.16	17.23	18.99	20.91	21.58	23.77	26.18	28.84	32.78
0.7	40	12.80	14.55	16.03	17.66	18.22	20.07	22.11	24.35	27.67
0.8	50	11.23	12.76	14.06	15.48	15.97	17.60	19.39	21.35	24.27
1.0	60	10.09	11.46	12.63	13.91	14.35	15.81	17.41	19.18	21.80
1.2	70	9.21	10.47	11.53	12.70	13.11	14.44	15.90	17.52	19.91
1.3	80	8.52	9.68	10.66	11.74	12.12	13.35	14.70	16.20	18.41
1.5	90	7.95	9.03	9.95	10.96	11.30	12.45	13.72	15.11	17.17
1.7	100	7.47	8.49	9.35	10.30	10.62	11.70	12.89	14.20	16.14
1.8	110	7.06	8.02	8.84	9.74	10.04	11.07	12.19	13.43	15.26
2.0	120	6.71	7.62	8.40	9.25	9.54	10.51	11.58	12.76	14.50
2.2	130	6.40	7.27	8.01	8.83	9.10	10.03	11.05	12.17	13.83
2.3	140	6.13	6.96	7.67	8.45	8.72	9.60	10.58	11.65	13.24
2.5	150	5.88	6.69	7.36	8.11	8.37	9.22	10.16	11.19	12.71
2.7	160	5.66	6.44	7.09	7.81	8.06	8.88	9.78	10.77	12.24
2.8	170	5.46	6.21	6.84	7.54	7.78	8.57	9.44	10.39	11.81
3.0	180	5.28	6.01	6.62	7.29	7.52	8.28	9.12	10.05	11.42
3.2	190	5.12	5.82	6.41	7.06	7.28	8.02	8.84	9.74	11.06
3.3	200	4.97	5.64	6.22	6.85	7.07	7.78	8.57	9.45	10.73
3.5	210	4.83	5.48	6.04	6.66	6.87	7.56	8.33	9.18	10.43
3.7	220	4.70	5.34	5.88	6.48	6.68	7.36	8.11	8.93	10.15
3.8	230	4.57	5.20	5.73	6.31	6.51	7.17	7.90	8.70	9.89
4.0	240	4.46	5.07	5.59	6.15	6.35	6.99	7.70	8.49	9.64
4.2	250	4.36	4.95	5.45	6.01	6.20	6.83	7.52	8.28	9.41
4.3	260	4.26	4.84	5.33	5.87	6.06	6.67	7.35	8.09	9.20
4.5	270	4.16	4.73	5.21	5.74	5.92	6.52	7.19	7.92	9.00
4.7	280	4.07	4.63	5.10	5.62	5.80	6.39	7.03	7.75	8.81
4.8	290	3.99	4.54	5.00	5.50	5.68	6.26	6.89	7.59	8.63
5.0	300	3.91	4.45	4.90	5.40	5.57	6.13	6.75	7.44	8.46

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

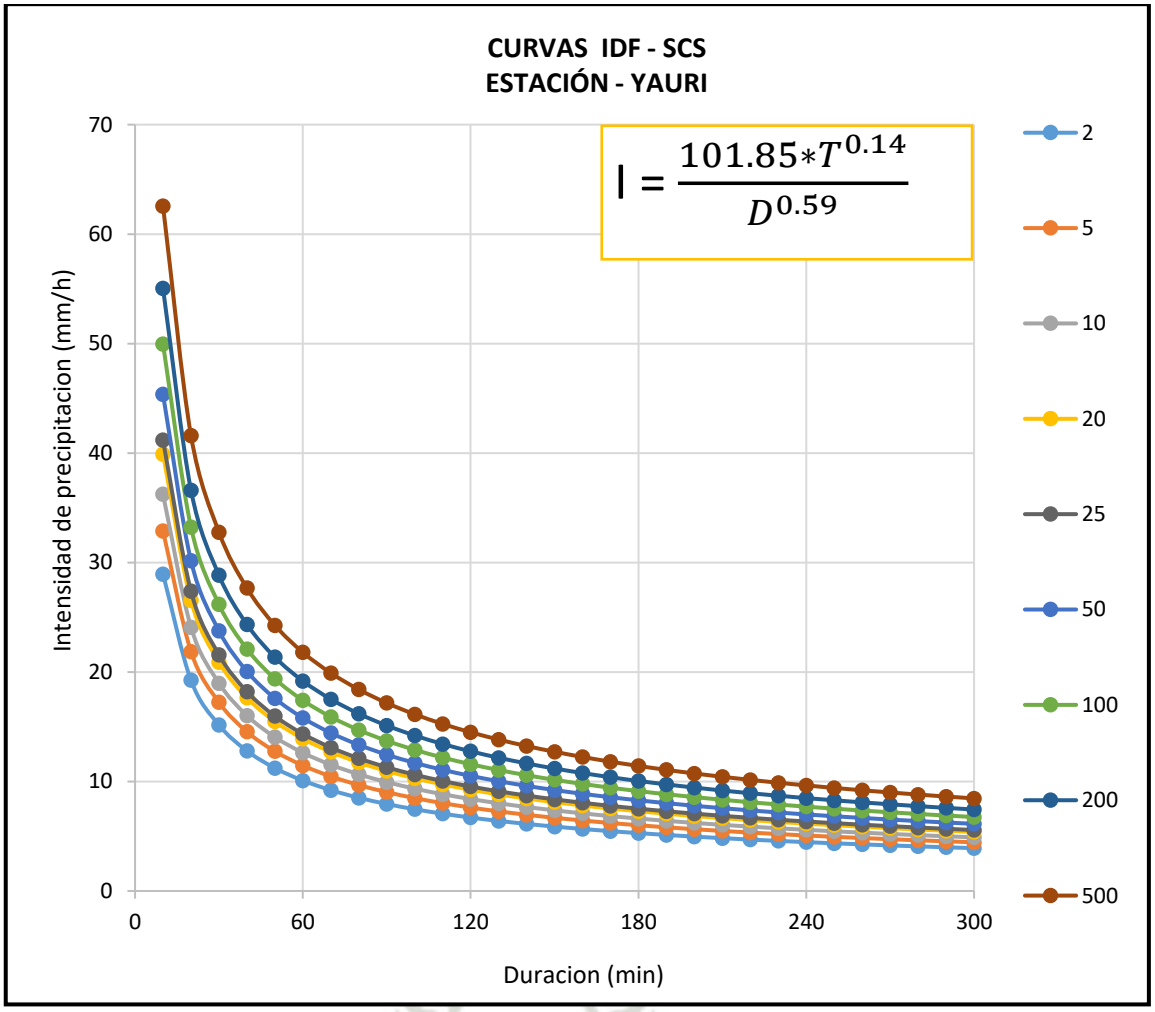
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos anteriormente están plasmados en la siguiente gráfica:

Figura 36

Curvas IDF – SCS



Fuente: Elaboración propia

La tabla número 34 muestra la comparación de curvas IDF para las diferentes metodologías, de estas las intensidades de diseño más alta para un periodo de retorno de 100 años y un tiempo de 10 minutos es la de SCS con 49.97mm/h y el menor valor es 24.35 mm/h con el método de D. Peaschke, así también se muestra en la imagen 36, que resalta el primer valor mencionado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 34

Intensidades de diseño D. Peaschke-SCS-Iila Senamhi

INTENSIDADES DE DISEÑO				
TIEMPO		**D.Peaschke**	**SCS**	**IILA**
		I	**I**	**I**
h	min	mm/hr	mm/hr	mm/hr
0.2	10	24.35	49.97	31.58
0.3	20	19.78	33.24	23.53
0.5	30	17.52	26.18	19.81
0.7	40	16.07	22.11	17.53
0.8	50	15.03	19.39	15.95
1.0	60	14.23	17.41	14.76
1.2	70	13.58	15.90	13.83
1.3	80	13.05	14.70	13.06
1.5	90	12.60	13.72	12.43
1.7	100	12.21	12.89	11.88
1.8	110	11.86	12.19	11.41
2.0	120	11.56	11.58	11.00
2.2	130	11.28	11.05	10.63
2.3	140	11.03	10.58	10.30
2.5	150	10.81	10.16	10.00
2.7	160	10.60	9.78	9.73
2.8	170	10.41	9.44	9.49
3.0	180	10.23	9.12	9.26
3.2	190	10.07	8.84	9.05
3.3	200	9.91	8.57	8.85
3.5	210	9.77	8.33	8.67
3.7	220	9.63	8.11	8.50
3.8	230	9.51	7.90	8.34
4.0	240	9.39	7.70	8.19
4.2	250	9.27	7.52	8.05
4.3	260	9.16	7.35	7.92
4.5	270	9.06	7.19	7.80
4.7	280	8.96	7.03	7.68
4.8	290	8.87	6.89	7.56
5.0	300	8.78	6.75	7.45

Fuente: Elaboración propia

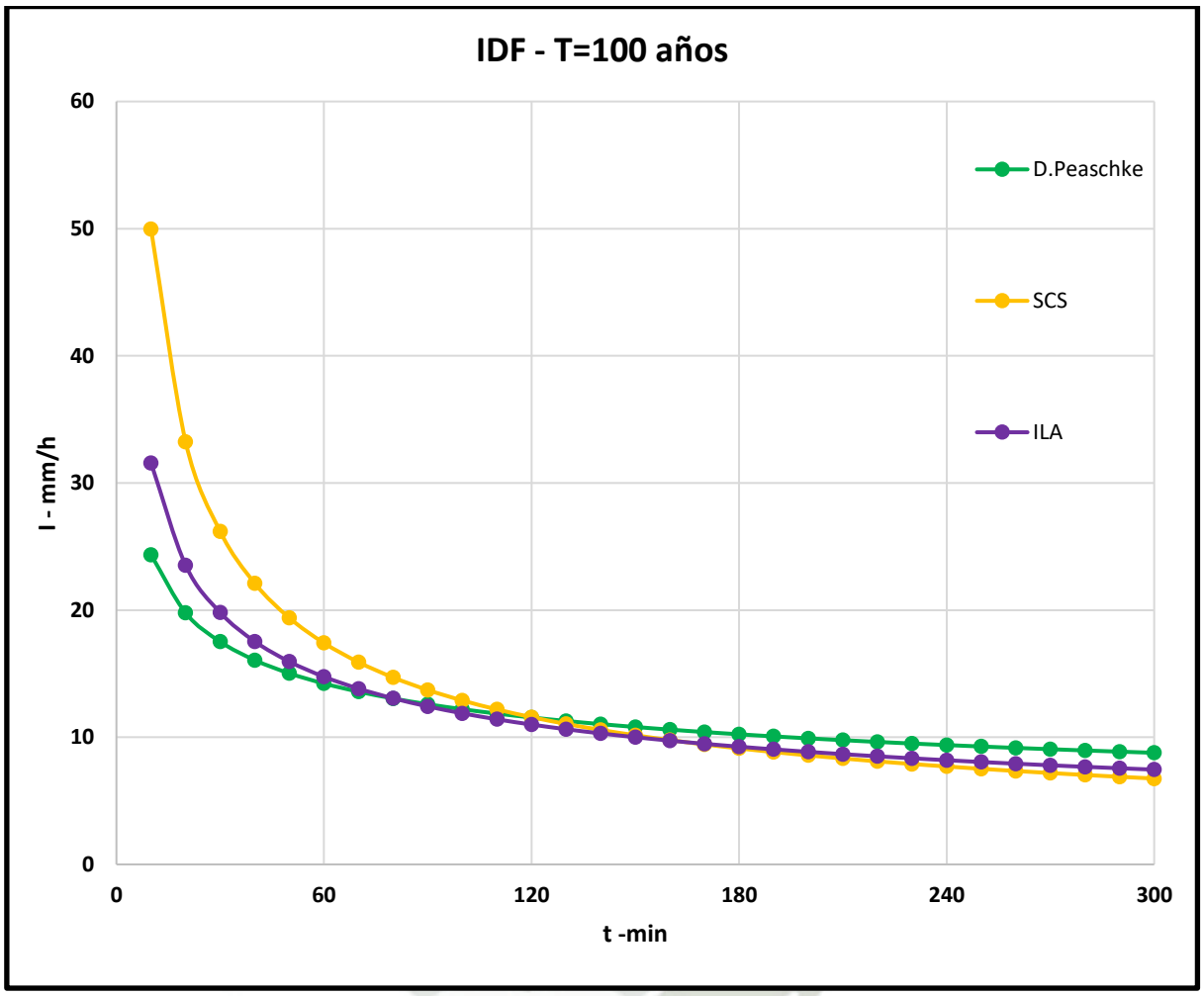
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 37

Comparación de curvas IDF para T=100 años



Fuente: Elaboración propia

3.4.5. Hietograma de intensidades

A partir de las ecuaciones IDF se hallaron las intensidades de diseño para nuestro tiempo de duración de tormenta en un Intervalo constante de 10 minutos, luego se determinaron las precipitaciones acumuladas dividiendo las intensidades entre el tiempo, estos resultados servirán para hallar las profundidades de lluvia incrementales para cada 10 minutos.

Para poder obtener las gráficas de los hietogramas de un periodo de retorno de 100 años se aplicaron el método de los bloques alternos ,para esto se dividió la cantidad de precipitaciones en dos partes y se determinó el incremento de precipitación máxima ,la cual es el primer número en la columna 4 este es el punto de partida para ordenar las ΔP de tal manera que el segundo dato de mayor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

magnitud este ubicado arriba de la mayor ΔP y el tercer valor alto quede debajo de este último ,así sucesivamente hasta completar los valores y quede como la columna 6 de la tabla 35.

Tabla 35

Metodo del bloque Alterno para los Hietogramas de intensidad

METODO DEL BLOQUE ALTERNO						
TIEMPO		INTENSIDAD	PROFUNDIDA ACUMULADA	PROFUNDIDAD INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
h	min	mm/h	mm	mm	min	mm
0.2	10	24.35	4.06	4.06	0 - 10	1.03
0.3	20	19.78	6.59	2.53	10 - 20	1.05
0.5	30	17.52	8.76	2.16	20 - 30	1.08
0.7	40	16.07	10.71	1.95	30 - 40	1.10
0.8	50	15.03	12.52	1.81	40 - 50	1.13
1.0	60	14.23	14.23	1.70	50 - 60	1.17
1.2	70	13.58	15.85	1.62	60 - 70	1.20
1.3	80	13.05	17.40	1.55	70 - 80	1.25
1.5	90	12.60	18.90	1.50	80 - 90	1.30
1.7	100	12.21	20.34	1.45	90 - 100	1.37
1.8	110	11.86	21.75	1.40	100 - 110	1.45
2.0	120	11.56	23.11	1.37	110 - 120	1.55
2.2	130	11.28	24.44	1.33	120 - 130	1.70
2.3	140	11.03	25.75	1.30	130 - 140	1.95
2.5	150	10.81	27.02	1.27	140 - 150	2.53
2.7	160	10.60	28.27	1.25	150 - 160	4.06
2.8	170	10.41	29.49	1.23	160 - 170	2.16
3.0	180	10.23	30.70	1.20	170 - 180	1.81
3.2	190	10.07	31.88	1.18	180 - 190	1.62
3.3	200	9.91	33.05	1.17	190 - 200	1.50
3.5	210	9.77	34.19	1.15	200 - 210	1.40
3.7	220	9.63	35.33	1.13	210 - 220	1.33
3.8	230	9.51	36.44	1.12	220 - 230	1.27
4.0	240	9.39	37.55	1.10	230 - 240	1.23
4.2	250	9.27	38.63	1.09	240 - 250	1.18
4.3	260	9.16	39.71	1.08	250 - 260	1.15
4.5	270	9.06	40.77	1.06	260 - 270	1.12
4.7	280	8.96	41.82	1.05	270 - 280	1.09
4.8	290	8.87	42.86	1.04	280 - 290	1.06
5.0	300	8.78	43.89	1.03	290 - 300	1.04

Fuente: Elaboración propia

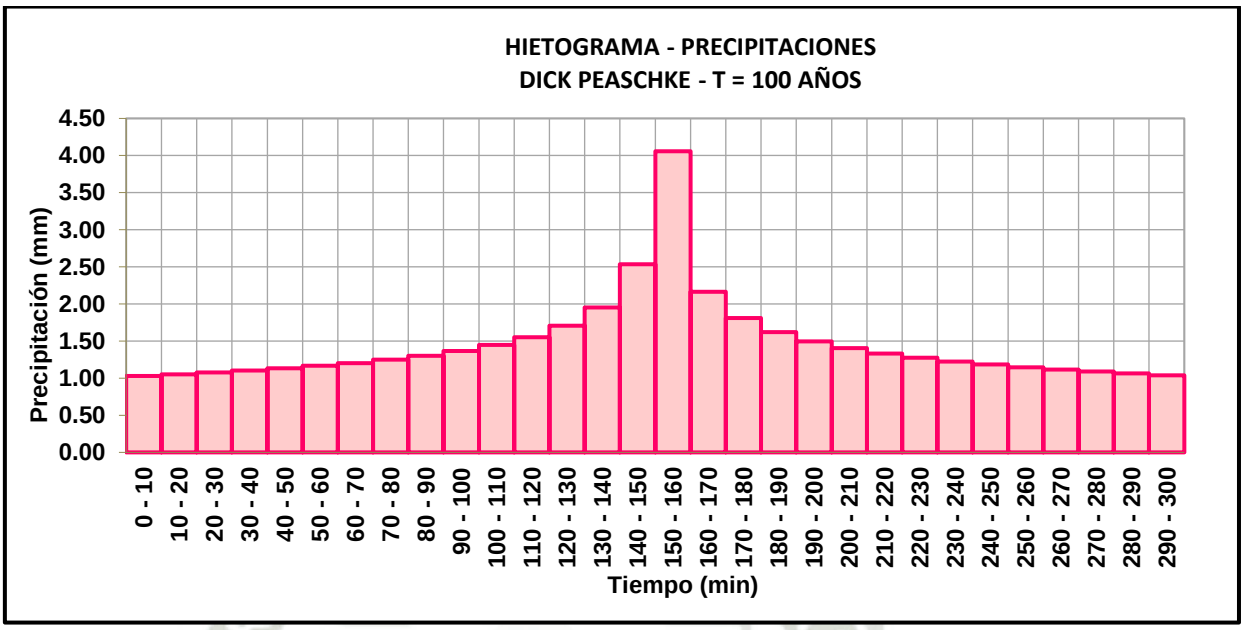
El hietograma de intensidades de diseño tiene como ordenadas al tiempo y como abscisas a las ΔP, resultando una pirámide de bloques; estos pasos se siguieron para cada modalidad, resultando las gráficas 38,39,40.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 38

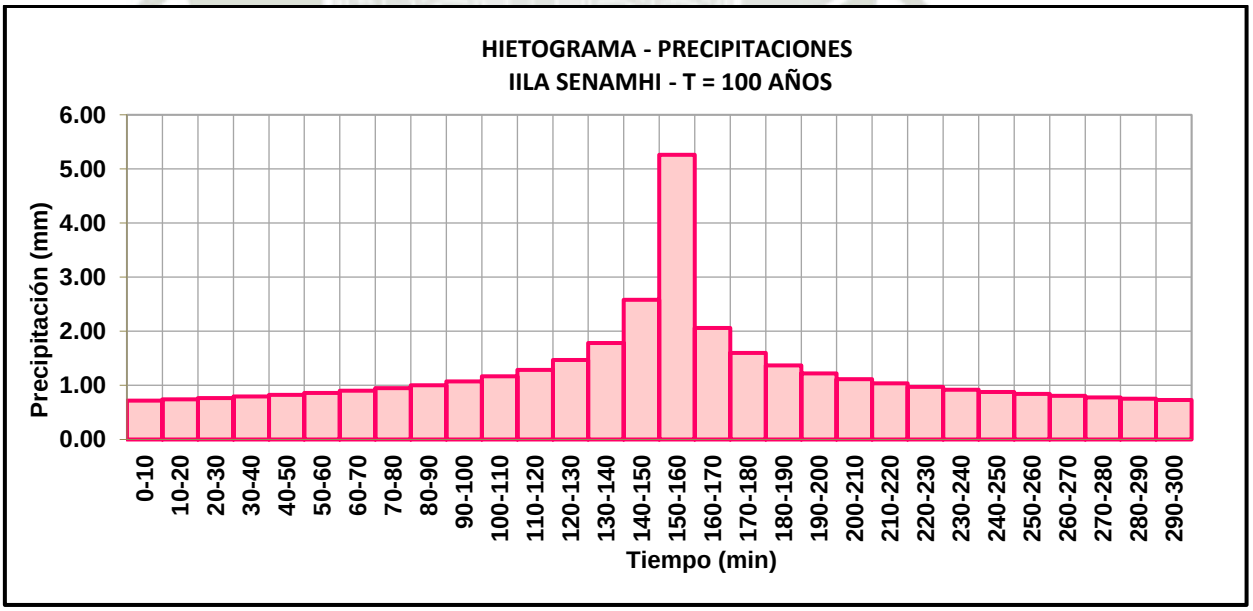
Hietograma de precipitaciones – Dick Peaschke



Fuente: Elaboración propia

Figura 39

Hietograma de precipitaciones – Iila Senamhi



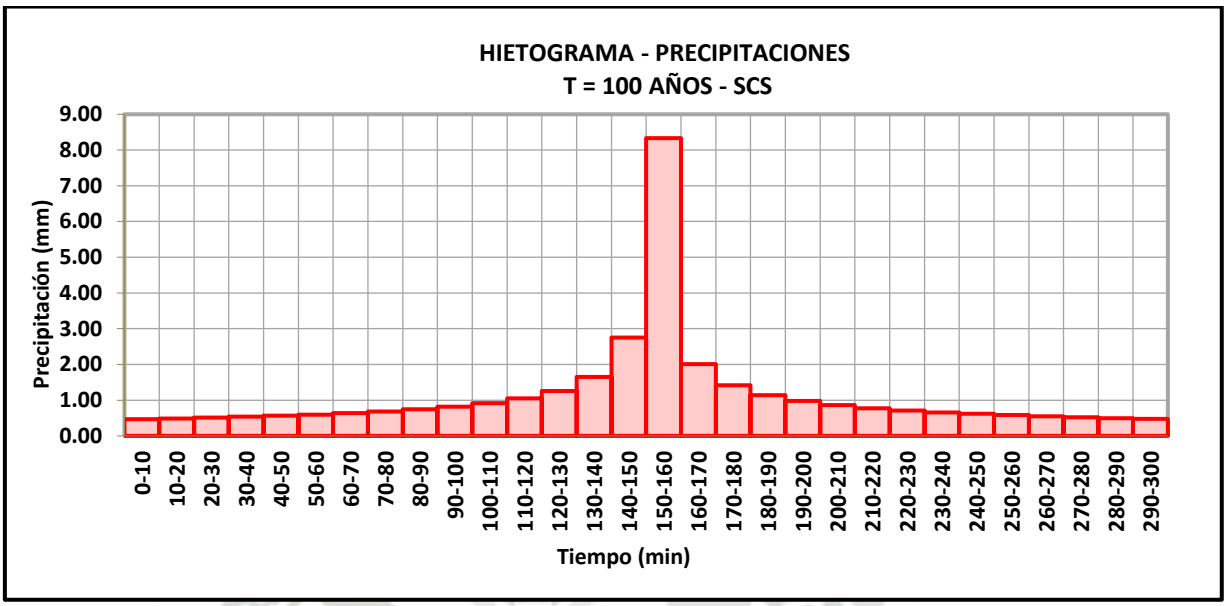
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 40

Hietograma de precipitaciones – SCS



Fuente: Elaboración propia

La tabla número 36 muestra la comparación de hietogramas de precipitaciones de diseño para las diferentes metodologías, de estas la más conservadoras es la de SCS ΔP de 8.33mm y el menor valor es 4.06 mm con el método de Dick Peaschke; pero la lluvia mejor distribuida es el de Iila Senamhi como se puede observar en la gráfica 41.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 36

Comparación de Hietogramas de precipitaciones

HIETOGRAMA DT=5h					
TIEMPO			DP	SCS	IILA
h	min		mm	mm	mm
0.2	10	0 - 10	1.03	0.47	0.72
0.3	20	10 - 20	1.05	0.49	0.74
0.5	30	20 - 30	1.08	0.51	0.77
0.7	40	30 - 40	1.10	0.54	0.79
0.8	50	40 - 50	1.13	0.56	0.82
1.0	60	50 - 60	1.17	0.60	0.86
1.2	70	60 - 70	1.20	0.64	0.90
1.3	80	70 - 80	1.25	0.68	0.95
1.5	90	80 - 90	1.30	0.74	1.00
1.7	100	90 - 100	1.37	0.81	1.07
1.8	110	100 - 110	1.45	0.91	1.17
2.0	120	110 - 120	1.55	1.05	1.29
2.2	130	120 - 130	1.70	1.26	1.47
2.3	140	130 - 140	1.95	1.65	1.78
2.5	150	140 - 150	2.53	2.75	2.58
2.7	160	150 - 160	4.06	8.33	5.26
2.8	170	160 - 170	2.16	2.01	2.06
3.0	180	170 - 180	1.81	1.42	1.60
3.2	190	180 - 190	1.62	1.14	1.37
3.3	200	190 - 200	1.50	0.97	1.22
3.5	210	200 - 210	1.40	0.86	1.12
3.7	220	210 - 220	1.33	0.78	1.04
3.8	230	220 - 230	1.27	0.71	0.97
4.0	240	230 - 240	1.23	0.66	0.92
4.2	250	240 - 250	1.18	0.62	0.88
4.3	260	250 - 260	1.15	0.58	0.84
4.5	270	260 - 270	1.12	0.55	0.81
4.7	280	270 - 280	1.09	0.52	0.78
4.8	290	280 - 290	1.06	0.50	0.75
5.00	300	290 - 300	1.04	0.48	0.73
Suma Precipitación diseño			43.89	30.53	37.27

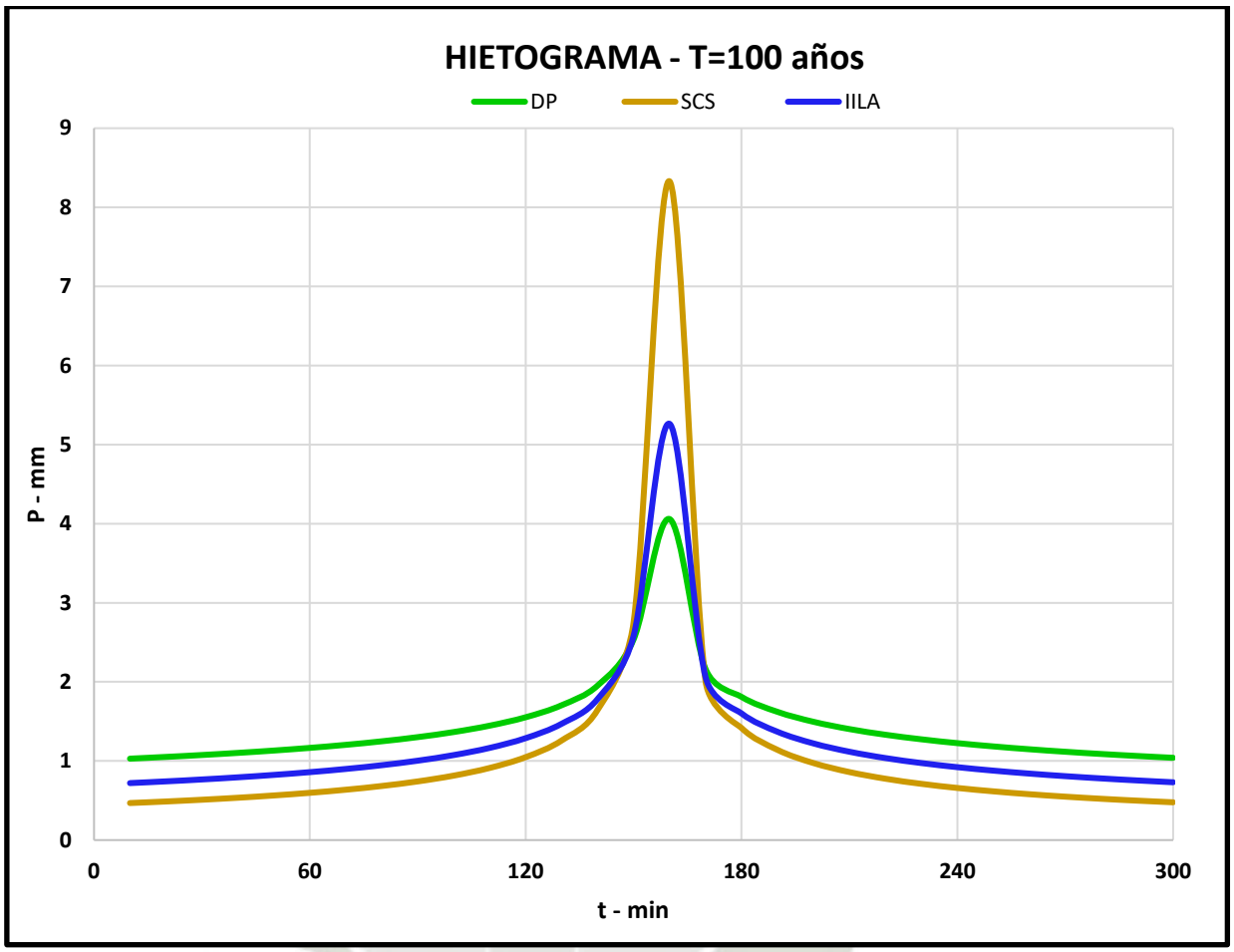
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 41

Comparación de Hietogramas de precipitaciones



Fuente: Elaboración propia

Estos hietogramas servirán como tormenta de diseño en los datos de entrada para la determinación de los caudales máximos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.6. Caudales de diseño

Para determinar los caudales máximos para determinadas tormentas de diseño en un tiempo de retorno asumido, se hizo uso del software HEC-HMS que requieren como datos de entrada los siguientes parámetros:

Tabla 37

Parámetros de entrada al HEC HMS para determinar Qd

PARAMETROS DE ENTRADA HEC HMS			
Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Área	A	km2	382.88
Duración de la tormenta	Dt	h	5.00
Tiempo de concentración	Tc	h	2.65
Tiempo de rezago	Tc	h	1.59
Coeficiente cp	Cp		0.69
Numero de curva	NC		73.50
Abstracción inicial	IA	mm	18.32
Coeficiente de Muskingum k	K	h	1.59
Coeficiente de Muskingum x	X		0.20

Fuente: Elaboración propia

Para el tránsito de máximas avenidas por el método de Muskingum se asumieron valores empíricos para los coeficientes k y x 2.5 h y 0.2 respectivamente.

La tabla 36 muestra las tormentas para 5h de duración por distintas metodologías, esta información es indispensable como dato de entrada en el software HEC HMS y así determinar los caudales máximos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 38

Caudales de diseño para diferentes metodologias

CAUDALES DE DISEÑO			
m3/s	D.P.	SCS	IILA
Q	60.80	51.90	76.80

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 38 el caudal mínimo es 51.90 m3/s por el métodos y el máximo caudal es 76.80 m3/s por el método Iila Senamhi, para continuar con el diseño hidráulico se tomara el valor máximo.

3.4.7. Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc)

Primeramente, se evaluaron la base de datos proporcionados por el SENAMHI (temperatura mínima, temperatura máxima, humedad, velocidad del viento) de la estación Yauri con un registro de 48 años (1965 – 2019) mostrados en el anexo1, para luego obtener valores medios en cada mes.

Se hizo uso de las horas de insolación de la estación Condroma obtenidas del estudio hidrológico de la ANA Balance Hídrico de las Subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo.

Estos parámetros meteorológicos sirven para determinar la evapotranspiración de referencia Eto, se usó la herramienta Cropwat 8.0 proporcionada por la FAO teniendo como resultado la columna 7 y 8 de la tabla 39.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 39

Cálculo de la Evapotranspiración por Cropwat 8.0

Evapotranspiración de Referencia Eto								
Estación:	Yauri		Longitud:	71° 25'	"W"	Latitud:	14° 49'	"S"
Altitud:	3927	m.s.n.m.	Departamento	Cusco	Provincia	Espinar	Distrito	Yauri
Mes	**T Min**	**T Max**	**Humedad**	**Vel Viento**	**Insolación ***	**Rad**	**ETo**	**ETo**
	°C	°C	%	m/s	h	MJ/m2/día	mm/día	mm/mes
ENE	2.21	16.48	75.57	1.12	5.28	18.6	3.23	100.16
FEB	2.41	16.03	77.62	0.95	5.24	18.2	3.13	87.70
MAR	1.98	16.25	77.14	0.83	6.1	18.7	3.12	96.80
ABR	-0.55	16.37	74.87	0.68	7.39	18.7	2.94	88.10
MAY	-5.67	16.41	69.78	0.66	8.79	18.5	2.58	79.98
JUN	-9.09	16.00	67.11	0.63	9.03	17.6	2.23	66.98
JUL	-9.43	15.90	64.47	0.79	9.11	18.2	2.28	70.58
AGO	-7.54	16.60	63.06	1.34	9.15	20.3	2.71	84.10
SET	-4.52	17.77	62.27	1.68	8.29	21.2	3.16	94.68
OCT	-2.00	18.20	64.07	1.34	7.78	21.9	3.49	108.27
NOV	-0.71	18.76	63.20	1.46	8.16	23.1	3.80	114.00
DIC	1.15	17.63	70.10	1.07	6.35	20.2	3.45	106.91

Fuente: Elaboración propia

3.4.8. Coeficiente único de cultivo ponderado Kcp

Luego se pasó a distribuir los inicios de sembrío de los cultivos que más se producen en la provincia de Espinar; según El Plan de desarrollo local concertado de la provincia de Espinar al 2021 prospectiva al 2030 el 74% de cultivos son de papa, siguiendo la quinua y cañihua, por otra parte, más del 50% de las familias rurales tienen como ingreso principal el producto de las actividades agropecuarias, es por ello que se debe reforzar el mejorado de pasto y el sembrío de avena y alfalfa.

El sembrío de papa y avena comienza generalmente en el mes de octubre y en septiembre del sembrío de quinua y cañihua; según el comité de usuarios el padrón engloba a 125 usuarios con un promedio de 1.5 ha de terreno ,45 propietarios tienen un tiempo de riego de ½ hora y 70 un lapso de 1h, llegando a un total aproximado de 92.5 horas de riego a una extensión de 186.4 ha.

Se hizo una simulación de sembrío en todas las parcelas, distribuyendo el área para el cultivo de mayor a menor, siendo el principal la papa con un 41%,avena y pasto mejorado en un 18% y alfalfa en un 5% del área total, la figura 41 nos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

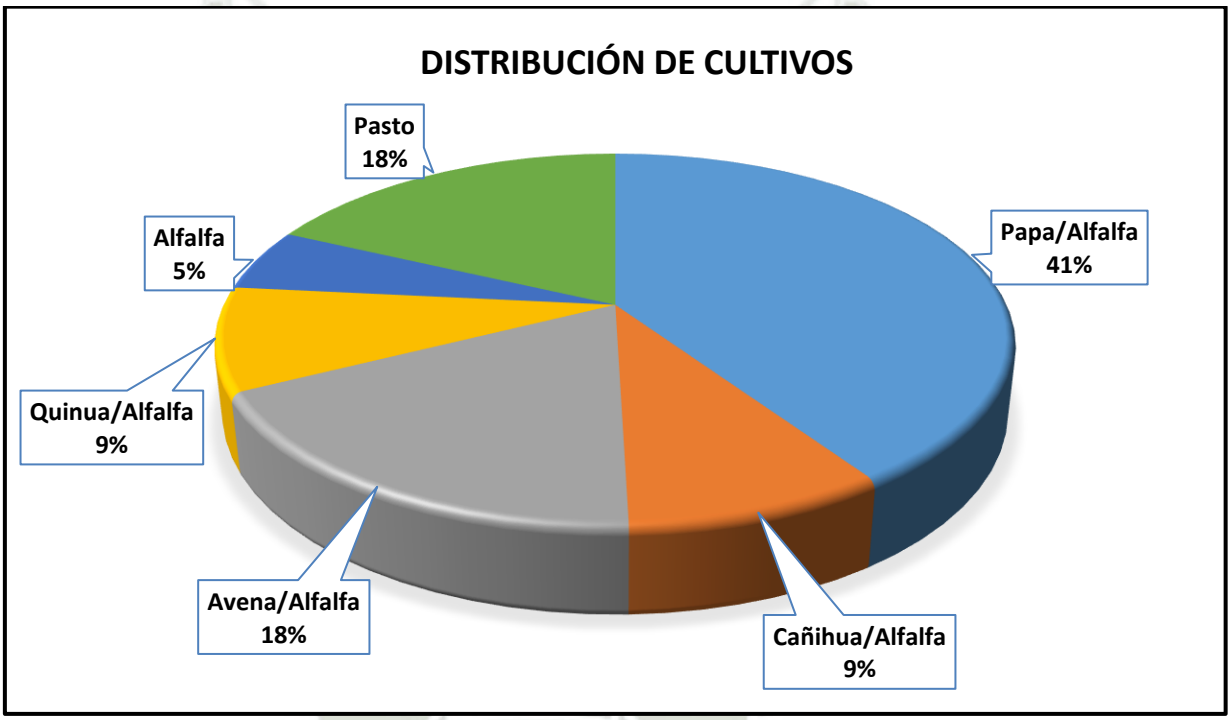
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ilustra la distribución de estos cultivos; así mismo se observa que en el periodo de Abril a Septiembre se tienen espacios libres ,es por eso que se aprovechan en el sembrío y además de recuperación del terreno con la alfalfa ,la tabla 40 muestra un resumen comprensible de las cedulas de cultivo en la que figura además el coeficiente de cultivo Kc de cada uno.

Figura 42

Distribución de cultivos para el sembrío



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 40

Cédula de cultivo

COEFICIENTES DE CULTIVO KC														
Tipo de cultivo	**Área ha**	**Área %**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Papa/Alfalfa	76	41%	0.95	0.98	0.82	0.4	0.3	0.90	1.20	1.15		0.9	0.28	0.73
Cañihua/Alfalfa	17	9%	1	1	0.5	0.25	0.90	1.20	1.15		0.9	0.25	0.5	0.75
Avena/Alfalfa	34	18%	1.14	1.16	1.09	0.90	1.20	1.15	0.90	1.20	1.15	0.4	0.88	1.03
Quinua/Alfalfa	17	9%	1	1	0.6	0.3	0.90	1.20	1.15		0.9	0.3	0.6	0.8
Alfalfa	10	5%	0.90	1.20	1.15	0.90	1.20	1.15	0.90	1.20	1.15	0.90	1.20	1.15
Pasto	34	18%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Área cultivada	186.4	100%	186	186	186	186	186	186	186	153	111	186	186	186

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el coeficiente del cultivo ponderado por cada mes, se multiplicó el área cultivada en cada mes por el Kc correspondiente a cada cultivo, obteniéndose la suma vertical en cada mes, resultando 12 valores que los dividiremos entre el área cultivada en cada mes, teniendo como resultado 12 coeficientes de cultivos ponderados Kcp como muestra la última fila de la tabla 41.

Tabla 41

Coeficiente de cultivo ponderado Kcp

KC PONDERADO												
Tipo de cultivo	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Papa/Alfalfa	71.82	74.09	61.99	30.24	22.68	68.04	90.72	86.94	0.00	68.04	21.17	55.19
Cañihua/Alfalf	16.80	16.80	8.40	4.20	15.12	20.16	19.32	0.00	15.12	4.20	8.40	12.60
Avena/Alfalfa	38.30	38.98	36.62	30.24	40.32	38.64	30.24	40.32	38.64	13.44	29.57	34.61
Quinua/Alfalfa	16.80	16.80	10.08	5.04	15.12	20.16	19.32	0.00	15.12	5.04	10.08	13.44
Alfalfa	9.07	12.10	11.59	9.07	12.10	11.59	9.07	12.10	11.59	9.07	12.10	11.59
Pasto	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60	33.60
SUMA	186.40	192.36	162.29	112.39	138.94	192.19	202.27	172.96	114.07	133.39	114.91	161.03
Kcp	**1.00**	**1.03**	**0.87**	**0.60**	**0.75**	**1.03**	**1.08**	**1.13**	**1.03**	**0.72**	**0.62**	**0.86**

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.9. Balance Hídrico

Primeramente, se halló la precipitación efectiva para cada mes, para esto se hallaron los valores de la abstracción inicial o umbral de escorrentía (Ia), la infiltración potencial (S),el número de curva (NC) como muestra la tabla 40 ; de acuerdo a la precipitación total mensual, Ia resulta igual a la Pt si el valor de esta última es menor o igual que la abstracción Ia calculada 18.32mm y si la Pt es mayor a 18.32mm Ia será igual a 0.2 veces el valor de la infiltración potencial S; resumiendo:

$$S = \frac{25400}{N} - 254 \qquad Pe = P - Ia \qquad Ia = 0.2 * S \qquad Fa = \frac{S(P-Ia)}{P-Ia+S} \qquad Pe = Pt - Fa - Ia$$

Tabla 42

Parámetros para determinar la Pe

Parámetros para la precipitación efectiva			
Numero de curva	NC	73.50	
Umbral de escorrentía /Abstracción inicial	Ia	18.32	mm
Infiltración potencial	S	91.58	mm

Fuente: Elaboración propia

$$Si: Pt \leq Ia \Rightarrow Ia = Pt\ (mes) \qquad Si: Pt > Ia \Rightarrow Ia = 0.2 * S$$

En la tabla 41 se encuentra el cálculo para determinar las precipitaciones efectivas (Pe), para esto se definió la abstracción inicial de acuerdo a las condiciones de las ecuaciones líneas arriba como muestra la columna 3, seguidamente se calcula la abstracción continuada (Fa) con la formula líneas arriba y la precipitación efectiva (Pe) según la fórmula de arriba , la altura de lluvia aprovechable se muestra en la última columna de la tabla 43, notándose que del mes de mayo a setiembre son las temporadas de sequía.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 43

Cálculo de la precipitación efectiva Pe

Precipitación efectiva				
Mes	**Pt**	**Ia**	**Fa**	**Pe**
	mm/mes	mm	mm	mm
ENE	180.71	18.32	58.56	103.84
FEB	174.71	18.32	57.76	98.64
MAR	125.73	18.32	49.43	57.98
ABR	56.96	18.32	27.18	11.47
MAY	7.87	7.87	0.00	0.00
JUN	4.23	4.23	0.00	0.00
JUL	3.62	3.62	0.00	0.00
AGO	10.34	10.34	0.00	0.00
SET	18.63	18.32	0.31	0.00
OCT	40.88	18.32	18.10	4.46
NOV	51.75	18.32	24.49	8.94
DIC	119.22	18.32	48.01	52.90

Fuente: Elaboración propia

La tabla 44 muestra la demanda de agua requerida para los cultivos propuestos con una eficiencia de riego del 40%, notándose que del mes de mayo a noviembre los cultivos requieren una mayor cantidad de agua que los demás meses, siendo la máxima demanda en el mes de Agosto con un caudal de 181.02 l/s según la tabla 45, nótese también que en enero y febrero no hay necesidad de riego artificial, puesto que la lluvia es suficiente para las necesidades de riego.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 44

Demanda de agua para la irrigación

DEMANDA DE AGUA PARA LA IRRIGACION													
Parámetro	Símbolo	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Kc ponderado	Kcp		1.00	1.03	0.87	0.60	0.75	1.03	1.08	1.13	1.03	0.72	0.62	0.86
Evap. Referencia	Eto	mm/mes	100.16	87.70	96.80	88.10	79.98	66.98	70.58	84.10	94.68	108.27	114.00	106.91
Evap. BCS/uso consuntivo	Etc	mm/mes	100.11	90.47	84.24	53.10	59.59	69.03	76.56	95.14	97.41	77.45	70.25	92.32
Precipitacion total	Pt	mm/mes	180.71	174.71	125.73	56.96	7.87	4.23	3.62	10.34	18.63	42.10	63.64	118.47
Precipitacion efectiva	Pe	mm/mes	103.84	98.64	57.98	11.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.46	8.94	52.90
Requerimiento vol.	Req	m3/ha	-37.24	-81.71	262.59	416.28	595.89	690.32	765.57	951.44	974.05	729.88	613.06	394.20
Eficiencia de riego	Ef	%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Dias por mes	Nd	dias	31.00	28.00	30.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Jornada de riego	Nh	h	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Módulo de riego 24h	MR	l/s/ha	-0.05	-0.11	0.34	0.54	0.74	0.89	0.95	1.18	1.25	0.91	0.79	0.49
Caudal requerido	Q Req	l/s	-8.64	-21.00	62.97	99.83	138.29	165.55	177.67	181.02	138.89	169.39	147.02	91.48
Volúmen requerido	Vol Req	m3	-17363.4	-38093.9	122418.9	194071.2	277802.5	321825.5	356908.9	363640.0	270005.4	340268.7	285809.2	183774.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Balance hídrico

BALANCE HIDRICO														
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Demanda de caudal	Q Req	l/s	-8.64	-21.00	62.97	99.83	138.29	165.55	177.67	181.02	138.89	169.39	147.02	91.48
Oferta de Q permitido - ANA	Q Ofer	l/s	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Balance hídrico	Qb	l/s	108.64	121.00	37.03	0.17	-38.29	-65.55	-77.67	-81.02	-38.89	-69.39	-47.02	8.52

Fuente: Elaboración propia

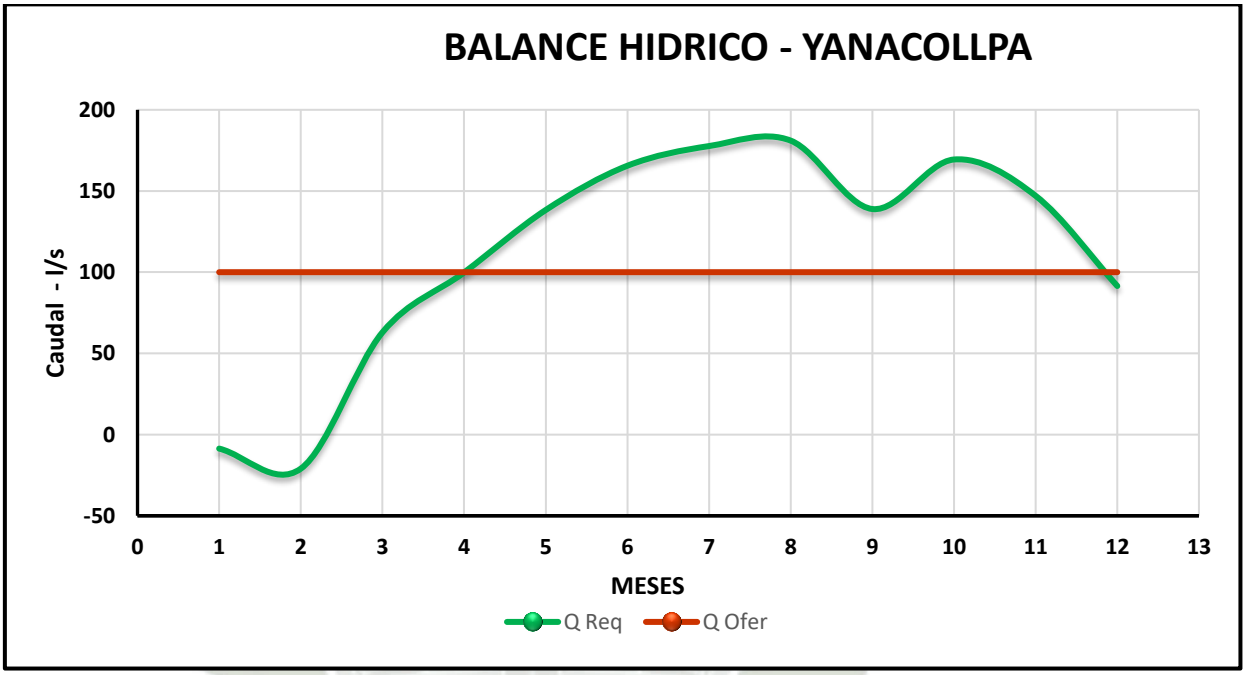
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La tabla 45 muestra el balance hídrico, es decir la diferencia entre el caudal de oferta 100 l/s, cantidad permitida por el ANA para el sector Yanacollpa, y el caudal necesario o de demandado, donde la máxima diferencia negativa es -35.77 l/s en el mes de agosto, la imagen 43 nos ilustra mejor el balance hídrico.

Figura 43

Balance hídrico en Yanacollpa



Fuente: Elaboración propia

3.4.10. Programación de riego

Se definieron algunos parámetros propios de cada cultivo, como la profundidad de raíz (PR) que varía de acuerdo con el periodo vegetativo, llegando a su máximo en la etapa de cosecha, el umbral de agotamiento o porcentaje de humedad aprovechable que generalmente es del 50% y el ciclo vegetativo de cada cultivo distribuido en el periodo de emergencia,crecimiento,floración y cosecha ;estos datos se obtuvieron principalmente del estudio FAO riego y drenaje 56 ,así como del estudio Hablemos de riego en Ecuador, la tabla 46 resume las características de cada cultivo, resaltando que la papa tiene el mayor periodo vegetativo con 170 días aproximadamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 46

Características del cultivo

CARACTERISTICAS DEL CULTIVO									
Tipo de cultivo	**Profundidad radicular**	**Agotamiento de la HFU**	**Periodo vegetativo**					**Área**	
	PR	HFU	Emergencia	Crecimiento	Floración	Cosecha	Total		
	cm	%	días	días	días	días	días	ha	%
Papa	30-75	25%	45	30	70	25	170	76	41%
Cañihua	30-50	40%	25	35	65	40	165	17	9%
Avena	25-120	55%	20	50	60	30	160	34	18%
Quinua	30-50	50%	25	35	65	40	165	17	9%
Alfalfa	90-150	55%	20	30	25	25	100	10	5%
Pasto	60-100	40%	20	30	25	25	100	34	18%
								186	100%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se determinaron las características del suelo agrícola, definiendo la textura del suelo a Franco como resultado del EMS y la densidad aparente (Da) promedio es 1.44 g/cm3 que se encuentra dentro del rango de valores en función a la textura del suelo según Israelsen y Hansen (1979) como muestra la figura 44; la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento permanente (PMP) son ecuaciones obtenidas del artículo “Determinación indirecta de la capacidad de retención de humedad en suelos de la subcuenca del río Torjá, Chiquimula, Guatemala” de la USAC en Guatemala publicada en la revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 2014, donde relaciona la densidad aparente con el porcentaje de arena que para nuestro caso es un promedio de 55.53 %, esto debido a que no contamos con los porcentajes de limo y arcilla para este estudio, teniendo en la tabla 44 un resumen de las características necesarias para los cálculos posteriores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 44

Propiedades físicas según la textura del suelo

Resumen de las propiedades físicas del suelo según texturas (Israelsen y Hansen, 1979)

Textura	Porosid. total (%)	DA (g cm^{-3})	CC (%)	CMP (%)	Agua disponible		
					H% p.s.	H% vol	H mm 10 cm^{-1}
Arenoso	38	1.65	9	4	5	8	8
	(32-42)	(1.55-1.8)	(6-12)	(2-6)	(4-6)	(6-10)	(7-10)
Franco-arenoso	43	1.5	14	6	8	12	12
	(40-47)	(1.4-1.60)	(10-18)	(4-8)	(6-10)	(9-15)	(9-15)
Franco	47	1.4	22	10	12	17	17
	(43-49)	(1.35-1.5)	(18-26)	(6-10)	(10-14)	(14-20)	(14-19)
Franco-arcilloso	49	1.33	27	13	14	19	19
	(47-51)	(1.3-1.4)	(23-31)	(12-15)	(12-16)	(16-22)	(17-22)
Arcillo-Arenoso	51	1.3	31	15	16	21	21
	(49-53)	(1.25-1.35)	(27-35)	(14-18)	(14-18)	(18-23)	(18-23)
Arcilloso	53	1.25	36	17	18	23	23
	(51-55)	(1.2-1.3)	(31-39)	(16-20)	(16-20)	(20-25)	(20-25)

Fuente: Centro internacional de mejoramiento de maiz y trigo, (2013)

Figura 45

Velocidad de infiltración de acuerdo con el tipo de suelo

Tabla 3. Fluctuación de la velocidad de infiltración básica según la textura del suelo (Brouwer et al. 1988).

Tipo de suelo	Velocidad de infiltración básica (mm h^{-1})
Arenoso	Más de 30
Franco arenoso	20–30
Franco	10–20
Franco arcilloso	5–10
Arcilloso	1–5

Fuente: Centro internacional de mejoramiento de maiz y trigo, (2013)

$$CC = 67.31 - 33.77 * Da - 0.23 * \%Arena$$

$$PMP = 55.05 - 28.97 * Da - 0.23 * \%Arena$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 47

Características del suelo

CARACTERISTICAS DEL SUELO			
Tipo de Suelo	Ts	Franco	
Densidad aparente	Da	1.44	g/cm3
capacidad de campo	CC	5.91	%
Punto de marchitamiento permanente	PMP	0.56	%
Eficiencia de riego	Ef	40%	%
Velocidad de infiltración	vi	10	mm/h

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se puede calcular las necesidades de agua de cada cultivo por separado, primeramente, se calculó la capacidad de estanque (Ce), la lámina neta (Ln), la lámina bruta (Lb) que es el cociente de la Ln y la eficiencia; las fórmulas de abajo fueron aplicadas para obtener las tablas 48 a 53 de requerimiento por cultivo.

$$Ce = \frac{(CC-PMP)*Da*PR}{100} \qquad Ln = Ce * HFU \qquad Lb = \frac{Ln}{\%Ef}$$

$$Dr = Etc - Pe \qquad Do = Dr * \frac{10^4 m2}{1ha} \qquad Fr = \frac{Ln}{Dr} * 10$$

De estas tablas se extraen las frecuencias de riego y el tiempo de riego para cada mes, se observa que para los meses de enero a marzo todos los cultivos menos la avena no requieren agua, como también se vio en el balance general.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 48

Necesidades de agua – papa

NECESIDADES DE AGUA – PAPA														
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Area cultivo	A	ha	76	76	76	76	76					76	76	76
% de humedad aprov.	HFU	%	25%	25%	25%	25%	25%					25%	25%	25%
Profundidad de raiz	PR	cm	40.00	50.00	50.00	60.00	70.00					30.00	30.00	40.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	3.08	3.85	3.85	4.62	5.39					2.31	2.31	3.08
Lamina neta	Ln	cm	0.77	0.96	0.96	1.16	1.35					0.58	0.58	0.77
Lamina bruta	Lb	cm	1.93	2.41	2.41	2.89	3.37					1.44	1.44	1.93
Evap. Referencia	Eto	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.94	2.58					3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		0.95	0.98	0.82	0.40	0.30					0.90	0.28	0.73
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.07	3.07	2.56	1.18	0.77					3.14	1.06	2.52
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93	0.38	0.00					0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	-0.28	-0.46	0.63	0.79	0.77					3.00	0.77	0.81
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	-2.81	-4.55	6.26	7.94	7.74					29.97	7.66	8.12
Frecuencia de riego	FR	dias	-27.39	-21.14	15.39	14.55	17.41					1.93	7.54	9.48
Tiempo de riego diario	TR	horas	1.93	2.41	2.41	2.89	3.37					1.44	1.44	1.93
Caudal requerido	Qr	m3/s	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01					0.03	0.01	0.01
Caudal requerido	Qr	l/s	-2.46	-3.98	5.47	6.94	6.77					26.23	6.70	7.11

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 49

Necesidades de agua – cañihua

NECESIDADES DE AGUA – CAÑIHUA														
Parametro	Simbolo	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Area cultivo	A	ha	17	17	17	17					17	17	17	17
% de humedad aprov.	HFU	%	40%	40%	40%	40%					40%	40%	40%	40%
Profundidad de raiz	PR	cm	40.00	40.00	50.00	50.00					30.00	30.00	30.00	40.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	3.08	3.08	3.85	3.85					2.31	2.31	2.31	3.08
Lamina neta	Ln	cm	1.23	1.23	1.54	1.54					0.92	0.92	0.92	1.23
Lamina bruta	Lb	cm	3.08	3.08	3.85	3.85					2.31	2.31	2.31	3.08
Evap. Referencia	ETP	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.94					3.16	3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		1.00	1.00	0.50	0.25					0.90	0.25	0.50	0.75
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.23	3.13	1.56	0.74					2.84	0.87	1.90	2.59
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93	0.38					0.00	0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	-0.12	-0.39	-0.37	0.35					2.84	0.73	1.60	0.88
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	-1.20	-3.93	-3.73	3.53					28.44	7.29	16.02	8.81
Frecuencia de riego	FR	dias	-102.98	-31.37	-41.32	43.67					3.25	12.68	5.77	13.98
Tiempo de riego diario	TR	horas	3.08	3.08	3.85	3.85					2.31	2.31	2.31	3.08
Caudal requerido	Qr	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00					0.01	0.00	0.00	0.00
Caudal requerido	Qr	l/s	-0.23	-0.76	-0.72	0.69					5.53	1.42	3.11	1.71

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 50

Necesidades de agua – avena forrajera

NECESIDADES DE AGUA – AVENA FORRAJERA														
Parámetro	Simbolo	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Area cultivo	A	ha	34	34	34							34	34	34
% de humedad aprov.	HFU	%	55%	55%	55%							55%	55%	55%
profundidad de raiz	PR	cm	40.00	60.00	75.00							30.00	30.00	40.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	3.08	4.62	5.78							2.31	2.31	3.08
Lamina neta	Ln	cm	1.69	2.54	3.18							1.27	1.27	1.69
Lamina bruta	Lb	cm	4.24	6.35	7.94							3.18	3.18	4.24
Evap. Referencia	ETP	mm/dia	3.23	3.13	3.12							3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		1.14	1.16	1.09							0.40	0.88	1.03
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.68	3.63	3.40							1.40	3.34	3.55
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93							0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	0.33	0.11	1.47							1.25	3.05	1.85
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	3.33	1.08	14.68							12.52	30.46	18.47
Frecuencia de riego	FR	dias	50.95	235.16	21.64							10.15	4.17	9.17
Tiempo de riego diario	TR	horas	4.24	6.35	7.94							3.18	3.18	4.24
Caudal requerido	Qr	m3/s	0.00	0.00	0.01							0.00	0.01	0.01
Caudal requerido	Qr	l/s	1.29	0.42	5.71							4.87	11.85	7.18

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 51

Necesidades de agua – quinua

NECESIDADES DE AGUA – QUINUA														
Parametro	Simbolo	Unidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Area cultivo	A	ha	17	17	17	17					17	17	17	17
% de humedad aprovec	HFU	%	50%	50%	50%	50%					50%	50%	50%	50%
Profundidad de raiz	PR	cm	40.00	40.00	50.00	50.00					30.00	30.00	30.00	40.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	3.08	3.08	3.85	3.85					2.31	2.31	2.31	3.08
Lamina neta	Ln	cm	1.54	1.54	1.93	1.93					1.16	1.16	1.16	1.54
Lamina bruta	Lb	cm	3.85	3.85	4.81	4.81					2.89	2.89	2.89	3.85
Evap. Referencia	ETP	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.94					3.16	3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		1.00	1.00	0.60	0.30					0.90	0.30	0.60	0.80
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.23	3.13	1.87	0.88					2.84	1.05	2.28	2.76
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93	0.38					0.00	0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	-0.12	-0.39	-0.06	0.50					2.84	0.90	1.98	1.05
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	-1.20	-3.93	-0.61	5.00					28.44	9.03	19.82	10.54
Frecuencia de riego	FR	dias	-128.72	-39.22	-316.78	38.53					4.06	12.79	5.83	14.62
Tiempo de riego diario	TR	horas	3.85	3.85	4.81	4.81					2.89	2.89	2.89	3.85
Caudal requerido	Q	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.00					0.01	0.00	0.00	0.00
Caudal requerido	Q	l/s	-0.23	-0.76	-0.12	0.97					5.53	1.76	3.85	2.05

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 52

Necesidades de agua – alfalfa

NECESIDADES DE AGUA – ALFALFA														
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Area cultivo	A	ha	10	10	10	44	77	153	153	119	44	10	10	10
% de humedad aprovec	HFU	%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	55%
Profundidad de raiz	PR	cm	30.00	60.00	120.00	30.00	60.00	120.00	30.00	60.00	120.00	30.00	60.00	120.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	2.31	4.62	9.24	2.31	4.62	9.24	2.31	4.62	9.24	2.31	4.62	9.24
Lamina neta	Ln	cm	1.27	2.54	5.08	1.27	2.54	5.08	1.27	2.54	5.08	1.27	2.54	5.08
Lamina bruta	Lb	cm	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71
Evap. Referencia	ETP	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.94	2.58	2.23	2.28	2.71	3.16	3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		1.00	1.00	1.00	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.06	1.81	1.56	1.60	1.90	2.21	2.44	2.66	2.42
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	-0.12	-0.39	1.19	1.68	1.81	1.56	1.60	1.90	2.21	2.30	2.36	0.71
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	-1.20	-3.93	11.87	16.76	18.06	15.61	15.96	18.97	22.12	22.99	23.62	7.09
Frecuencia de riego	FR	dias	-106.19	-64.71	42.81	7.58	14.07	32.56	7.96	13.40	22.98	5.53	10.76	71.73
Tiempo de riego diario	TR	horas	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71	3.18	6.35	12.71
Caudal requerido	Q	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
Caudal requerido	Q	l/s	-0.14	-0.46	1.39	8.47	16.15	27.62	28.24	26.19	11.18	2.68	2.76	0.83

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 53

Necesidades de agua – pasto

NECESIDADES DE AGUA – PASTO NATURAL														
Parametro	**Simbolo**	**Unidad**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
Area cultivo	A	ha	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
% de humedad aprovec	HFU	%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Profundidad de raiz	PR	cm	20.00	40.00	70.00	20.00	40.00	70.00	20.00	40.00	70.00	20.00	40.00	70.00
Capacidad de estanque	Ce	cm	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39
Lamina neta	Ln	cm	0.62	1.23	2.16	0.62	1.23	2.16	0.62	1.23	2.16	0.62	1.23	2.16
Lamina bruta	Lb	cm	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39
Evap. Referencia	ETP	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.94	2.58	2.23	2.28	2.71	3.16	3.49	3.80	3.45
Coeficiente de cultivo	Kc		1.00	1.00	1.00	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Evapotranspiración BCS	Etc	mm/dia	3.23	3.13	3.12	2.06	1.81	1.56	1.60	1.90	2.21	2.44	2.66	2.42
Precipitacion efectiva	Pe	mm/dia	3.35	3.52	1.93	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.30	1.71
Demanda de agua real	Dr	mm/dia	-0.12	-0.39	1.19	1.68	1.81	1.56	1.60	1.90	2.21	2.30	2.36	0.71
Dosis de agua	Do	m3/ha*dia	-1.20	-3.93	11.87	16.76	18.06	15.61	15.96	18.97	22.12	22.99	23.62	7.09
Frecuencia de riego	FR	dias	-51.49	-31.37	18.16	3.68	6.82	13.81	3.86	6.50	9.75	2.68	5.22	30.43
Tiempo de riego diario	TR	horas	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39	1.54	3.08	5.39
Caudal requerido	Q	m3/s	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Caudal requerido	Q	l/s	-0.47	-1.53	4.62	6.52	7.02	6.07	6.21	7.38	8.60	8.94	9.19	2.76

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La tabla 54 y 55 es un resumen de la frecuencia de riego y tiempo de este, es decir cada cuanto día se va a regar un tiempo t; para la papa en el mes de octubre se debe regar cada 2 días un tiempo de 2 horas. De estas combinaciones se sacan los valores críticos de entre todos los cultivos para cada mes como muestra la tabla 56.

Tabla 54

Frecuencia de riego

Frecuencia de riego													
Cultivo	Duracion	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Papa	dias			15	15	17					2	7	9
Cañihua	dias				44					3	13	6	14
Avena	dias	51	235	22							10	4	9
Quinua	dias				38					4	13	6	15
Alfalfa	dias			43	8	14	33	8	13	23	6	11	72
Pasto	dias			18	4	7	14	4	7	10	3	5	30

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

Tiempo de riego

Tiempo de riego													
Cultivo	Duracion	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Papa	horas	2	3	3	3	4	0	0	0	0	2	2	2
Cañihua	horas	4	4	4	4	0	0	0	0	3	3	3	4
Avena	horas	5	7	8	0	0	0	0	0	0	4	4	5
Quinua	horas	4	4	5	5	0	0	0	0	3	3	3	4
Alfalfa	horas	4	7	13	4	7	13	4	7	13	4	7	13
Pasto	horas	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56

Programacion de riego

Programacion de riego por cultivo												
Cultivo	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Papa	2h/d	3h/d	3h/15d	3h/15d	4h/17d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	2h/2d	2h/7d	2h/9d
Cañihua	4h/d	4h/d	4h/d	4h/44d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	3h/3d	3h/13d	3h/6d	4h/14d
Avena	5h/51d	7h/235d	8h/22d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	4h/10d	4h/4d	5h/9d
Quinua	4h/d	4h/d	5h/d	5h/38d	0h/d	0h/d	0h/d	0h/d	3h/4d	3h/13d	3h/6d	4h/15d
Alfalfa	4h/d	7h/d	13h/43d	4h/8d	7h/14d	13h/33d	4h/8d	7h/13d	13h/23d	4h/6d	7h/11d	13h/72d
Pasto	2h/d	4h/d	6h/18d	2h/4d	4h/7d	6h/14d	2h/4d	4h/7d	6h/10d	2h/3d	4h/5d	6h/30d
	5h/51d	7h/235d	6h/18d	2h/4d	4h/7d	6h/14d 2h/2d	2h/4d	4h/7d	3h/3d	2h/2d	4h/4d	5h/9d

Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La tabla 57 muestra un resumen de la programación, se determinó que en un día hay 9 turnos y que en cada uno habría 7 usuarios que abrirían sus compuertas por un tiempo de 2 horas por cada dos días.

Tabla 57

Resumen de programación de riego general

Resumen de programación de riego					
N horas	*Horas disponibles*	*N u / turno*	*N turnos / día*	*N u / día*	*N u / semana*
2	18	7	9	63	126

Fuente: Elaboración propia.

Se debe elegir una combinación que satisfaga las necesidades de cada mes y que sea estandarizada para poder hacer la programación de riego como resulta en la tabla 58, donde se aprecia que cada dos semanas la programación es repetitiva y que el horario de riego es de 4:00 am hasta las 10:00 pm; esta programación de riego alcanza para 126 propietarios, sobrando 1 cupo ,ya que en el padrón de riego figuran 125 usuarios; este par de hora podría ser aprovechado para cualquier retraso o limpieza.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 58

Programación de riego semanal

Programacion de riego semanal								
N turno	Horario	Semana 1						
		L	*M*	*M*	*J*	*V*	*S*	*D*
1	4 – 6 am	1–7	64–70	1–7	64–70	1–7	64–70	1–8
2	6 – 8 am	8–14	71–77	8–14	71–77	8–14	71–77	8–15
3	8 – 10 pm	15–21	78–84	15–21	78–84	15–21	78–84	15–22
4	10 – 12 pm	22–28	85–91	22–28	85–91	22–28	85–91	22–29
5	12 – 2 pm	29–35	92–98	29–35	92–98	29–35	92–98	29–36
6	2 – 4pm	36–42	99–105	36–42	99–105	36–42	99–105	36–43
7	4 – 6pm	43–49	106–112	43–49	106–112	43–49	106–112	43–50
8	6 – 8pm	50–56	113–119	50–56	113–119	50–56	113–119	50–57
9	8 – 10pm	57–63	120–126	57–63	120–126	57–63	120–126	57–64

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

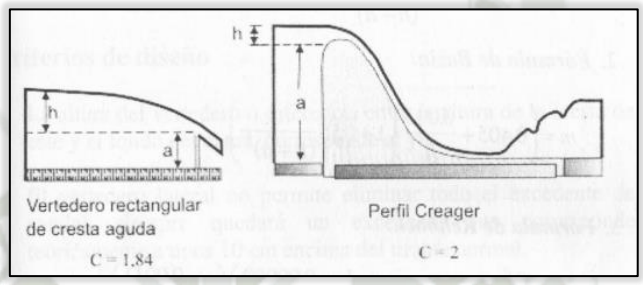
3.5. Análisis hidráulico

3.5.1. Ventana de captación

Emplearemos la fórmula de Francis para un vertedero frontal de sección rectangular sin contracciones laterales:

Figura 46

Coeficiente de descarga de acuerdo a la cresta



Fuente: Villon, (2005).

$$Qc = C * L * H^{3/2}$$

Qc: Caudal de captacion (m3/s)

C : Coeficiente de descarga

L : Largo de la ventana de captacion (m)

H : Altura de la ventana de captacion (m)

Qc= 0.23 m3/s
C=1.84
L= 3H

El caudal de captacion obtenido del balance general es 0.18 m3/s ,a esto se aplica un coeficiente para compensar las perdidas por conduccion y distribucion ,generalmente es de 0.2,resultando :

$$Qc = \frac{0.18}{(1 - 0.2)} = 0.23\ m3/s$$

$$Qc = 1.84 * 3H * H^{3/2} = 0.23 \ \ => \ \ H = 0.28m\ ; L = 0.67m$$

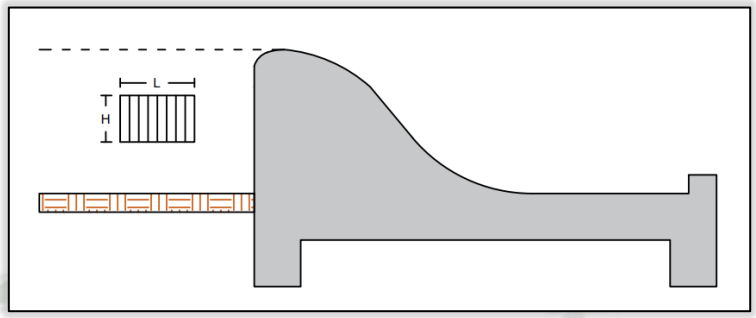
Reemplazando los valores ,las dimesiones del prediseño para la ventana de captacion seran H=0.28m ; L=0.67m,para la altura de la rejilla H se redondeará a 0.4m para que la descarga sea sumergida,la longitud L sera modificado en base a esto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 47

Ventana de captación



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.1. Ancho de rejillas L

La ecuación del vertedero sumergido con contracciones laterales es:

$$b = \frac{Qc}{k * s * Mo * H^{3/2}}$$

Qc: Caudal de captacion (m3/s)

k : Coeficiente deperdida por contraccion lateral (0.7-0.95)

s : Coeficiente de correccion por sumersion

Mo : Coeficiente de sumersion

H : Altura de la ventana de captacion (m)

El coeficiente de correción por sumersion s se determinó por Bazin y Villemonte reemplazando las sigueintes formulas:

Según Bazin => $s = 1.05 * \left(1 + 0.2 * \frac{Hn}{P2}\right) * \sqrt[3]{\frac{z}{H}}$

Según Villemonte => $s = \left(1 - \frac{Hn^{3/2}}{H}\right)^{0.385}$

H : Altura de la ventana de captacion (m)

z : Desnivel de agua (m)

Hn : Diferencia H-z (m)

P2 : Altura del desrripiador (m)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La altura de la ventana tomado es H=0.4m,el desnivel de agua z generalmente es tomado como 0.1m , la altura del desrripiador P2 es 0.2m debajo del umbral P1=0.6m,altura tomada para evitar el ingreso de solidos y sedimentos por la ventana de captacion,entonces P2 resulta 0.8m y Hn es la diferencia de alturas entre H y z ,lo que resulta 0.2m ,con estas condiciones s sera:

H=0.4m	z=0.1m
Hn=H-z=0.3m	P1=0.6m
P2= P1+0.2=0.8	

Según Bazin => $s = 1.05 * \left(1 + 0.2 * \frac{Hn}{P2}\right) * \sqrt[3]{\frac{z}{H}} = 1.05 * \left(1 + 0.2 * \frac{0.3}{0.8}\right) * \sqrt[3]{\frac{0.1}{0.4}} = 0.71$

Según Villemonte => $s = \left(1 - \frac{Hn^{3/2}}{H}\right)^{0.385} = \left(1 - \frac{0.3^{3/2}}{0.4}\right)^{0.385} = 0.67$

El coeficiente de correcion por sumersion promedio es s=0.69

El coeficiente de sumersion Mo se halla según Konovalov y Bazin:

Por Konovalov => $Mo = \left(0.407 + \frac{0.045 * H}{H + P1}\right) * \left(1 + 0.285 * (\frac{H}{H+P1})^2\right) * \sqrt{2g}$

$$Mo = \left(0.407 + \frac{0.045 * 0.4}{0.4 + 0.6}\right) * \left(1 + 0.285 * (\frac{0.4}{0.4 + 0.6})^2\right) * \sqrt{2 * 9.81}$$
$$= 1.97$$

Por Bazin => $Mo = \left(1.794 + \frac{0.0133}{H}\right) * \left(1 + 0.55 * (\frac{H}{H+P1})^2\right)$

$$Mo = \left(1.794 + \frac{0.0133}{0.4}\right) * \left(1 + 0.55 * (\frac{0.4}{0.4 + 0.6})^2\right) = 1.99$$

El coeficiente de sumersion promedio es Mo=1.98

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se verifica que la descarga del vertedero sea sumergida:

$$P1 + Hn > P2 \quad => \quad 0.6 + 0.3 = 0.9 > 0.8 \quad ok$$

$$\frac{z}{P2} < 0.7 \quad => \quad \frac{0.1}{0.8} < 0.13 \quad ok$$

Qc= 0.23 m3/s

k=0.85

s=0.69

Mo=1.98

H= 0.4m

El ancho libre b=L sera:

$$L = b = \frac{Qc}{k * s * Mo * H^{3/2}} = \frac{0.23}{0.85 * 0.69 * 1.98 * 0.4^{3/2}} = 0.78m$$

El ancho adicional por obstrucción de las rejillas dependerá a la cultura del mantenimiento periódico de las estructuras en cada localidad, varían entre 10% y 40%, para nuestro caso adoptaremos un 40%, por tanto, el ancho por obstrucción es:

$$\frac{L'}{1 - 0.4} = \frac{0.78}{1 - 0.4} = 1.31m \quad => L = 1.31m$$

El caudal que podría captar la ventana estando limpia seria:

$$Qc' = k * Mo * s * L * H^{\frac{3}{2}} = 0.85 * 1.98 * 0.69 * 1.31 * 0.4^{3/2} = 0.38\, m3/s$$

Para el diseño de las rejillas se tomará la recomendación de la ANA (2010) para la separación entre barrotes de sb= 0.1m y para el diámetro de cada varilla se tomará 5/4 pulg.

El número de barrotes esta dado por:

$$Nb = \frac{L}{sb} - 1 = \frac{1.31}{0.1} - 1 = 12.07 \quad => 12 \text{ varillas } 5/4"$$

La longitud final de la ventana estará dada por:

$$L = L + Nb * \left(\frac{5}{4} * 0.0254\right) = 1.31 + 12 * \left(\frac{5}{4} * 0.0254\right) = 1.69m$$

Por practicidad la longitud final de la ventana será de L=1.7m y la altura H=0.4m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.2. Longitud de barrajes

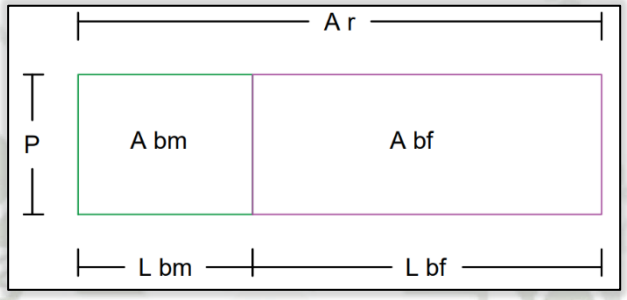
$$\frac{A\ bm}{A\ bf} = \frac{1}{10}$$

A bm: Area barraje morvil (m2)

A bf: Area barraje fijo (m2)

Figura 48

Ancho de barrajes



Fuente: Elaboración propia

A r = 83m

$$\frac{L\ bm * P}{(Ar - L\ bm) * P} = \frac{1}{10}$$

$$Lbm = \frac{Ar}{11} = \frac{83}{11} = 7.55 => 8m$$

$$Lbm(u) = \frac{L\ bm}{N\ bm} = \frac{8}{2} = 4m$$

$$Lbf = Ar - Lbm = 83 - 8 = 75m$$

L bm: Longitud barraje morvil (m)

L bf: Longitud barraje fijo (m)

P: Altura de barraje (m)

Ar: Ancho del rio (m)

L bm(u): Longitud barraje morvil unitario (m)

N bm: Numero de barrajes morviles

Reemplazando los valores el ancho del barraje movil y fijo seran L bm =8m , L bf =75 m respectivamente.

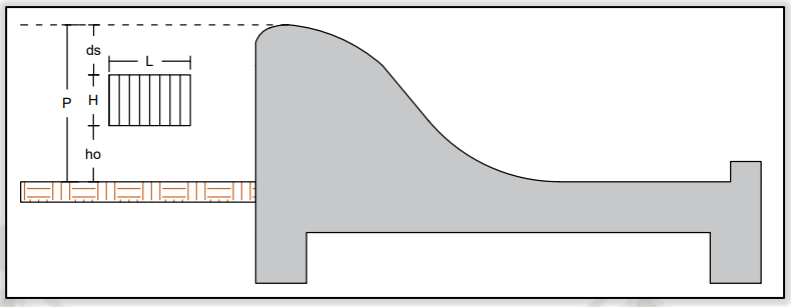
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.3. Altura de barraje

Figura 49

Altura de Barraje fijo



Fuente: Elaboración propia

$$P = ds + ho + H = 0.2 + 0.6 + 0.4 = 1.2m$$

P: Altura de barraje (m)

H : Altura de la ventana de captacion (m)

ho : Umbral (m)

ds : Dintel superior (m)

H= 0.4m
ds=0.2m
ho=0.6m

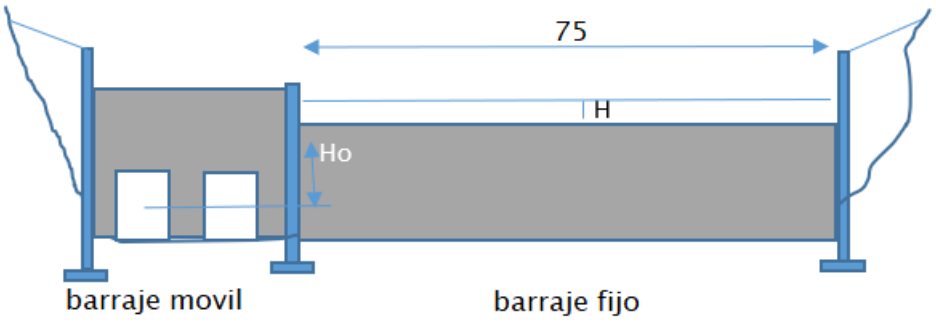
Reemplazando los valores:

Para determinar la altura Ho de la figura 50 se hará uso de la ecuación del orificio de pared delgada según el libro de Hidráulica de canales de Maximo Villon en la pagina 389.

$$Qo = Cd * A * \sqrt{2 * g * h}$$

Figura 50

Vista frontal del barraje fijo y móvil



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Primeramente determinaremos el caudal que pasa por el barraje fijo Qv,haciendo uso de la fórmula de Francis para un perfil Creager con una carga de agua H=0.6m.

$$Qv = 2 * L * H^{3/2} = 2 * 75 * 0.6^{\frac{3}{2}} = 69.71\ m3/s$$

Lbarraje	75.00	m
H	0.60	m
Qv	69.71	m3/s
Qcap	0.38	m3/s
Qmax	76.80	m3/s
Qcmp	6.71	m3/s

El caudal que las compuertas cargarán es la diferencia del caudal máximo Qmax con el caudal de captacion Qcap y el caudal derivado en el azud Qv resultando 6.71m3/s que será derivado por las dos compuertas cada uno con 3.35m3/s.

Se realiza una iteración para cumplir con el caudal 3.35m3/s llegando a un Ho =0.13m que es la altura del centro de gravedad de la compuerta al nivel de agua de la superficie como muestra la figura 50.

$$Qo = Cd * A * \sqrt{2 * g * Ho}$$

Qcmp1	3.35	m3/s
Cd	0.60	
b1	2.84	m
h1	0.50	m
A	1.42	m2
Ho	0.13	m
Qo	3.35	m3/s

La velocidad en las 2 compuertas bajo estas condiciones es de 2.36m/s

$$V = \frac{Qo}{A} = \frac{3.35}{1.42} = 2.36 m/s$$

3.5.4. Altura del muro de encauzamiento

La fórmula general de descarga de un vertedero rectangular es:

$$Qd = \frac{2}{3} * (2g)^{3/2} * C * L * H^{3/2}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

H : Altura de agua sobre la cresta del barraje (m)

Qd: Caudal de diseno (m3/s)

C : Coeficiente de descarga

L : Longitud del barraje fijo (m)

g: Gravedad (m/s2)

Qd=76.80 m3/s

H=asumir

C=0.75

L= 75m

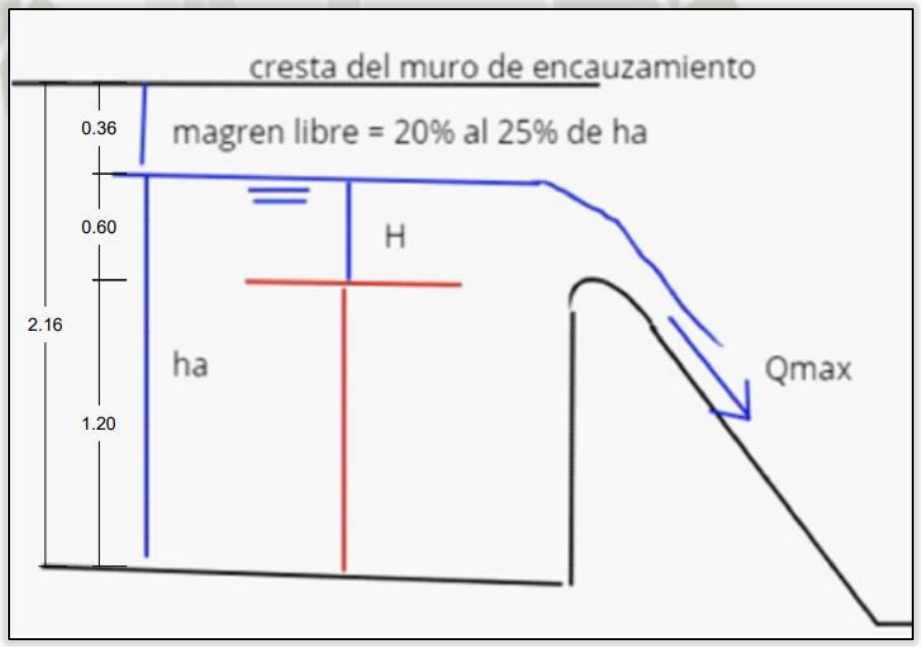
Reemplazando los valores e iterando:

Ario	83.00	m
Cd	0.75	
Lbar	75.00	m
H (asum)	0.60	m
Q	76.80	m3/s

$$hm = hl + H + P = 0.2 * 1.8 + 0.6 + 1.2 = 2.16m$$

Figura51

Altura del muro de encauzamiento



Fuente: Elaboración propia

Se determinará la altura de la curva de remanso producida por el azud,mediante el metodo de tramos fijos según el libro hidráulica de canales del autor Máximo Villón en la pagina 371,con los siguientes datos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

n =	0.08	
b =	83.00	m
Z =	0.00	
So =	0.02	m/m
Qmax =	76.80	m3/s

Tabla 59

Determinación del perfil del flujo método directo

Y	A	P	R	R^(2/3)	V	Alfa V^2/2g	E	DE	Sf	Sf prom	So-Sf prom	DX	X
1.80	149.40	86.60	1.73	1.44	0.51	0.0135	1.813	-	0.00078				
1.75	145.25	86.50	1.68	1.41	0.53	0.0142	1.764	0.049	0.00085	0.00081	0.016106	3.056	3.06
1.70	141.10	86.40	1.63	1.39	0.54	0.0151	1.715	0.049	0.00094	0.00089	0.016026	3.067	6.12
1.65	136.95	86.30	1.59	1.36	0.56	0.0160	1.666	0.049	0.00103	0.00099	0.015936	3.079	9.20
1.60	132.80	86.20	1.54	1.33	0.58	0.0170	1.617	0.049	0.00114	0.00109	0.015832	3.094	12.30
1.55	128.65	86.10	1.49	1.31	0.60	0.0182	1.568	0.049	0.00127	0.00121	0.015715	3.111	15.41
1.50	124.50	86.00	1.45	1.28	0.62	0.0194	1.519	0.049	0.00141	0.00134	0.015580	3.130	18.54
1.45	120.35	85.90	1.40	1.25	0.64	0.0208	1.471	0.049	0.00158	0.00150	0.015424	3.153	21.69
1.40	116.20	85.80	1.35	1.22	0.66	0.0223	1.422	0.048	0.00177	0.00168	0.015244	3.181	24.87
1.35	112.05	85.70	1.31	1.20	0.69	0.0239	1.374	0.048	0.00200	0.00189	0.015035	3.214	28.09
1.30	107.90	85.60	1.26	1.17	0.71	0.0258	1.326	0.048	0.00226	0.00213	0.014790	3.254	31.34
1.25	103.75	85.50	1.21	1.14	0.74	0.0279	1.278	0.048	0.00258	0.00242	0.014501	3.303	34.64
1.20	99.60	85.40	1.17	1.11	0.77	0.0303	1.230	0.048	0.00295	0.00276	0.014160	3.363	38.01
1.15	95.45	85.30	1.12	1.08	0.80	0.0330	1.183	0.047	0.00339	0.00317	0.013752	3.440	41.44
1.10	91.30	85.20	1.07	1.05	0.84	0.0361	1.136	0.047	0.00393	0.00366	0.013263	3.539	44.98
1.05	87.15	85.10	1.02	1.02	0.88	0.0396	1.090	0.046	0.00458	0.00425	0.012670	3.669	48.65
1.00	83.00	85.00	0.98	0.98	0.93	0.0436	1.044	0.046	0.00538	0.00498	0.011944	3.847	52.50
0.95	78.85	84.90	0.93	0.95	0.97	0.0484	0.998	0.045	0.00637	0.00587	0.011048	4.099	56.60
0.90	74.70	84.80	0.88	0.92	1.03	0.0539	0.954	0.044	0.00762	0.00699	0.009928	4.480	61.08
0.85	70.55	84.70	0.83	0.89	1.09	0.0604	0.910	0.043	0.00920	0.00841	0.008513	5.107	66.18
0.80	66.40	84.60	0.78	0.85	1.16	0.0682	0.868	0.042	0.01124	0.01022	0.006700	6.300	72.49
0.75	62.25	84.50	0.74	0.82	1.23	0.0776	0.828	0.041	0.01392	0.01258	0.004341	9.354	81.84
0.70	58.10	84.40	0.69	0.78	1.32	0.0891	0.789	0.039	0.01749	0.01570	0.001217	31.653	113.49

Fuente: Elaboración propia

El tirante inicial es 1.80m en el azud y el tirante aguas arriba del azud será de 0.70m, a una distancia de 113.49m, esto con un decremento constante de 0.05m como muestra la tabla 59.

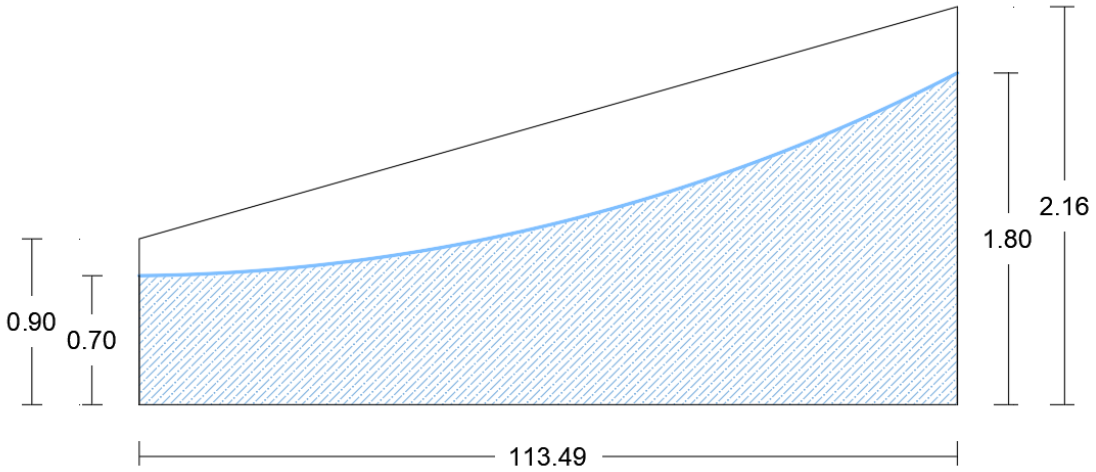
La altura de muro inicial hallado anteriormente es de 2.16m en el azud y 0.90m a una distancia de 113.49m aguas arriba, esto con un margen libre del 20% como muestra la figura siguiente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura52

Perfil del flujo



Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Cálculos hidráulicos barraje-disipador-salida

Para determinar la profundización de la solera de posa "r" se empleará la ecuación de la conservación de energía y la ecuación de continuidad en tres puntos a lo largo de la toma y se iterarán y asumirán diferentes valores hasta cumplir con todas las ecuaciones.

Ecuación de la conservación de energía:

$$H0 = H1$$

$$hy0 + hpr0 + hv0 - h_{0-1} = hp1 + hpr1 + hv1$$

Ecuación de la continuidad:

$$Q0 = Q1$$

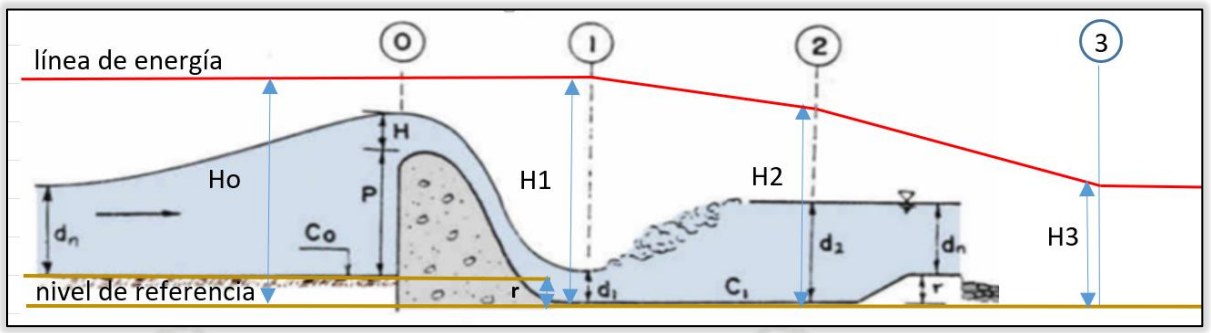
$$V0 * A0 = V1 * A1$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 53

Puntos de energia a calcularse



Fuente: Mansen, (2010)

Tramo 0-1

Se plantea la ecuación de la conservación de energía en el punto 0 y 1:

$$H0 = H1$$

$$hy0 + hv0 + hpr0 = hp1 + hv1 + h_{0-1} + hpr1$$

$$y0 + \frac{V0^2}{2 * g} = y1 + \frac{V1^2}{2 * g} + k * \frac{V1^2}{2 * g}$$

En el punto 0 se hallará la energía potencial y0 en función a un "r" asumido, la altura del barraje fijo P y la altura de agua sobre la cresta H; la altura de velocidad hv0 se puede determinar con la velocidad Vo, está a la vez es el cociente del caudal de diseño y el área del barraje fijo.

El área Ao es el producto del ancho del rio Cañipia y la altura del agua, que es la suma de P y H; resultando un área de 149.23 m2.

$$Ao = b(rio) * ha = 83 * 1.8 = 149.23m2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 60

Cálculo de la energía Ho

Q d	76.80	m3/s
H	0.60	m
P	1.20	m
r (asum)	**0.45**	**m**
y0	2.25	m
Ao = b(rio)*ha	149.23	m2
Vo = Q/Ao	0.51	m/s
hvo = Vo^2/2g	0.013	m
Ho =yo+hvo	2.261	m

Fuente: Elaboración propia

Se aplicará la ecuación de la conservación de la energía entre 1 y 2, de tal manera que la diferencia de energías H1 y H2 sea 0.

En el punto 1 se asumirá un y1; la hv1 se puede determinar con el caudal de diseño 76.8m3/s y el área del tirante 1, tomando el y1 asumido y la longitud del barraje fijo; para la perdida en el tramo hp0-1 se considera un factor k=0.1.

$$A1 = L(bf) * y1 = 75 * 0.17 = 12.57m2$$

$$H1 = H2$$

$$hy1 + hv1 + hpr1 = hp2 + hv2 + h_{1-2} + hpr2$$

$$y1 + \frac{V1^2}{2 * g} = y2 + \frac{V2^2}{2 * g} + k * \frac{V2^2}{2 * g}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 61

Cálculo de la energía H1 y tirante y1

y1 (asum)	0.17	m
A1	12.57	m2
V1 = Qd/A1	6.11	m/s
hv1 = V1^2/2g	1.90	m
hp0-1 = K hv1	0.19	m
H1=y1+hv1+hp (0-1)	2.26	m
Δ (H0-H1)	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

Tramo 1-2

Se calcula el numero de Froud en le punto 1 reemplazando en la formula sigueinte:

$$F = \frac{V1}{\sqrt{g * y1}}$$

$$F = \frac{6.11}{\sqrt{9.81 * 0.17}} = 4.77$$

El que resulta 4.77 ,obteniendose un flujo supercritico y formando un resalto hidraulico estable o estacionaria.

Cambiando las variables por datos en la ecuacion que relaciona los tirantes conjugados se obtiene:

$$\frac{y2'}{y1} = \frac{1}{2} * (\sqrt{1 + 8 * F^2} - 1)$$

$$\frac{y2'}{y1} = \frac{1}{2} * (\sqrt{1 + 8 * 4.77^2} - 1)$$

$$\frac{y2'}{y1} = 6.26$$

Con el tirante y1 asumido se reemplaza en la relacion anterior obtenindose el tirante y2=1.05m ,a este se le amplifica entre un 10% a 20% mas como factor de seguridad,ya que si el Qd es mayor al considerado esto produciria que el tirante y2 se incremente,saliendose el resaltohidraulico de la poza disipadora.

$$y2' = y2 * fa$$

$$y2' = 1.05 * 1.15 = 1.21m$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Amplificando en un 15% el tirante y2' es 1.21m

y1 : Tirante antes del resalto (m)

y2' : Tirante despues del resalto (m)

F : Numero de Froud

Tramo 2-3

Considerando que el radio hidráulico R es la relación del área A y el perímetro P de la sección mojada que para este caso es un rectángulo, la fórmula de Manning adopta la siguiente forma:

$$Q = \frac{1}{n} * \frac{A^{\frac{5}{3}}}{P^{\frac{2}{3}}} * S^{2/3}$$

$$76.80 = \frac{1}{0.078} * \frac{(83 * y3)^{\frac{5}{3}}}{(83 + 2 * y3)^{\frac{2}{3}}} * 0.02^{2/3}$$

$$y3 = 0.71m$$

Tabla 62

Cálculo del tirante y3

Q d	76.80	m3/s
Ario	83.00	m
S	0.02	m/m
n	0.078	
y3 (asum)	0.71	m
A = b y3	58.68	m2
P = b + 2y3	84.41	m
Q (Manning)	76.80	m3/s

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como dato de salida el caudal de diseño Qd se puede hallar el tirante y3 o también se puede asumir un valor para este e iterar con la ecuación de Manning hasta obtener el caudal 76.80 m3/s como muestra la tabla 62.

Se plantea la ecuación de la conservación de energía en el punto 2 y 3, siendo r el desnivel entre estos dos puntos:

$$H2 = H3$$

$$hy2 + hv2 + hpr2 = hp3 + hv3 + h_{2-3} + hpr3$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$y2' + \frac{V2^2}{2 * g} = y3 + \frac{V3^2}{2 * g} + r(real)$$

Se determinaron las áreas en el punto 2 y 3 con los tirantes y2' y y3 anteriormente:

$$A2 = L(bf) * y2' = 75 * 1.21 = 90.46m2$$

$$A3 = L(rio) * y3 = 83 * 0.71 = 58.68m2$$

La energía H2 fue hallada anteriormente, la altura de velocidad hv3 y tirante y3 asumidos en la ecuación de Manning conforman la energía H3.

Tabla 63

Cálculo de la energía H2 y H3

Lbar	75.00	m
y2'	1.21	m
A2	90.46	m2
Q d	76.80	m3/s
V2	0.85	m/s
hv2 = V2^2/2g	0.04	m
H2 = y2' + hv2	1.24	m
y3	0.71	m
A3	58.68	m2
V3	1.31	m/s
hv3 = V3^2/2g	0.09	m
H3 = y3 + hv3	0.79	m

Fuente: Elaboración propia

Por Bernoulli entre estos dos puntos:

$$H2 = H3$$

$$y2' + hv2 = y3 + hv3 + r(real)$$

$$y'2 + hv2 - (y3 + hv3) = r(real)$$

$$(1.21 + 0.04) - (0.71 + 0.09) = r(real)$$

$$r(real) = 0.45$$

Con la ecuación de la conservación de energía se obtiene un r real r=0.45 que es la diferencia de energías entre los puntos 2-3 y en el análisis del tramo 0-1 se trabajó con un r asumido 0.45; generalmente este valor es diferente al r real obtenido al final del cálculo, así que se tiene que tomar un r(asum) nuevo e iterar hasta obtener una diferencia de 0 entre estos dos valores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$r\ (asum) - r(real) = 0$$

$$0.45 - 0.45 = 0$$

Después de iterar varias veces se obtiene la profundidad de la poza final que es r=0.45

3.5.6. Longitud de la poza disipadora

Sabiendo el valor de los tirantes conjugados y1 – y2 se puede determinar por diferentes fórmulas la longitud necesaria para que se produzca el salto hidráulico.

Según Schoklitsch:

$$Ld = (5 - 6)(y_2' - y_1)$$

$$Ld = 5 * (1.21 - 0.17) = 5.19\text{m}$$

Según Safranez:

$$Ld = 6 * y_1 * F_1$$

$$Ld = 6 * 0.17 * 4.75 = 4.79m$$

Según U.S. Bureau of Reclamation:

$$Ld = 4 * y_2$$

$$Ld = 4 * 1.21 = 4.82m$$

Según Silvester:

$$Ld = 9.75 * y_1 * (F_1 - 1)^{1.01}$$

$$Ld = 9.75 * 0.17 * (4.77 - 1)^{1.01} = 6.24m$$

Se tomará el valor promedio de estos Ld=5.40m

3.5.7. Longitud de escollera

Según Bligh la longitud del enrocado es la diferencia de la longitud total de la escollera Lt con la longitud del colchón Lo:

$$Ls = Lt - Lo$$

$$Lt = 0.67 * C * (Db * q)^{\frac{1}{2}} = 0.67 * 5 * \left(1.20 * \frac{76.80}{75}\right)^{\frac{1}{2}} = 3.71$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Lo = 0.6 * C * D1^{\frac{1}{2}} = 0.6 * 5 * (1.2 - 0.71)^{\frac{1}{2}} = 2.11$$

$$Ls = 3.71 - 2.11 = 1.61m$$

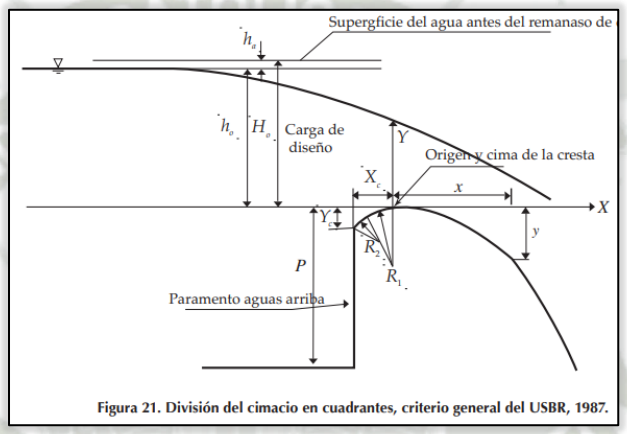
3.5.8. Perfil Creaguer

El perfil del cimacio aguas abajo está dado por la siguiente ecuación:

$$y = -k * Ho * (\frac{x}{Ho})^n$$

Figura 54

Perfil del cimacio



Fuente: Arreguin & Alcocer, (2011)

Se tomara el criterio de USBR, que determina los coeficientes k y n en función de la relación ha (carga de velocidad) , Ho (carga de diseño o del agua más la carga de velocidad) y de la inclinación del paramento aguas arriba de la cresta .

Previo a todo esto se requiere hallar la altura de velocidad en ese punto; la velocidad, altura de velocidad y la carga de diseño Ho estará dado por:

$$va = \frac{Qd}{(P + H) * L}$$

$$ha = \frac{Va^2}{2 * g}$$

$$Ho = H + ha$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

H : Altura de agua sobre la cresta del barraje (m)

Qd: Caudal de diseno (m3/s)

P : Altura de barraje fijo

L : Longitud del barraje fijo (m)

g: Gravedad (m/s2)

Qd=76.80m3/s
L=75 m
P=1.20m
H= 0.60m

Reemplazando los valores:

$$v = \frac{Qd}{(P+H)*L} = \frac{76.80}{(1.2+0.6)*75} = 0.57m/s$$

$$ha = \frac{Va^2}{2*g} = \frac{0.57^2}{2*9.81} = 0.02m$$

$$Ho = 0.57 + 0.02 = 0.61$$

Figura 55

Valores k y n para el diseño del perfil de un cimacio USBR

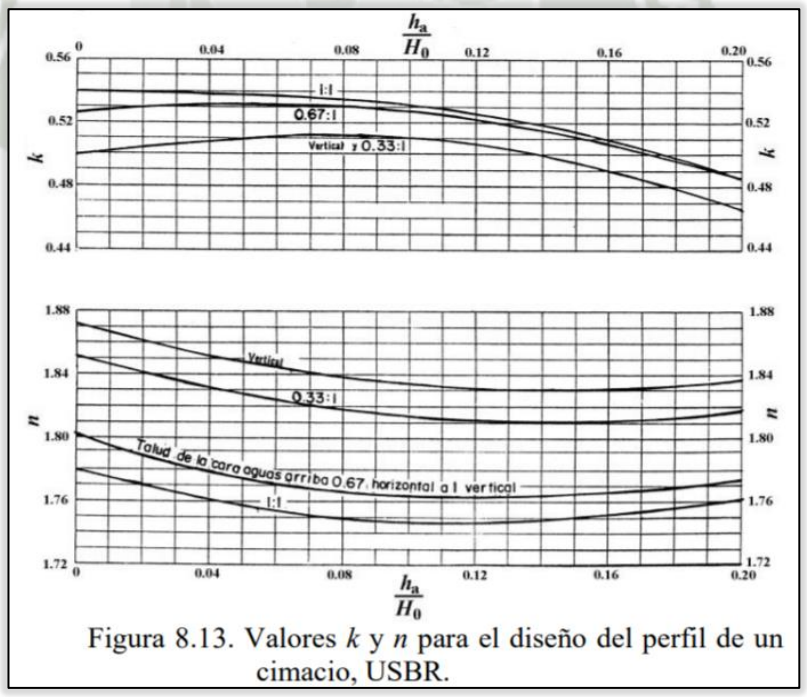


Figura 8.13. Valores k y n para el diseño del perfil de un cimacio, USBR.

Fuente: Arreguin & Alcocer, (2011)

Para un talud vertical, Ho=0.61 y una relación ha/Ho=0.027 resulta un k=0.508, n=1.858 ,por tanto la ecuación que describe el perfil de Creager es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$y = -k * Ho * \left(\frac{x}{Ho}\right)^n = -0.508 * 0.61 * \left(\frac{x}{0.61}\right)^{1.858}$$

$$y = -0.77 * x^{1.858}$$

3.5.8.1. Puntos de tangencia xc, yc

Para determinar el punto de tangencia definimos el talud aguas abajo el barraje o el ángulo con el que se trabajara con un ángulo de 45º.

La derivada de la ecuación que da está pendiente es la siguiente:

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{d(k * \frac{X^n}{H_o{}^{n-1}})}{dx}$$

$$\frac{dy}{dx} = tan(a) = -k * n\left(\frac{X^{n-1}}{H_o{}^{n-1}}\right) = -0.508 * 1.858\left(\frac{X^{1.858-1}}{0.61^{1.858-1}}\right)$$

$$\frac{dy}{dx} = tan(45) = 1 = -1.43 * X^{0.858} \Rightarrow Xt = 0.66$$

De esto despejando la coordenada x del punto de tangencia es xt=0.66 y reemplazando esto en la ecuación original la coordenada y del puto de tangencia yt=-0.35.

Las coordenadas que describen la trayectoria de la cresta del barraje fijo está dado por la siguiente tabla:

Tabla 64

Coordenadas de la cresta aguas abajo

Coordenadas cresta aguas abajo	
x	**y**
0	0
0.1	-0.01
0.2	-0.04
0.3	-0.08
0.4	-0.14
0.5	-0.21
0.6	-0.30
0.66	-0.35

Fuente: Elaboración propia

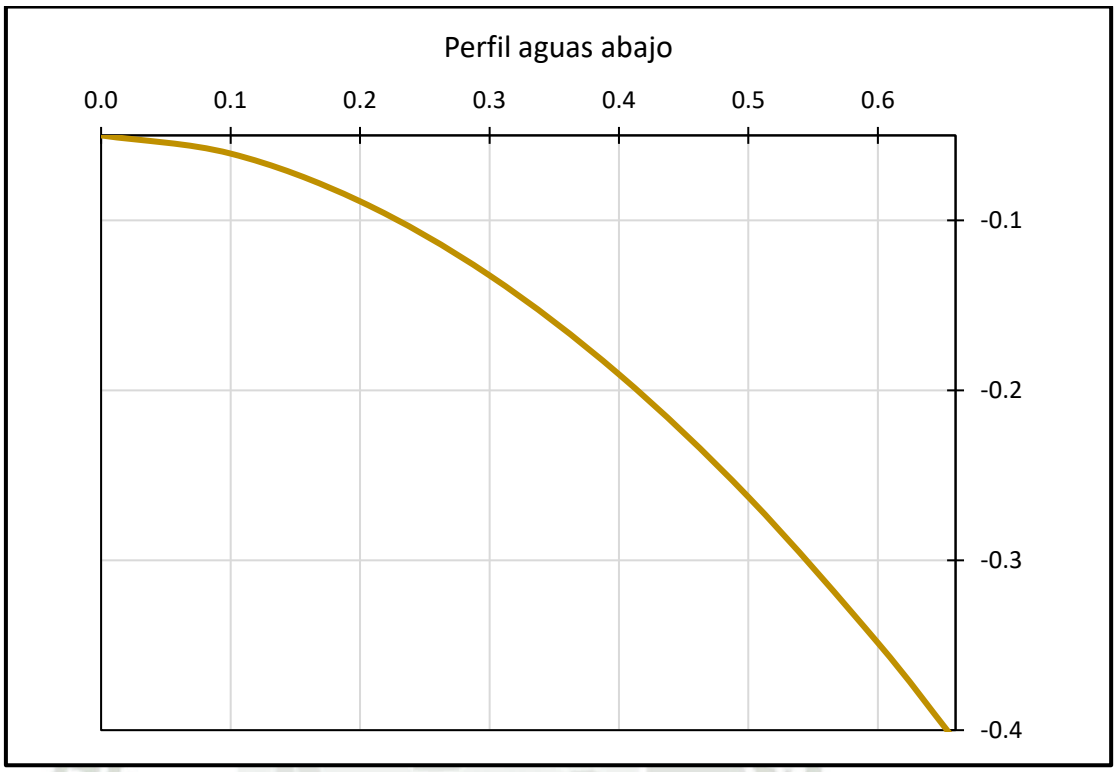
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 56

Perfil de la cresta aguas abajo



Fuente: Elaboración propia

3.5.8.2. Entrada a la cresta del barraje

El criterio del USBR recomienda que la sección del perfil en el cuadrante aguas arriba del cimacio está limitado por xc, yc con radios R1 y R2 que describen la trayectoria de la cresta aguas arriba, en estos valores están en función de la relación ha/Ho hallado anteriormente.

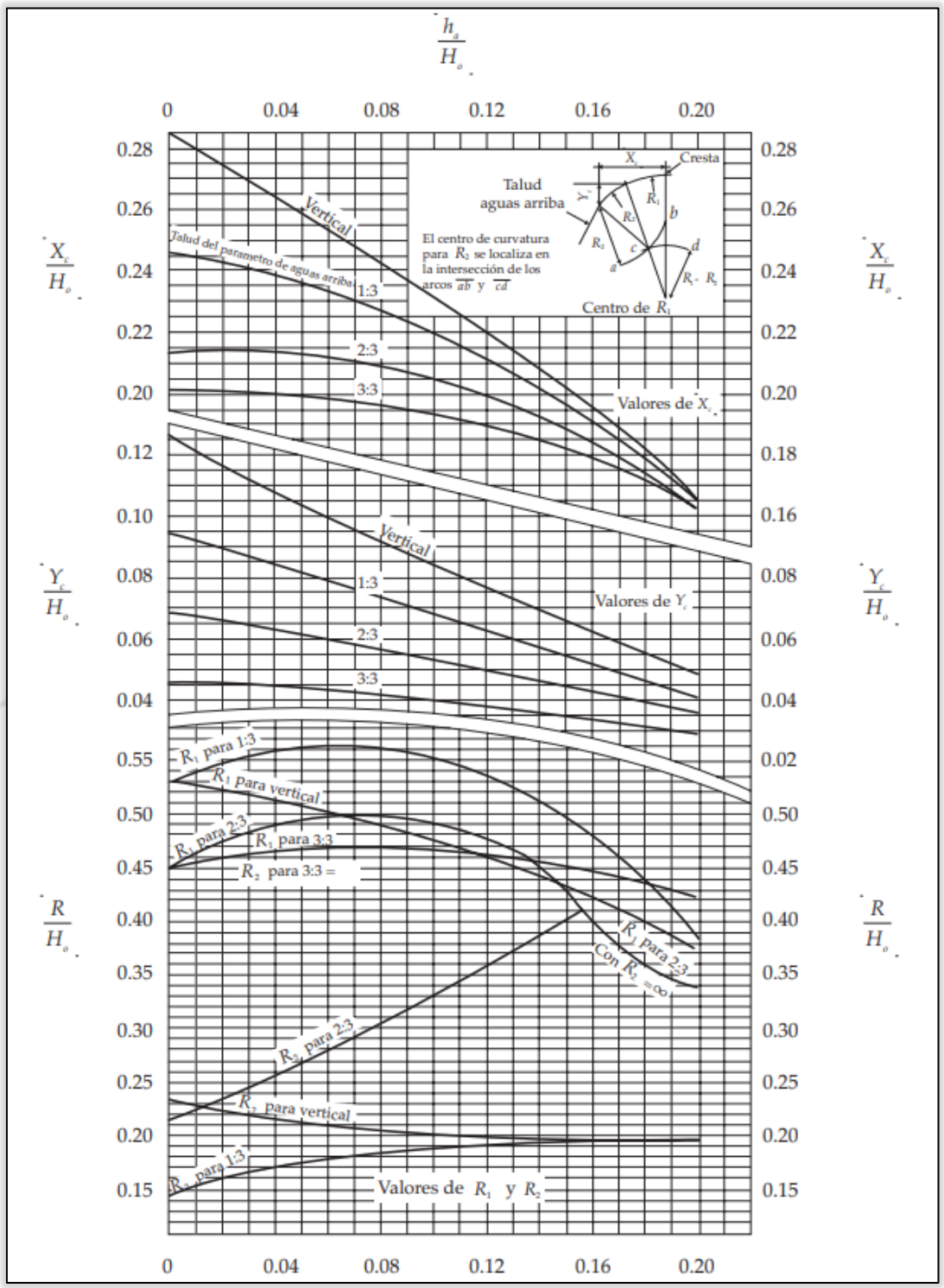
Como la relación ha/Ho=0.027 se obtienen las relaciones yc/Ho, xc/Ho y los radios R1 y R2 de la siguiente gráfica:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 57

Grafica para hallar las coordenadas xc,yc y radios R1,R2



Fuente: Arreguin & Alcocer, (2011)

$$\frac{xc}{Ho} = 0.272 => xc = 0.272 * 0.61 = 0.17m$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\frac{yc}{Ho} = 0.113 => yc = 0.113 * 0.61 = 0.07m$$

$$\frac{R1}{Ho} = 0.519 => R1 = 0.519 * 0.61 = 0.32m$$

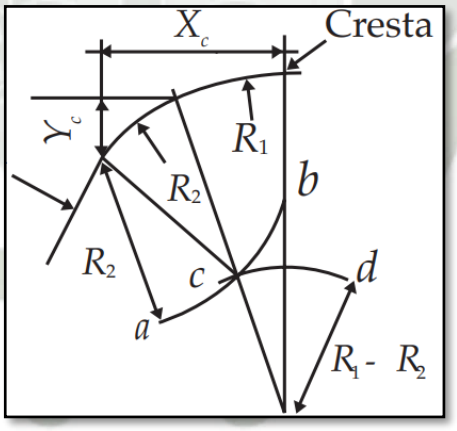
$$\frac{R2}{Ho} = 0.22 => R2 = 0.22 * 0.61 = 0.14m$$

$$R1 - R2 = 0.32 - 0.14 = 0.18m$$

Para dibujar la cresta aguas arriba se parte del origen de coordenadas o de la figura 57 primeramente se baja R1=0.32m ,este punto a es el centro del círculo con radio R1y del círculo con radio R1-R2 =0.18m se ubica el punto c con la coordenada (xc,-yc) el cual será centro del círculo con radio R2=0.14m;la intersección de estos dos últimos círculos es el punto b, el que será centro del círculo con radio R2 ,este intercepta con el primer círculo trazado en el punto a ;finalmente la cresta está formada por los arcos ca y ao como muestra la figura 58 y 59.

Figura 58

Curvatura de la cresta aguas arriba



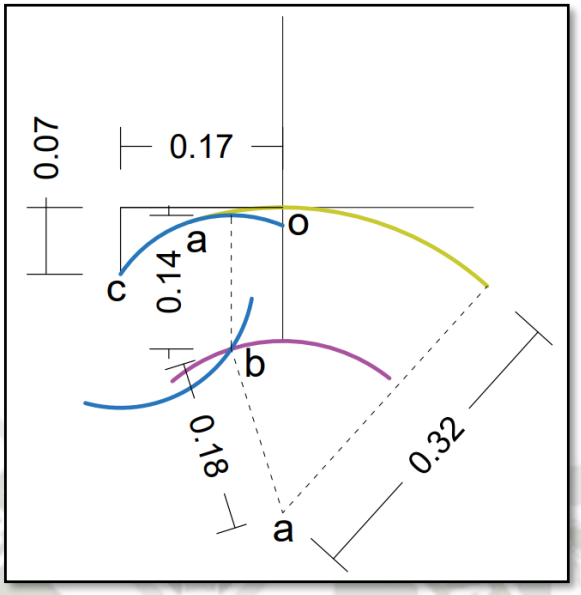
Fuente: Arreguin & Alcocer, (2011)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 59

Curvatura de la cresta aguas arriba resultante



Fuente: Elaboración propia

Juntando esta coordenada a la tabla anterior se obtiene la trayectoria del cimacio aguas arriba y aguas abajo como muestra la imagen 60:

Tabla 65

Coordenadas del cimacio

Coordenadas cresta	
x	**y**
-0.17	-0.07
0.00	0.00
0.10	-0.01
0.20	-0.04
0.30	-0.08
0.40	-0.14
0.50	-0.21
0.60	-0.30
0.66	-0.35

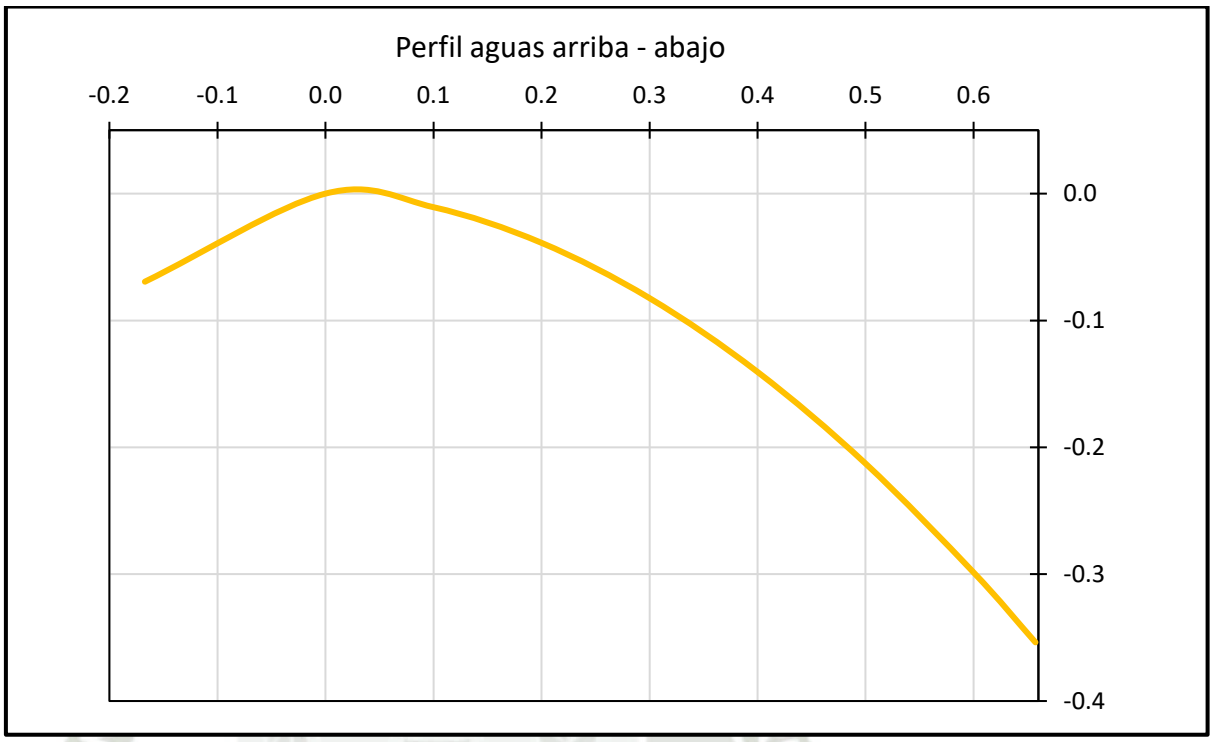
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 60

Trayectoria de la cresta del cimacio



Fuente: Elaboración propia

3.5.8.3. Curva de enlace entre el perfil y el solado

Según muestra la imagen x, las medidas R, Ty y Tx están en función del ángulo definido anteriormente α=45 reemplazando en las fórmulas siguientes se determinan las dimensiones siguientes:

$$R = 1.5 * Ho = 0.92m$$

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0.38m$$

$$Tx = R * \cos(\alpha) = 0.27m$$

$$Ty = R * \text{sen}(\alpha) = 0.27m$$

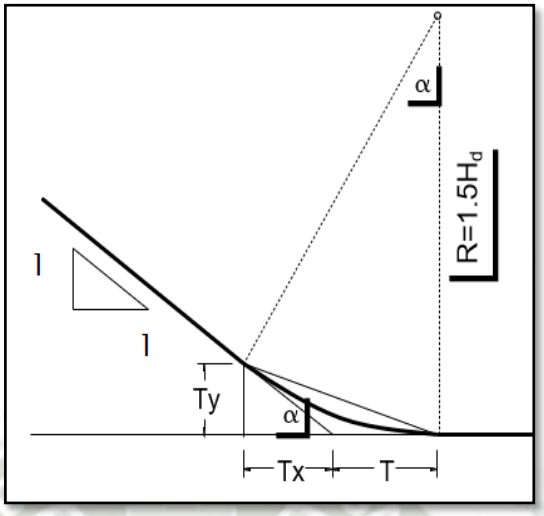
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 61

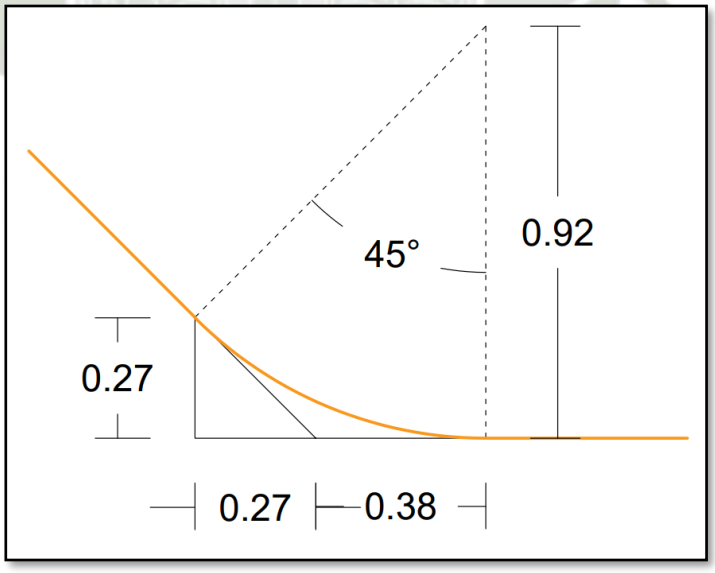
Encuentro del perfil y el solado



Fuente: Elaboración propia

Figura 62

Encuentro del perfil y el solado obtenido



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

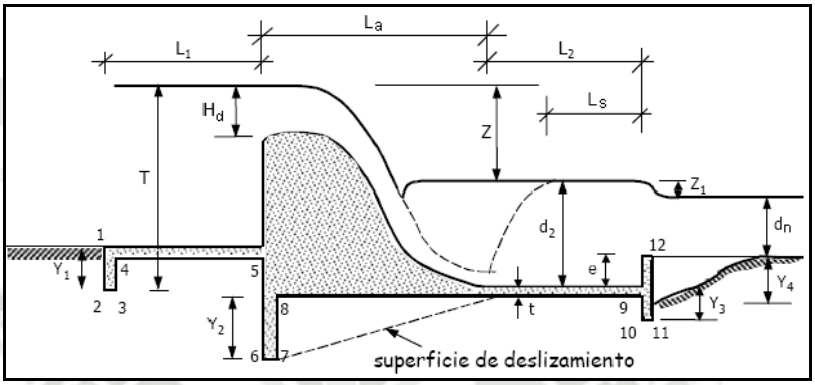
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.9. Longitud de dentellones

Se tomarán las recomendaciones de Grazianski para las longitudes de los dentellones debajo del azud, aguas arriba y aguas abajo.

Figura 63

Dentellones del azud



Fuente: Krochin, (1986)

$$Z = \Delta h = P + H - y3 = 1.2 + 0.6 - 0.71 = 1.09m$$

$$Y1 = (0.75 - 0.8) * \Delta h = 0.8 * 1.09 = 0.87m$$

$$Y2 = (1 - 1.5) * \Delta h = 1.3 * 1.09 = 1.42m$$

$$Y3 = 0.3 * \Delta h = 0.3 * 1.09 = 0.33m$$

$$L1 = (2 - 3) * \Delta h = 2.5 * 1.09 = 2.73m$$

La altura Y3 no debe ser menor de 1m, por tanto, las dimensiones finales son:

Tabla 66

Dimensiones de dentellones

Δh=	1.09	m
y1=	0.87	m
y2=	1.42	m
y3=	1.0	m
L1=	2.73	m

Fuente: Elaboración propia

Quedando las dimensiones del azud como muestra la siguiente imagen:

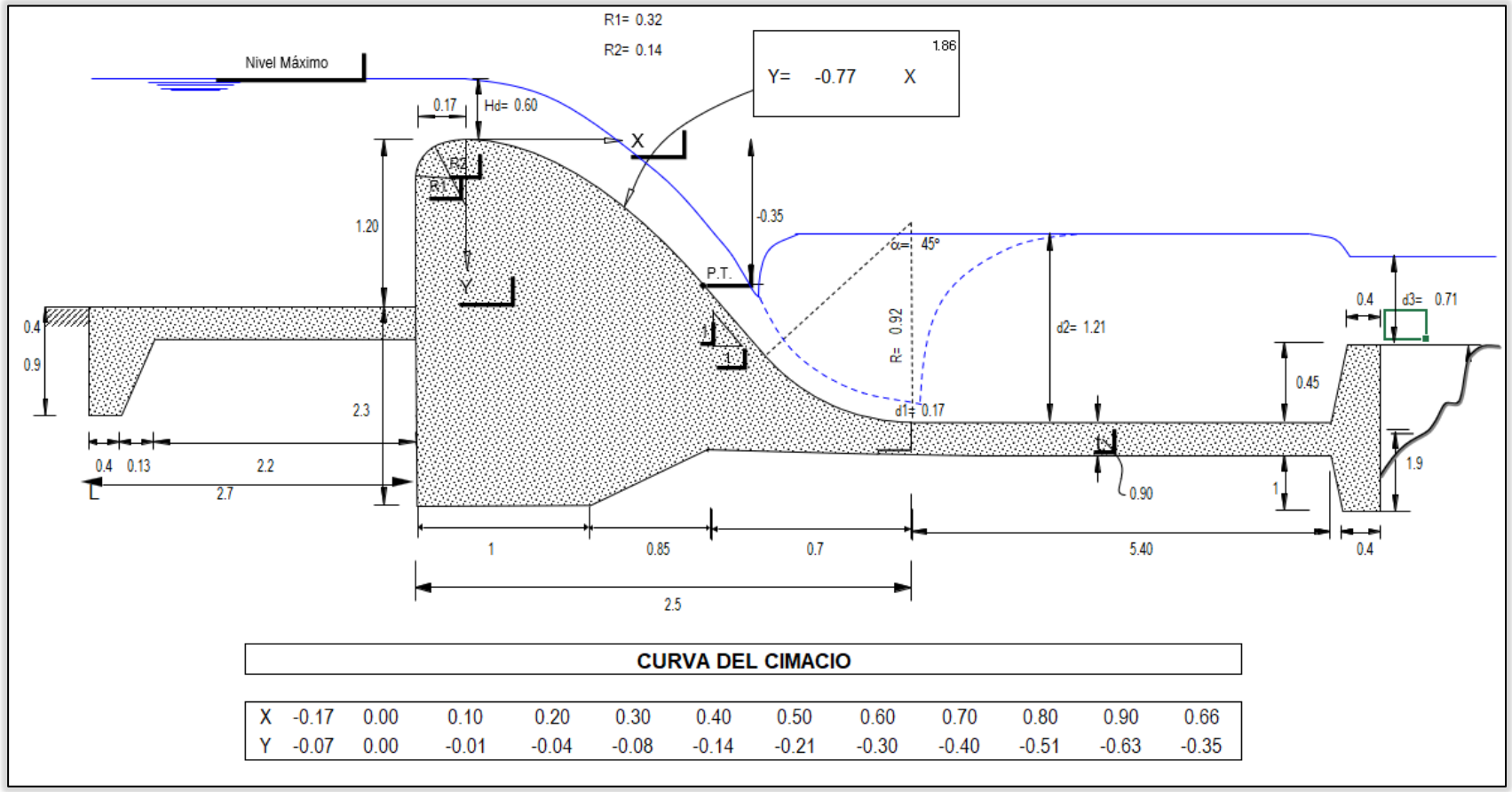
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 64

Dimensiones del azud



CURVA DEL CIMACIO												
X	-0.17	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.66
Y	-0.07	0.00	-0.01	-0.04	-0.08	-0.14	-0.21	-0.30	-0.40	-0.51	-0.63	-0.35

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.10. Diseño de la transición

La transición para el cambio de sección que hay entre el desripiador y el canal según Villon se determina por las siguientes formulas:

$$Lt = \frac{T1 - T2}{2 * tg(12°30')} = \frac{1.62 - 0.75}{2 * tg(12°30')} = 1.95\text{m}$$

$$Lt = \frac{T1 - T2}{2 * tg(22°30')} = \frac{1.62 - 0.75}{2 * tg(22°30')} = 1.05\text{m}$$

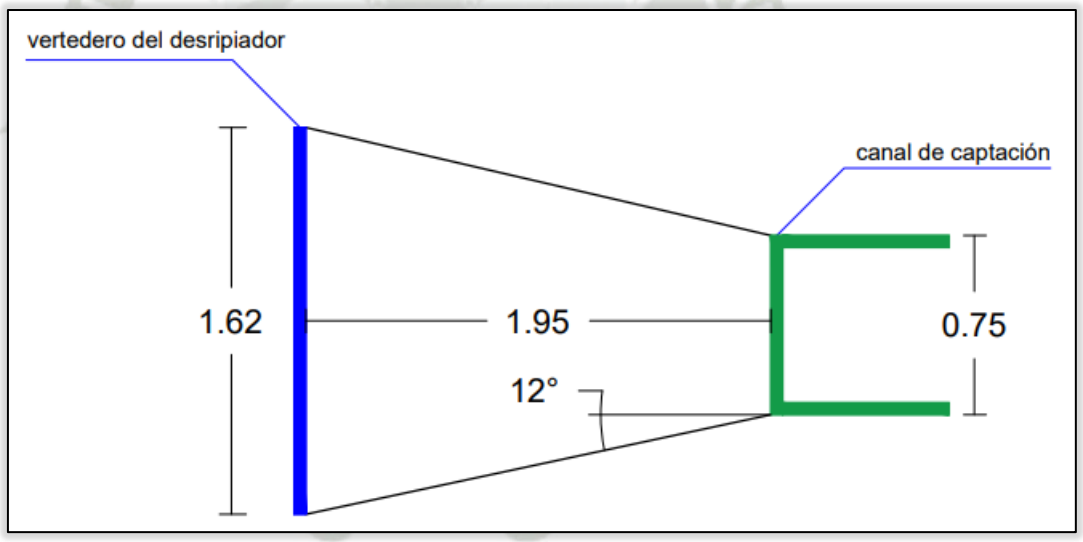
T1: Longitud del vertedero del desripiador (m)

T2: Longitud del ancho del canal de derivación (m)

El ancho del canal ya está determinado T2=0.75m, por tanto, la longitud de transición Lt=1.95m como se ilustra en la imagen 65.

Figura 65

Transicion desripiador – canal de captación



Fuente: Elaboración propia

3.5.11. Diseño del desripiador

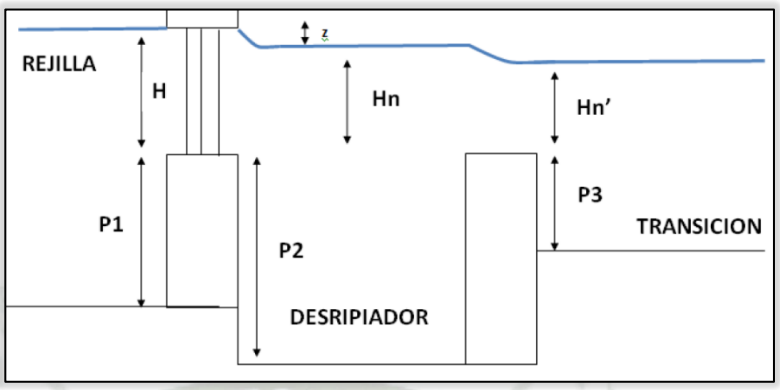
El desripiador es el elemento estructural al que se descarga el caudal captado por la ventana de captación, el cual debe operar de manera eficiente aun cuando el Qc'=0.38m3/s sea el óptimo, es decir cuando no haya obstrucciones, la gráfica 63 muestra un corte longitudinal del desripiador, con los parámetros hallados en los cálculos anteriores se determinaran las dimensiones de este.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 66

Perfil del desripiador



Fuente: Elaboración propia

Qc´=0.38m3/s	L=0.73m
H=0.4m	z=0.1m
Hn=H-z=0.3m	P1=0.6m
P2= P1+0.2=0.8	P3=0.6m (adoptado)
Hn´=Hn-z=0.2m	

Coeficiente de corrección S

Según Bazin => $s = 1.05 * \left(1 + 0.2 * \frac{Hn'}{P3}\right) * \sqrt[3]{\frac{z}{Hn}} = 1.05 * \left(1 + 0.2 * \frac{0.2}{0.6}\right) * \sqrt[3]{\frac{0.1}{0.3}} = 0.78$

Según Villemonte => $s = \left(1 - \frac{Hn'^{3/2}}{Hn}\right)^{0.385} = \left(1 - \frac{0.2^{3/2}}{0.3}\right)^{0.385} = 0.74$

El coeficiente de correcion por sumersion promedio es s=0.76

Coeficiente de sumersion Mo

El coeficiente de sumersion Mo se halla según Konovalov y Bazin:

Por Konovalov => $Mo = \left(0.407 + \frac{0.045 * Hn}{Hn + P2}\right) * \left(1 + 0.285 * (\frac{Hn}{Hn+P2})^2\right) * \sqrt{2g}$

$$Mo = \left(0.407 + \frac{0.045 * 0.3}{0.3 + 0.8}\right) * \left(1 + 0.285 * (\frac{0.3}{0.3 + 0.8})^2\right) * \sqrt{2 * 9.81} = 1.9$$

Por Bazin => $Mo = \left(1.794 + \frac{0.0133}{Hn}\right) * \left(1 + 0.55 * (\frac{Hn}{Hn+P2})^2\right)$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Mo = \left(1.794 + \frac{0.0133}{0.3}\right) * \left(1 + 0.55 * \left(\frac{0.3}{0.3 + 0.8}\right)^2\right) = 1.91$$

El coeficiente de sumersion promedio es Mo=1.91

El ancho del vertedero de la salida del desripiador con los datos en el cuadro se obtendra de reeemplazar la formula:

Qc´=0.38m3/s

s=0.76

Mo=1.91

Hn= 0.3m

El ancho libre b sera:

$$b = \frac{Qc}{s * Mo * Hn^{3/2}} = \frac{0.38}{0.76 * 1.91 * 0.3^{3/2}} = 1.62m$$

La longitud del desripiador que se desarrolla desde la ventana de captación hasta el vertedero de salida del desripiador se estima con la siguiente formula:

$$Ldr = \frac{B' - b}{2 * \tan(12.5)} = \frac{1.69 - 1.62}{2 * \tan(12.5)} = 0.16m$$

Qc´=0.38m3/s L=0.73m

k=0.95 H=0.4m

P2=0.8m

To= P2+H=1.2

B´ : Longitud de la ventana de captacion (m)

b : Longitud del vertedero de la salida del desripiador (m)

Otra manera de calcular esta longitud es en funcion del resalto sumergido que se produce en el desripiador,para esto hallaremos los dos tirantes y1 y y2.

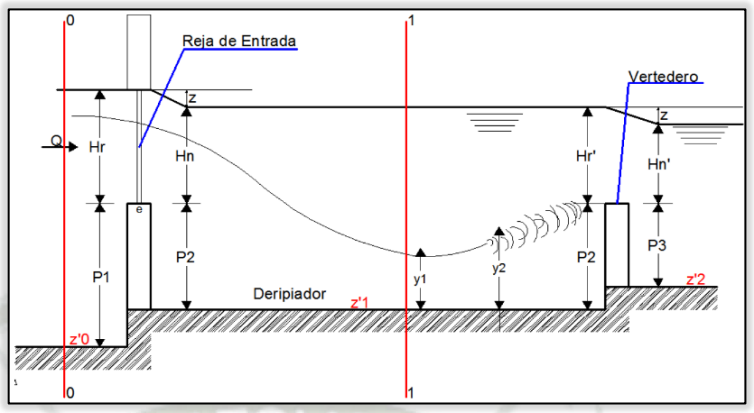
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 67

Perfil del desripiador



Fuente: Elaboración propia

$$q = \frac{Qc'}{L} = \frac{0.38}{1.69} = 0.23m$$

$$y1 = \frac{q}{k * \sqrt{2g(To - y1)}} = \frac{0.23}{1.69 * \sqrt{2 * 9.81(1.2 - y1)}} \Rightarrow y1 = 0.05m$$

Qc´ : Caudal de captacion optimo (m3/s)

L : Longitud de la ventana de captacion (m)

To : Suma de la altura desripiador P2 y rejilla H (m)

$$y2 = \frac{y1}{2} * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * q^{\,2}}{g * y1^3}} - 1\right) = \frac{0.05}{2} * \left(\sqrt{1 + \frac{8 * 0.23^{\,2}}{9.81 * 0.05^3}} - 1\right) \Rightarrow y2 = 0.43\ m$$

Para asegurar la sumergencia del resalto hidráulico se verifica que el tirante y2 es menor que la suma de la altura del desripiador P2 y la altura del agua al pasar la ventana de captación (Hn = H-z):

$$y2 < P2 + Hn \Rightarrow 0.43 < 0.8 + 0.3 = 1.1 \ \ ok$$

La longitud requerida para que se desarrolle este resalto sumergido según varios autores es:

Según Pavlovski => $Ld = 2.5 * (1.9 * y2 - y1) = 2.5 * (1.9 * 0.43 - 0.05) = 1.92\ m$

Según Safranetz => $Ld = 4.5 * y2 = 4.5 * 0.43 = 1.94\ m$

Según Bakhmeteff => $Ld = 5 * (y2 - y1) = 5 * (0.43 - 0.05) = 1.90\ m$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

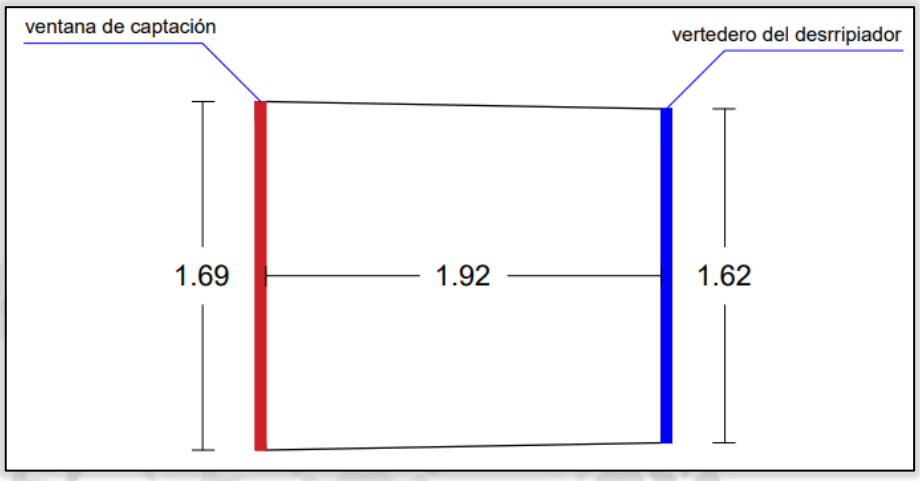
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El promedio es 1.92m

En la figura 68 se ilustra las dimensiones de la ventana de captación y la longitud que los conecta con el vertedero del desripiador.

Figura 68

Transición de la ventana de captación – desripiador



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.12. Canal de derivación

3.5.12.1. Canal Existente

El canal de derivación a lo largo de su trayectoria tiene dos secciones, una rectangular y otra trapezoidal, se tomaron medidas en 4 tramos del canal de los que se sacaron un promedio, resultando lo siguiente:

Tabla 67

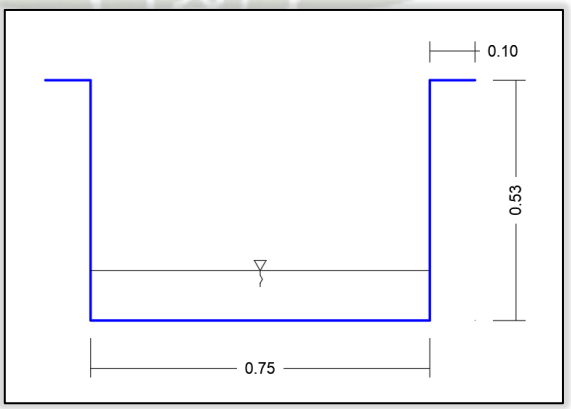
Dimensiones del canal tomadas en campo

Dimensiones reales del canal Yanacollpa								
Sección	**Tramo**		**b**	**B**	**H**	**y**	**Z**	**c**
rectangular	A	B	0.76	0.76	0.48	0.11	0.00	0.10
			0.79	0.79	0.58	0.16	0.00	0.10
			0.66	0.66	0.47	0.01	0.00	0.10
	C	D	0.79	0.79	0.58	0.16	0.00	0.10
	Promedio		**0.75**	**0.75**	**0.53**	**0.11**		**0.10**
trapezoidal	E	F	0.42	0.90	0.42		0.40	0.10
			0.40	0.81	0.41			0.10
	G	H	0.30	0.91	0.42		0.40	0.10
			0.31	0.81	0.40			0.10
	Promedio		**0.36**	**0.86**	**0.41**		**0.50**	**0.10**

Fuente: Elaboración propia

Figura 69

Sección del canal de captación rectangular



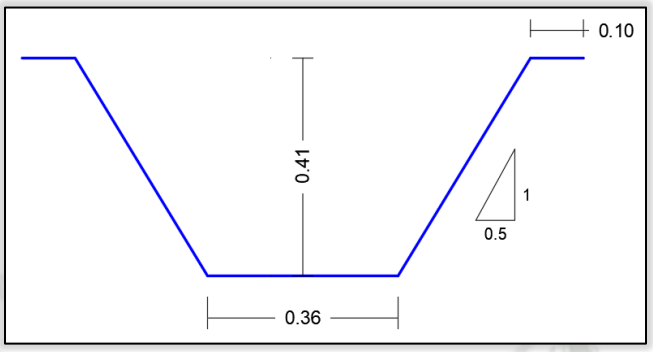
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 70

Sección del canal de captación trapezoidal



Fuente: Elaboración propia

En la visita a campo se observó que el canal tiene deficiencias en la derivación del agua de riego, ya que en algunos tramos el canal es colapsado por la capacidad debido a la pendiente y velocidad mal diseñada o por deficiencias en el proceso constructivo.

Entre las recomendaciones de la FAO para la estimación de caudales el aforo en los canales se empleó el método del flotador, se hizo una toma de datos de tiempos, y desniveles con la ayuda de un cronometro, una mira y un nivel de ingeniero entre dos puntos para determinar la pendiente y velocidad bajo la cual están operando los canales, se tomaron cuatro tramos del canal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 68

Datos de campo para determinar la pendiente del canal

Toma de datos para determinar la velocidad del canal							
Tramo		**Sección**	**N veces**	**Longitud**	**Tiempo**	**Mira**	
			N	***m***	***s***	***H1***	***H2***
A	B	rect.	1	13	41.4	2.24	2.3
		rect.	2	13	40.35		
		rect.	3	13	39.82		
C	D	rect.	1	13	49.45	1.66	1.685
		rect.	2	13	52.14		
		rect.	3	13	54.46		
		rect.	4	13	51.45		
E	F	trap.	1	13		1.83	1.843
		trap.	2	13			
		trap.	3	13			
G	H	trap.	1	13		1.878	1.88
		trap.	2	13			
		trap.	3	13			

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 69

Cálculo de velocidades y pendientes del canal

Determinación de velocidades y caudales								
Tramo		**Sección**	**Longitud**	**Diferencia de altura**	**Pendiente**	**Velocidad**	**Área hidráulica**	**Q derivado**
			m	***dh***	***m***	***m/s***	***m2***	***m3/s***
A	B	rect.	13	0.06	0.46%	0.31	0.08	0.03
		rect.	13			0.32	0.13	0.04
		rect.	13			0.33	0.00	0.00
C	D	rect.	13	0.025	0.19%	0.26	0.13	0.03
		rect.	13			0.25	0.13	0.03
		rect.	13			0.24	0.13	0.03
		rect.	13			0.25	0.13	0.03
E	F	trap.	13	0.013	0.10%			
		trap.	13					
		trap.	13					
G	H	trap.	13	0.002	0.02%			
		trap.	13					
		trap.	13					
PROMEDIO					0.19%	0.28	0.10	0.03

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 69 la pendiente promedio es 0.19%, esto coincide con el levantamiento topográfico del canal; la velocidad del canal es de 0.28 m/s, lo cual es muy bajo y razón por la cual existe bastante sedimentación como se observa en la imagen 71, por lo anterior es deducible que el caudal de demanda es mínimo, como se observa en la tabla anterior el Q derivado promedio es 0.03m3/s siendo esto menos de la tercera parte del caudal necesario para el riego Qd=0.23m3/s.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 71

Sedimentación en el canal existente



Fuente: Elaboración propia

3.5.12.2. Canal Ideal

Realizando un diseño del canal de derivación teniendo en cuenta que el caudal de captación es de 0.23m3/s, la pendiente promedio es 0.00192m/m; se determinaran los demás parámetros para el prediseño del canal y finalmente afinar el diseño adecuado.

El coeficiente de rugosidad n, varía de acuerdo con el material bajo el cual estará alojado el canal, para nuestro caso estará revestido de concreto y n es comprendido entre 0.013-0.015, tomaremos el valor intermedio n=0.014.

El talud z, es un parámetro que también está en función del tipo de terreno, el del nuestro (franco) se adapta a un talud de h: v - 0.5:1 .

El ancho de la solera varía de acuerdo con el caudal, como el Q=0.23m3/s entonces tomaremos un b =0.5m

Para hallar el valor del tirante normal y, se debe hacer uso del nomograma proporcionado en el libro de Villon según la figura 72, con datos de entrada del talud z=0.5 y hallar la siguiente relación:

$$\frac{Q * n}{S^{\frac{1}{2}} * b^{\frac{8}{3}}} = \frac{0.23 * 0.014}{0.00192^{\frac{1}{2}} * 0.5^{\frac{8}{3}}} = 0.47$$

Q :Caudal de captacion (m3/s)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

S :pendiente de la linea de energia (m/m)

n :Coeficiente de rugosidad de Manning

b :Ancho de solera (m)

La relacion y/b según la grafica 70 es 0.47 ,entonces el tirante es el siguiente :

$$\frac{y}{b} = 0.47 => y = 0.47 * 0.5 = 0.31$$

Figura 72

Nomograma para determinar el tirante normal

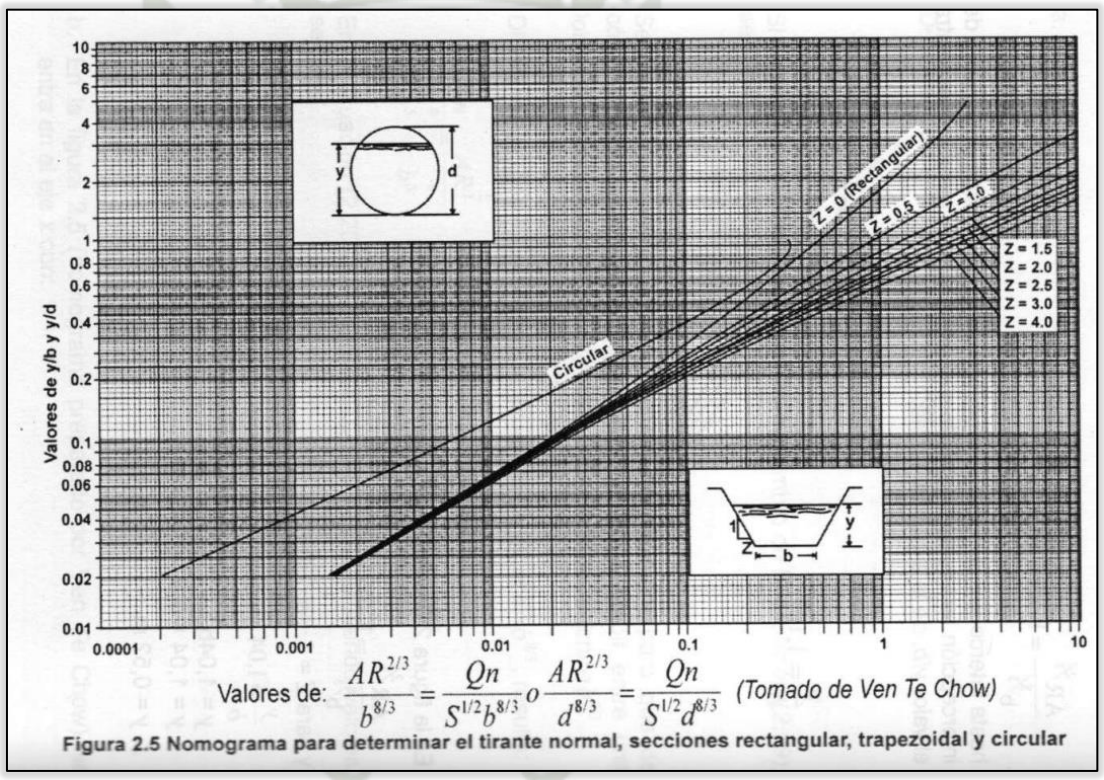


Figura 2.5 Nomograma para determinar el tirante normal, secciones rectangular, trapezoidal y circular

Fuente: Villon, (2007)

El borde libre Bl,se puede determinar en base al tirante ultimo hallado , tambien de acuerdo al caudal derivado o en funcion al ancho de la solera b=0.5,por seguridad se usará este utimo método, de acuerdo a la ilustracion 73 nuestro borde libre Bl=0.4m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 73

Borde libre en función al ancho de la solera

Ancho de solera (m)	Bordo libre (m)
Hasta 0,80	0,40
de 0,80 a 1,50	0,50
de 1,50 a 3,00	0,60
de 3, 00 a 20,00	1,00

Fuente: Villon, (2007)

La profundidad total H, será la suma de estos dos últimos valores hallados

$$y + Bl = 0.31 + 0.4 = 0.71m$$

El resumen de este diseño se encuentra en la columna del diseño 3 de la tabla 69, este procedimiento anterior se repite para distintos diseños D1 a D6 con la pendiente del canal actual m=0.0019 m/m, los valores n=0.014, c=0.3m,Bl=0.4m,Qc=0.1m3/s ,para diferentes taludes z=0,0.5,1;con distintos anchos de solera b=0.3,0.4,0.5 ;teniendo como resultado la siguiente tabla.

Tabla 70

Determinación de y/b - m=0.0019 m/m

Determinación del tirante normal y/b - m=0.0019 m/m						
Talud z	**0**		**0.5**		**1**	
Diseño	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Relación Q*n/(S^0.5*b^8/3)	0.47	1.82	0.47	1.82	0.47	1.82
y/b (gráfica 69)	0.90	2.90	0.62	1.52	0.56	1.30

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 71

Dimensiones del canal ideal - m=0.0019 m/m

Dimensiones del canal ideal m=0.0019 m/m								
Parámetros			**Diseño 1**	**Diseño 2**	**Diseño 3**	**Diseño 4**	**Diseño 5**	**Diseño 6**
Pendiente	m	m/m	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
Manning (concreto)	n		0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Talud	z		0	0	0.5	0.5	1	1
Corona	c	m	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ancho de solera	b	m	0.50	0.30	0.50	0.30	0.50	0.30
Tirante normal	y	m	0.45	0.87	0.31	0.46	0.28	0.39
Borde libre	Bl	m	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Profundidad	H	m	0.85	1.27	0.71	0.86	0.68	0.79
Radio hidráulico	R		0.16	0.13	0.17	0.18	0.17	0.19
Velocidad	v	m/s	0.93	0.80	0.96	1.01	0.96	1.04

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 72

Determinación de y/b - m=0.004 m/m

Determinación del tirante normal y/b - m=0.004 m/m								
Talud z	**0**		**0.5**		**1**			
Diseño	D1	D2	D3	D4	D6	D7	D8	D9
Relación Q*n/(S^0.5*b^8/3)	1.26	0.32	1.26	0.32	1.26	0.59	0.32	0.20
y/b (grafica)	2.40	0.73	1.40	0.56	0.98	0.68	0.53	0.38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73

Dimensiones del canal ideal - m=0.004 m/m

Dimensiones del canal ideal m=0.004 m/m									
Parámetros			**Diseño 1**	**Diseño 2**	**Diseño 3**	**Diseño 4**	**Diseño 5**	**Diseño 6**	**Diseño 7**	**Diseño 8**
Pendiente	m	m/m	0.004	0.004	**0.004**	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Manning (concreto)	n	0	0.014	0.014	**0.014**	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	**0.23**	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Talud	z		0	0	**0.5**	0.5	1	1	1	1
Corona	c	m	0.30	0.30	**0.30**	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ancho de solera	b	m	0.30	0.50	**0.30**	0.50	0.30	0.40	0.50	0.60
Tirante normal	y	m	0.72	0.37	**0.42**	0.28	0.29	0.27	0.27	0.23
Borde libre	Bl	m	0.40	0.40	**0.40**	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Profundidad	H	m	1.12	0.77	**0.82**	0.68	0.69	0.67	0.67	0.63
Radio hidráulico	R		0.12	0.15	**0.17**	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15
Velocidad	v	m/s	1.12	1.27	**1.40**	1.33	1.30	1.31	1.34	1.28

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 74

Determinación de y/b - m=0.005 m/m

Determinación del tirante normal y/b - m=0.005 m/m								
Talud z	**0**		**0.5**		**1**			
Diseño	D1	D2	D3	D4	D6	D7	D8	D9
Relación Q*n/(S^0.5*b^8/3)	1.13	0.29	1.13	0.29	1.13	0.52	0.29	0.18
y/b (gráfica 69)	1.90	0.65	1.10	0.50	0.90	0.60	0.45	0.36

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 75

Dimensiones del canal ideal - m=0.005 m/m

Dimensiones del canal ideal m=0.005 m/m										
Parámetros			**Diseño 1**	**Diseño 2**	**Diseño 3**	**Diseño 4**	**Diseño 5**	**Diseño 6**	**Diseño 7**	**Diseño 8**
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	**0.005**	**0.005**	0.005	0.005	0.005	0.005
Manning (concreto)	n	0	0.014	0.014	**0.014**	**0.014**	0.014	0.014	0.014	0.014
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	**0.23**	**0.23**	0.23	0.23	0.23	0.23
Talud	z		0	0	**0.5**	**0.5**	1	1	1	1
Corona	c	m	0.30	0.30	**0.30**	**0.30**	0.30	0.30	0.30	0.30
Ancho de solera	b	m	0.30	0.50	**0.30**	**0.50**	0.30	0.40	0.50	0.60
Tirante normal	y	m	0.57	0.33	**0.33**	**0.25**	0.27	0.24	0.23	0.22
Borde libre	Bl	m	0.40	0.40	**0.40**	**0.40**	0.40	0.40	0.40	0.40
Profundidad	H	m	0.97	0.73	**0.73**	**0.65**	0.67	0.64	0.63	0.62
Radio hidráulico	R		0.12	0.14	**0.15**	**0.15**	0.14	0.14	0.14	0.15
Velocidad	v	m/s	1.22	1.37	**1.41**	**1.41**	1.39	1.38	1.38	1.40

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la tabla 71 se ve que el diseño 6 tiene la velocidad más alta 1.04m/s con una pendiente de m=0.0019m/m, lo cual no es suficiente ya que por las visitas a campo existe mucha sedimentación en el trayecto del canal; las recomendaciones de la velocidad van entre 0.6m/s – 3m/s, razón por la cual se variaron las pendientes en las tablas 73 y 75.

Razón por la cual se hace un planteamiento en la pendiente de 0.004m/m y 0.005m/m con las mismas condiciones que la tabla 71, en la primera propuesta se observa que la velocidad máxima es 1.4m/s del diseño 3.

En la tabla 75 con una pendiente 0.005m/m la mayoría de los diseños están entre 1.2 – 1.43 m/s, las cuales están al intermedio de los límites recomendados 1.5 – 3 m/s, por tanto se podría tomar cualquiera de estas propuestas, se muestran las dimensiones y parámetros de los canales ideales en la siguiente tabla.

Tabla 76

Diseños propuestos para el canal

Propuestas para el canal ideal					
Parámetros			**Diseño 3**	**Diseño 4**	**Diseño 3**
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	0.004
Manning (concreto)	n	0	0.014	0.014	0.014
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	0.23
Talud	z		0.5	0.5	0.5
Corona	c	m	0.30	0.30	0.30
Ancho de solera	b	m	0.30	0.50	0.30
Tirante normal	y	m	0.33	0.25	0.42
Borde libre	Bl	m	0.40	0.40	0.40
Profundidad	H	m	0.73	0.65	0.82
Radio hidráulico	R		0.15	0.15	0.17
Velocidad	v	m/s	1.41	1.41	1.40
Numero de Froude	F		0.78	0.90	0.69
Tipo de flujo			subcrítico	subcrítico	subcrítico
Espejo de agua	T	m	0.63	0.75	0.72
Área hidráulica	A	m2	0.15	0.16	0.21
Perímetro mojado	P	m	1.04	1.06	1.24

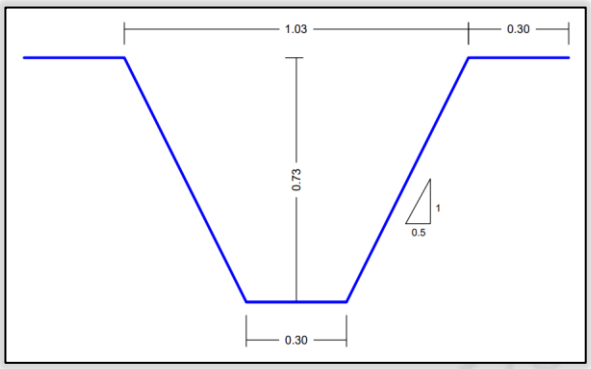
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 74

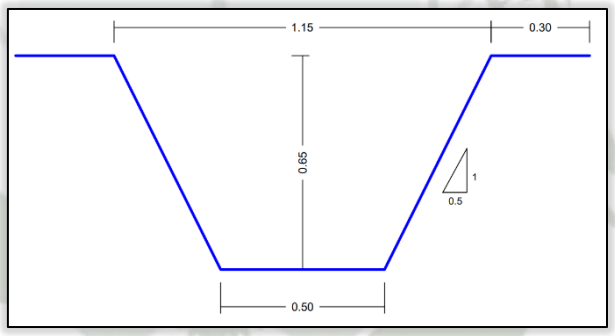
Sección del canal con pendiente n=0.005m/m - b=0.3



Fuente: Elaboración propia

Figura 75

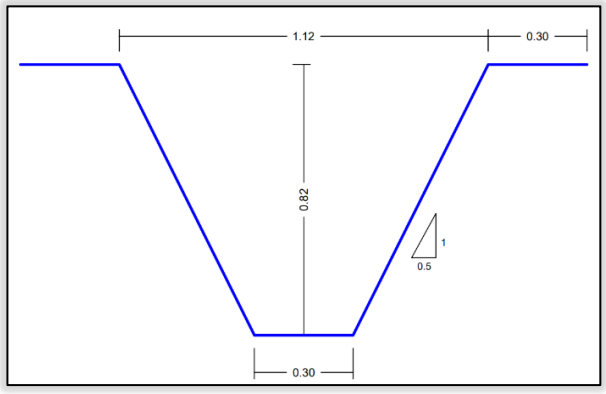
Sección del canal con pendiente n=0.005m/m - b=0.5



Fuente: Elaboración propia

Figura 76

Sección del canal con pendiente n=0.004m/m - b=0.3



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 77

Datos de entrada tirante critico - H canales

Datos de entrada tirante critico - H canales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	0.004
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	0.23
Ancho de solera	b	m	0.30	0.50	0.30
Talud	z		0.50	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78

Parámetros de salida tirante critico - H canales

Parámetros de salida tirante critico - H canales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Tirante critico	yc	m	0.32	0.26	0.32
Área hidráulica	A	m2	0.15	0.16	0.15
Espejo de agua	T	m	0.62	0.76	0.62
Numero de Froude	F		1.00	1.00	1.00
Tipo de flujo			critico	critico	critico
Perímetro	p	m	1.03	1.07	1.03
Radio hidráulico	R	m	0.15	0.15	0.15
Velocidad	v	m/s	1.53	1.44	1.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79

Datos de entrada Resalto hidráulico – H Canales

Datos de entrada Resalto hidráulico – H Canales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	0.004
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	0.23
Tirante aguas arriba	y1	m	0.33	0.25	0.42
Ancho de solera	b	m	0.30	0.50	0.30
Talud	z		0.50	0.50	0.50

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 80

Parámetros de salida Resalto hidráulico – H Canales

Parámetros de salida Resalto hidráulico – H Canales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Tirante conjugado	y2	m	0.32	0.26	0.24
Altura del resalto	h	m	0.01	0.01	0.18
Perdida de energía	dh	m	0.000	0.000	0.022
Numero de Froude	F		1.03	0.97	1.66
Longitud del resalto	L	m	0.09	0.07	1.40

Fuente: Elaboración propia

Con los parámetros ya definidos y la pendiente tomada se hizo el uso de la herramienta HCanales para determinar el tirante crítico y el resalto hidráulico, si es que lo hubiera, como muestran las tablas anteriores.

Tabla 81

Datos de entrada perdidas por infiltración - HCanales

Datos de entrada perdidas por infiltración - HCanales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	0.004
Caudal	Q	m3/s	0.23	0.23	0.23
Ancho de solera	b	m	0.3	0.5	0.3
Talud	z		0.5	0.5	0.5
Manning (concreto)	n		0.014	0.014	0.014
Pendiente	m	m/m	0.005	0.005	0.004
Longitud canal	L	km	8.343	8.343	8.343
Espesor del revestimiento	e	m	0.1	0.15	0.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82

Parámetros de salida perdidas por infiltración - HCanales

Parámetros de salida perdidas por infiltración - HCanales					
			Diseño 3	Diseño 4	Diseño 3'
Perdida de energía	P	m3*s-km	0.0001	0.0001	0.0001
Q perdido	Qp	m	0.0010	0.0006	0.0005
Q final	Qf	m	0.2290	0.2294	0.2295
% Perdidas		%	0.43	0.25	0.23

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para determinar las pérdidas por infiltración de altura a lo largo de la trayectoria del canal se utilizó el HCanales, resultando para una longitud de 8.343 km con las dimensiones del diseño D3, D4, D3' un déficit de 0.001,0.0006,0.0005m respectivamente llegando al último usuario un caudal de 0.229,0.2294,0.2295 m3/s respectivamente; concluyendo que a mayor espesor del revestimiento menores son las perdidas por infiltración.

3.6. Análisis Estructural

3.6.1. Fuerzas actuantes en el azud

La tabla 84 detalla las fuerzas actuantes en la estructura, así como su simbología, la imagen 77 ilustra el punto de aplicación de cada una de ellas respecto al origen O.

Tabla 83

Datos para hallar las cargas

Datos			
Área	A	10.2	m2
Coordenada x	X	1.1	m
Coordenada y	Y	3.1	m
peso especifico	y concreto	2.4	ton/m3
capac portante	q suelo	1.7	ton/m2
peso especifico	y agua	1.0	ton/m3
Altura de barraje	P	1.2	m
Altura de agua diseñada	H (asum)	0.6	m
Tirante al pie de barraje	y1 (asum)	0.2	m

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 84

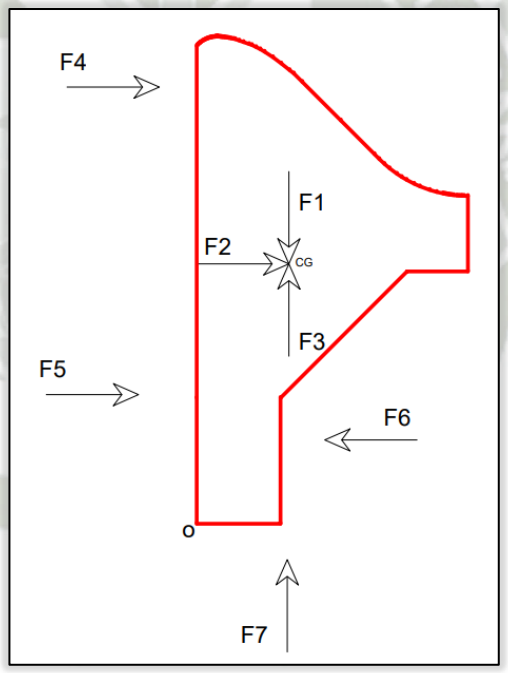
Fuerzas actuantes en el azud

Fuerzas actuantes en el azud	
Carga debido al peso	F1=W
Cargas debido al Sismo	F2=SH F3=Sv
Cargas debido a la presión del agua	F4=Ph
Cargas debido al Empuje del suelo	F5=Ea F6=Ep
Supresión del suelo por USBR	F7=Sp

Fuente: Elaboración propia

Figura 77

Fuerzas actuantes en el azud



Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 85

Carga debido al peso

Carga debido al peso					
Peso	W=A*Yconc	**F1=W**	**24.5**	**ton/m**	↓
punto de aplicación		x1	1.1	m	
		y1	3.1	m	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo como referencia el libro Obras Hidráulicas de la Universidad de Michoacana de San Nicolas de Hidalgo se tiene que las componentes de la fuerza de inercia debido al sismo según las consideraciones del USBR son 0.1W para la componente horizontal y 0.05W para la vertical.

(Hidalgo, 2018, pág. 79)

Tabla 86

Carga debido al sismo

Cargas debido al Sismo					
Componente horizontal	0.1*W	**F2=SH**	**2.4**	**ton/m**	→
Punto de aplicación		x2	1.1	m	
		y2	3.1	m	
Componente vertical	0.05*W	**F3=Sv**	**1.2**	**ton/m**	↑
Punto de aplicación		x3	1.1	m	
		y3	3.1	m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87

Carga debido a la presión del agua

Cargas debido a la presión del agua					
Presión de agua	(P+Hasum) *P/2*Yagua	**F4=Ph**	**1.1**	**ton/m**	→
punto de aplicación		y4	3.7	m	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 88

Cargas debido al empuje del suelo

Cargas debido al Empuje del suelo					
	Angulo de fricción	Ø	25.4		
	cohesión	C	1.1	ton/m2	
	Peso espe seco	Yseco	1.5	g/cm3	
	Peso espe sat	Ysat	2.3	tn/m3	
coeficiente activo	Ka=tg(45-Ø/2)^2	Ka	0.4		
altura muro		ha	3.1	m	
		$^{\delta}$b	1.6	ton/m2	
Empuje activo	Ea=$^{\delta}$b*ha/2	**F5=Ea**	**2.5**	**ton/m**	→
punto de aplicación		yab	1.0	m	
coeficiente pasivo	Ka=tg(45+Ø/2)^2	Kp	2.5		
altura muro		hp	1.5	m	
empuje pasivo	Ea= Ka*Y*H^2*0.5	**F6=Ep**	**3.7**	**ton/m**	←
punto de aplicación		yp	0.5	m	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89

Supresión del suelo por USBR

Supresión del suelo por USBR					
Coeficiente de supresión		C	0.5		
Peso específico del agua		y agua	1.0	ton/m3	
Carga de agua		P	1.8	m	
Longitud		L	3.2	m	
Supresión	C*ya*P*L	**F7=Sp**	**2.9**	**ton/m**	↑
punto de aplicación	L/3	x8	1.1	m	

Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 90

Fuerzas actuantes y puntos de aplicación

Fuerzas actuantes					
Descripción	**Símbolo**	**Valor**	**Dirección**	**Punto de aplicación**	
		ton/m		x (m)	y (m)
Carga debido al peso	F1=W	24.5	↓	1.1	3.1
Cargas debido al Sismo	F2=SH	2.4	→	1.1	3.1
	F3=Sv	1.2	↑	1.1	3.1
Cargas debido a la presión del agua	F4=Ph	1.1	→	0.0	3.7
Cargas debido al Empuje del suelo	F5=Ea	2.5	→	0.0	1.0
	F6=Ep	3.7	←	0.0	0.5
Supresión del suelo por USBR	F7=Sp	2.9	↑	2.9	0.0

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Momentos respecto a A

Se tomarán momentos respecto al punto A, el que es producto del brazo y la fuerza con una orientación definida en la tabla 91.

Tabla 91

Momentos actuantes

Momentos actuantes				
Fuerzas		Brazo	Momento	Orientacion
	ton/m	m	ton*m	
F1=W	24.5	2.1	52.4	-
F2=SH	2.4	0.1	0.2	+
F3=Sv	1.2	2.1	2.6	+
F4=Ph	1.1	2.2	2.4	+
F5=Ea	2.5	1.5	3.7	-
F6=Ep	3.7	2.0	7.5	+
F7=Sp	2.9	2.2	6.3	+

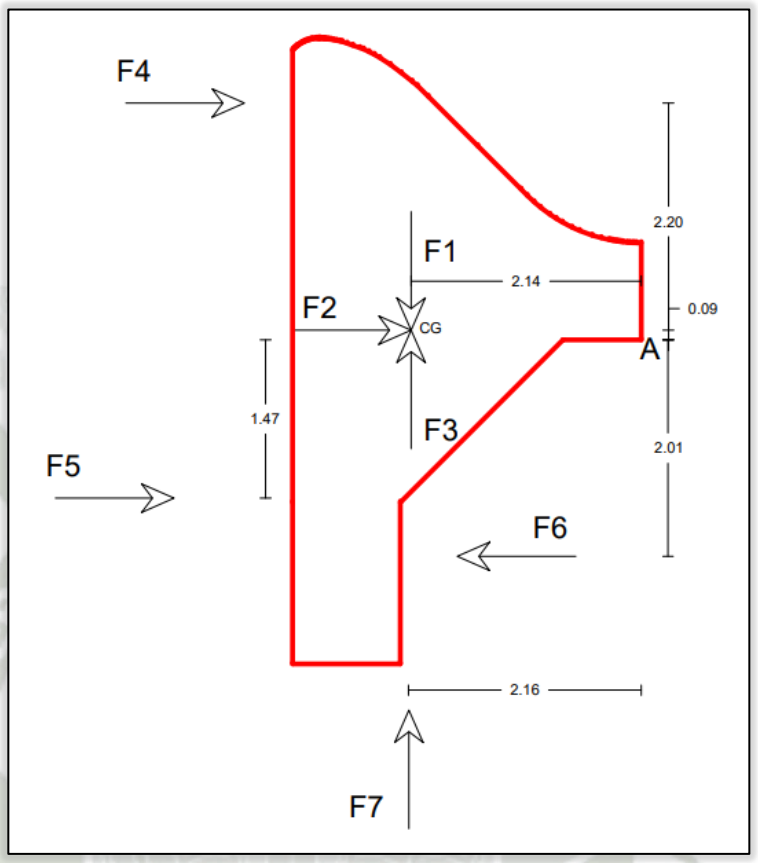
Fuente: Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 78

Brazos de las fuerzas actuantes en el azud



Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Verificación de estabilidad

3.6.3.1. Estabilidad al deslizamiento

$$Cd = \frac{F\ equilibrantes}{F\ desequilibrantes} \geq 1.5$$

La fuerza equilibrante es la sumatoria de las fuerzas verticales multiplicadas por el coeficiente de fricción concreto terreno u=0.5.

$$Fe = \sum Fv * u = 20.3 * 0.5 = 10.2\ ton/m$$

Fv +	4.1	ton/m
Fv-	24.5	ton/m
Σ Fv	-20.3	ton/m

u	0.5	
Fe	-10.2	ton/m

La fuerza desequilibrante es la sumatoria de las fuerzas horizontales:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fh+	6.1	ton/m
Fh−	3.7	ton/m
Σ Fh	2.3	ton/m
Fd	2.3	ton/m

$$Cd = \frac{F\ equilibrantes}{F\ desequilibrantes} \geq 1.5$$

$$Cd = \frac{20.3}{10.2} = 4.4 \geq 1.5\ \ ok$$

$$Fe > Fd$$

$$10.2 > 2.3\ ok$$

3.6.3.2. Estabilidad al volteo

Figura 79

Estabilidad al volteo

Momentos actuantes				
Fuerzas		Brazo	Momento	Orientacion
	ton/m	m	ton*m	
F1=W	24.5	2.1	52.4	-
F2=SH	2.4	0.1	0.2	+
F3=Sv	1.2	2.1	2.6	+
F4=Ph	1.1	2.2	2.4	+
F5=Ea	2.5	1.5	3.7	-
F6=Ep	3.7	2.0	7.5	+
F7=Sp	2.9	2.2	6.3	+

Fuente: Elaboración propia

Los momentos equilibrantes Me están en orientación antihoraria (-), suman 56.1 ton*m y los desequilibrantes Md en sentido horario (+) y suman 19 ton*m.

$$Cv = \frac{M\ equilibrantes}{M\ desequilibrantes} \geq 2$$

$$Cv = \frac{56.1}{19} = 2.9 \geq 2\ \ ok$$

Como los coeficientes de deslizamiento y volteo superan al mínimo, nuestro azud estaría estable bajo las condiciones dadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

1. El estudio geotécnico en el canal da como resultado un suelo limo arenoso de baja plasticidad de consistencia estable, de color marrón con tonalidad a rojo y por ello se clasificó con la textura franco.
2. La distribución que mejor se ajusta a nuestros datos de precipitaciones máx. en 24h es la Gamma 2 parámetros según la prueba de bondad Smirnov-Kolmogorov.
3. Las 8 distribuciones estudiadas se ajustan a nuestros datos de precipitaciones máx. en 24h siendo $\Delta c=0.1984$ mayor a los Δt de cada distribución teórica, según la prueba de bondad Smirnov-Kolmogorov.
4. Para determinar la lluvia de diseño se empleó el método de bloques alternos para una duración de tormenta de 5 horas y un periodo de retorno de 100 años para nuestra estructura.
5. El caudal de diseño obtenido por Dick Peaschke es 60.80 m3/s, en tanto por la metodología del SCS 51.90 m3/s y por Iila Senamhi 76.80 m3/s, siendo este último el mayor resultado.
6. La evapotranspiración Eto mensual máximo es 114.00 mm/mes en el mes de noviembre y el mínimo de 66.98 mm/mes en el mes de junio, esto corresponde con la época de lluvia y estiaje.
7. El caudal requerido máximo según el balance hídrico es de 181.02 l/s en el mes de agosto.
8. El caudal de abastecimiento para el riego resulta 0.23 m3/s, el cual se tomó como caudal de captación para el diseño de la toma; siendo además este valor mayor al permitido por la Autoridad Nacional del Agua Q=100 l/s, por tanto, el comité de usuarios debe hacer la solicitud para captar el caudal necesario para satisfacer las necesidades de riego.
9. Según la programación de riego la frecuencia de riego debe ser cada 2 días un lapso de 2h, para satisfacer las necesidades de riego de cada mes, según la cédula de cultivo planteada.
10. Con los datos de caudales hallados el diseño demanda una altura de barraje fijo libre de 1.2m, un barraje móvil con dos compuertas de purga, una ventana de captación 1.69m x 0.40 m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

11. El principal problema del canal existente es la pendiente con la que se desarrolla a lo largo de su trayectoria S=0.0019 m/m con una velocidad aproximada de 0.28 m/s, la que se encuentra fuera del rango recomendado; en las propuestas de canal ideal la más optima resulto con la pendiente 0.004 m/m con una velocidad de 1.4 m/s lo que contribuirá a la no sedimentación de material de arrastre.

12. Se plantean tres secciones para el canal de regadío, dos de ellos tienen una n=0.005m/m con b=0.3,0.5 y el tercero tiene una pendiente de n=0.004m/m con b=0.3,estos con un z=0.5 que cumplen con el rango de velocidades.

13. Según el análisis estructural del azud, este es estable al deslizamiento con un cd=4.4 y estable al volteo con un cv=2.9 que son mayores a los valores mínimos.

14. El barraje móvil está compuesta por dos compuertas de sección 0.5*2.84m que bajo el caudal máximo de 76.80m3/s la velocidad en las dos compuertas es de 2.36m/s.

15. La curva de remanso producida por el azud genera un desnivel de 1.10m en una longitud de desarrollo de 113.49m, lo cual produce una caída del muro de contención de una hm1=2.16m a una hm2=0.90m considerando un margen libre del 20%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. La data hidrometeorológica en esta zona del Cusco es escasa, así como la de todo el Perú, razón por la cual es recomendable instalar estaciones meteorológicas en cada uno de los distritos de la provincia de Espinar con el fin de poder evaluar y comparar cada base de datos, así poder obtener estudios más confiables.
2. Se recomienda colocar un punto de aforo en el rio Cañipia, ya que es un rio muy importante en la provincia de Espinar debido a que bordea la ciudad y para futuros estudios de riesgos de inundación, defensas rivereñas o proyectos hidráulicos o de otra índole es de vital importancia contar con una base de datos de los caudales.
3. Se recomienda implementar labores de limpieza en las bocatomas existentes y canales de regadío, ya que influyen considerablemente en el caudal captado y la eficiencia de su funcionamiento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

COSTOS Y PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	**RESTRUCTURACION Y MEJORAMIENTO DEL CANAL**				**135000.00**
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4*3M	und	1.00	5000.00	5000.00
01.02	CERCO PROVISIONAL	glb	1.00	40000.00	40000.00
01.03	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	10000.00	10000.00
01.04	LIMPIEZA GENERAL	glb	1.00	80000.00	80000.00
02	**CONSTRUCCION DE LA TOMA**				**2268322.98**
02.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**18052.00**
02.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	3070.00	3.60	11052.00
02.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	2000.00	3.50	7000.00
02.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**239927.20**
02.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL COMPACTADO	m3	2400.00	42.30	101520.00
02.02.02	NIVELACION Y APISONADO	m2	1346.00	21.20	28535.20
02.02.03	ELIMINACION DE EXCEDENTES	m3	960.00	11.40	10944.00
02.02.04	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	2160.00	45.80	98928.00
02.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**1360083.78**
02.03.01	SOLADO DE BASE	m3	198.90	210.20	41808.78
02.03.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 + 80% P.G	m3	2092.50	630.00	1318275.00
02.04	**CONCRETO ARMADO**				**650260.00**
02.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	28000.00	10.90	305200.00
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	3150.00	56.60	178290.00
02.04.03	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	450.00	370.60	166770.00
03	**CONSTRUCCION DE OBRAS DE CONDUCCION**				**2878788.86**
03.01	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**118470.60**
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	16686.00	3.60	60069.60
03.01.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	16686.00	3.50	58401.00
03.02	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**598012.89**
03.02.01	PERFILADO Y REFINE DE CANAL	m2	10011.60	7.20	72083.52
03.02.02	NIVELACION Y APISONADO	m2	10011.60	21.20	212245.92
03.02.03	EXCAVACION DE CANAL	m2	7008.12	28.80	201833.86
03.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9811.37	11.40	111849.60
03.03	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE**				**2162305.37**
03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	16352.28	56.60	925539.05
03.03.02	CONCRETO F'c=210 kg/cm2	m3	3337.20	370.60	1236766.32
04	**OBRAS COMPLEMENTARIAS**				**62600.00**
04.01	COMPUERTA DE CONTROL Y REGULACION	und	3.00	3000.00	9000.00
04.02	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	50000.00	50000.00
04.03	DISEÑO DE MEZCLAS	glb	1.00	600.00	600.00
04.04	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO	glb	1.00	3000.00	3000.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

COSTO DIRECTO	5344711.84
GASTOS GENERALES 10%	534471.18
UTILIDAD 5%	267235.59

SUBTOTAL	6146418.62
IMPUESTO (IGV 18%)	1106355.35
TOTAL PRESUPUESTO	7252773.97

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PANEL FOTOGRAFICO

Figura 80

Bocatoma Yanacollpa existente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 81

Toma de dimensiones de la bocatoma



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 82

Canal de regadío con sedimentos y material vegetativo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 83

Obstrucción en la captación y canal de regadío



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 84

Tirante del agua transportada por el canal en tiempo de estiaje



Fuente: Elaboración propia.

Figura 85

Barraje fijo en temporada de lluvia



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 86

Levantamiento topográfico aguas arriba y abajo del puente La Amistad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 87

Toma de niveles y tiempos para determinar la pendiente y caudal transportado por el canal



Fuente: Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aparicio, F. (1992). *Fundamentos de hidrologia de superficie* (Primera ed.). Mexico: Limusa.

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigacion introduccion a la metodologia cientifica* (Sexta ed.). Caracas: Episteme.

Arreguin, F., & Alcocer, V. (2011). *Diseño hidraulico de vertedores.* Mexico: Instituto Mexicano de tecnología del agua.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de diseños de obras hidraulicas para la formulacion de proyectos hidraulicos multisectoriales y de afianzamiento hidrico.* Lima.

Autoridad Nacional del Agua. (2010). *Criterios de Diseños de Obras Hidraulicas para la Formulacion de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hidrico.* Lima.

Autoridad Nacional del Agua ANA. (2014). *Balance hídrico de las subcuencas de los ríos Salado, Cañipia y Huayllumayo: estudio hidrológico (Informe final y anexos)*. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/45

Centro internacional de mejoramiento de maiz y trigo, C. (2013). Infiltracion. Mexico.

Chereque, W. (1989). *Hidrologia para Estudiantes de Ingenieria Civil* (Segunda ed.). Lima: Concytec.

Chicas, R., Vanegas, E., & Garcia, N. (2014). Determinación indirecta de la capacidad de retención de humedad en suelos de la subcuenca del río Torjá,Chiquimula, Guatemala. *Ciencias Tecnicas Agropecuarias*, 41-46. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n1/rcta07114.pdf

Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrologia aplicada* (Primera ed.). (M. Suarez, Ed.) Santafé de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Constitución Política del Perú. (1993). Obtenido de https://www.web.onpe.gob.pe/modCompendio/html/constitucion_peruana/constitucion_titulo3_capitulo2.html#:~:text=Art%C3%ADculo%2067.%2D%20Pol%C3%ADtica%20Ambiental,sostenible%20de%20sus%20recursos%20naturales.&text=El%20Estado%20est%C3%A1%20obligado%20a,de%

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Gámez, W. (2010). *Texto Basico de Hidrologia* (Primera ed.). Managua: Editronic.

Hidalgo,U.M. (2018). *Obras hidraulicas*

Instituto Nacional de Estadistica e Informatica INEI. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Obtenido de http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/

Krochin, S. (1986). *Diseño hidraulico.* Quito: Escuela Politecnica Nacional.

Levi. (1991). Robert Manning y su fórmula. *Tecnología y ciencias del agua*, 101-106.

Linsley, R., Kholer, M., & Paulus, J. (1975). *Hidrologia para ingenieros.* Bogota, Colombia: MacGraw-Hill Latinoamericana.

Mansen, A. (2010). *Diseño de bocatomas.* Lima. Obtenido de file:///C:/Users/Dell/Downloads/Dise%C3%B1o%20de%20Bocatomas%20Ing%20Alfredo%20Mansen%20Valderrama%20.pdf

Mejía. (2022). *Hidrologia Aplicada*. Obtenido de https://qdoc.tips/hidrologia-aplicada-unalm-abel-mejia-3-pdf-free.html

Ministerio de Agricultura y Riego, M. (2015). *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego.* Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2006). *Manual de hidrologia,hidraulica y drenaje.* Lima.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS. (2004). *El Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2364029/01%20G.010%20CONSIDERACIONES%20BASICAS.pdf?v=1636041889

Ministerio de Vivienda, Construccion y Saneamiento MVCS. (2006). Drenaje pluvial urbano Norma OS.060. Lima.

Ordoñez, J. (2011). *Balance hidrico superficial* (primera ed.). Lima.

Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. (2006). *Evapotranspiracion del cultivo.*

Organizacion de las Naciones Unidas para la Agriultura y la Alimentacion. (2001). *Manual de riego parcelario.* Santiago de Chile.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Organizacion de las Naciones Unidas para la Agriultura y la Alimentacion. (2020). *Factores que se deben considerar para seleccionar el sistema de riego más adecuado.* Obtenido de http://www.fao.org/3/aj470s/aj470s02.pdf

Pardo, R., & Alegret, E. (2011). *Diseño Hidraulico de Aliviaderos y Obras de Toma para Presas* (2 ed.). Felix Varela.

Ponce. (Marzo de 1999). *Iseño Hidráulico De Redes A Presión En Los Sistemas De Riego, Empleando Un Modelo Matemático* . [Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil]. Obtenido de http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/9924/CNR-0287.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rocha. (2010). *Hidraulica de tuberia y canales.* Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.

Rocha, A. (2003). La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidraúlico. *Revista Ingeniería Civil*(2), 27. Obtenido de http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/ROCHA/La_bocatoma.PDF

Rojas, H. (2014). *Lineamientos para el diseño de tomas de captacion.* Chimbote.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI. (2022). *Estudio de la Hidrologia del Peru* (Vol. III). Lima: INSTITUTO ITALO-LATINO AMERICANO. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4123/ANA0002703_3.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Soto, C. (2019). *Memoria descriptiva para la acreditación de la disponibilidad hídrica superficial de pequeños proyectos*. Obtenido de https://www.slideshare.net/HansellSotoCastro/acreditacion-hidrica-sauco-izq2-150434647

Vasquez, A., Vasquez, I., Vasquez, C., & Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de la Ingenieria de Riego.* Lima: Fondo Editorial.

Villon. (2005). *Diseño de estructuras hidraulicas* (Segunda ed.). Lima: Villon.

Villon. (2007). *Hidraulica de canales* (Segunda ed.). Lima, Peru: Editorial Villon.

Villon, M. (2007). *Hidraulica de canales* (Segunda ed.). Lima, Peru: Editorial Villon.

Villon, M. (2016). *HEC - HMS Ejemplos.* Lima, Peru: Villon.

Villón, M. (2016). *Hidrologia Estadistica* (Quinta ed.). Lima: MaxSoft.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Anexo 1.

Base de datos meteorológicos brindado por SENAMHI

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)												
Año	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1964			22.00	21.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	4.00	19.20	19.50
1965	22.50	14.40	20.20	15.00	0.00	0.00		0.00	5.50	8.50	8.50	22.20
1966	29.20	24.50	13.20	3.50	10.50	0.00	0.00	0.00	5.50	32.00	8.40	14.40
1967	9.50	10.70	18.10	23.70	11.20	0.00	4.50	4.20	9.20	22.50	10.50	12.50
1968	20.00	14.10	23.50	9.50	0.00	4.50	13.00	10.50	6.00	19.50	20.00	17.00
1969	20.50	19.10	16.40	17.00	0.00	0.00	5.00		0.00	0.00		
1970			5.50	9.50	0.00	0.00	0.00	5.50	19.00	5.60	10.00	17.00
1971	16.10	17.80	16.00	17.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	4.30	3.50	17.60
1972	15.80	13.60	12.00	10.20	0.00	0.00	8.00	4.60	7.60	8.60	9.40	23.10
1973	29.80	22.00	23.00	16.20	8.60	0.00	1.80	2.50	22.20	15.00	20.80	15.00
1974	22.00	19.80	13.80	18.00	1.40	15.20	0.00	20.60	8.80	9.40	6.00	8.80
1975	17.60	18.60	14.80	10.60	16.40	5.60	0.00	0.00	0.00	5.80	8.00	12.60
1976	14.60	13.00	11.60	8.40	11.80	14.20	0.00	13.80	11.00	1.60	10.60	10.20
1977	8.60	16.00	9.60	0.00	1.40	0.00	6.20	0.00	5.60	9.40	8.20	7.80
1978	19.20	6.80	6.80	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
1986											5.10	28.20
1987	26.00	6.00	10.30	9.00	0.00	10.00	12.40					
1988	55.70						4.30	0.00	6.30	6.60	8.40	
1989									1.00			
1991				30.40	8.60	20.00	0.00	0.00	25.00			
1992						8.00	0.00	33.80	0.00	15.80	21.70	9.00
1993	34.90	30.70	34.00	22.00	3.00	0.00	0.80	5.60	4.20	24.20	39.00	33.20
1994	26.20	35.80	23.00	10.90	14.80	0.00	0.00	0.00	12.00	5.00	34.00	17.40
1995	35.30	25.80	34.20	23.80	2.70	0.00	0.00	2.80	6.50	27.80	11.70	21.40
1996	23.60	33.00	24.00	20.20	8.30	0.00	0.00	7.10	10.10	6.50	12.60	20.70
1997	30.30	23.20	15.30	13.00	2.20	0.00	0.00	11.80	16.00	5.00	20.80	37.20
1998	42.70	28.40	13.20	6.00	0.00	2.50	0.00	1.60	0.80	20.60	16.90	15.90
1999	23.80	34.70	24.20	40.40	3.60	0.00	0.00	0.80	13.00	12.00	17.90	21.10
2000	26.60	26.10	31.10	11.10	3.50	3.90	0.00	6.50	5.70	17.00	7.40	27.30
2001	24.50	27.00	30.80	27.10	14.70	0.90	3.80	2.00	1.50	10.90	10.50	17.40
2002	28.50	31.00	20.80	9.10	12.60	0.50	10.60	0.00	14.80	12.90		22.40
2003	32.50	24.30	26.20	9.30	3.20	0.80	0.00	5.50	16.70	5.50	31.50	22.40
2004	50.30	27.80	33.00	24.00	0.00	1.80	5.30	12.00	8.80	14.60	26.10	26.80
2005	11.30	35.60	22.50	13.90	1.10		0.00	3.00	2.60	12.60	8.20	34.40
2006	43.40	23.80	36.40	21.40	0.80	3.10	0.00	8.80	10.00	21.70	15.70	19.00
2007	37.00	15.00	16.30	11.00	2.70	0.00	3.40	0.00	6.30	13.50	13.70	27.50
2008	27.60	23.20	23.50	1.20	2.30	5.30	0.00	0.00	0.20	23.00	22.40	13.10
2009	17.60	21.90	17.00	11.80	3.20	0.00	1.40	0.00	1.30	18.70	38.00	46.00
2010	22.40	37.60	52.10	14.20	5.30	0.00	0.00	0.00	1.10	6.80	11.20	32.60
2011	41.50	38.30	16.30	19.60	7.30	0.00	1.20		13.90	7.80	16.50	30.30
2012	24.30	47.40	28.40	14.00	9.90	0.00	0.10	0.00	8.80	8.70	18.80	
2013	24.70	19.50	22.90	5.30	1.70	8.40	1.60	16.90	0.00	6.90	15.70	27.20
2014	17.00	26.90	11.60	15.50	3.50	0.00	1.80	3.50	9.90	31.80	6.90	48.60
2015	29.90	26.00	15.30	29.70	8.40	0.50	0.80	6.80	7.10	8.00	8.20	35.50
2016	43.90	23.40	22.10	43.90	1.70	0.10	8.90	3.10	2.90	12.20	7.90	31.10
2017	29.70	19.50	26.30	21.00	4.60	0.10	3.10	0.00	3.60	25.20	15.40	25.00
2018	25.00	30.90	26.10	7.00	0.80	3.80	11.20	29.00	2.00	25.80	22.20	16.30

2019	52.50	41.10	26.50	14.10	7.90			0.00	1.60			

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

HUMEDAD RELATIVA EN %

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1965					94.88	98.03		61.21	70.99	78.94	79.96	88.75
1966	89.96	90.72	92.37	86.76	86.48	82.82	77.23	81.11	68.96	65.30	62.88	60.45
1967	59.14	59.10	62.15	62.62	61.76	55.98	60.99	61.17	61.62	66.28	60.02	67.37
1968	79.94	77.98	74.90	63.92	61.66	63.36	63.84	64.09	63.65	64.43	71.84	68.41
1969	72.80	72.84	70.55	78.68	63.41	63.95	67.31				62.58	66.76
1970	72.77	73.28	74.91	78.02	70.86	68.49	65.68	64.63	64.77	59.90	54.63	64.10
1971	71.83	73.86	70.84	69.47	65.69	66.94	65.74	67.72	62.19	63.81	57.72	66.98
1972	71.85	74.19	78.97	73.08	69.05	66.17	66.54	65.65	62.80	62.98	64.86	68.37
1973	76.54	77.69	78.45	76.96	72.38	70.96	69.20	66.05	65.28	66.87	67.99	66.72
1974	76.31	78.30	77.89	75.48	73.25	69.56	68.75	69.96	66.65	66.31	63.91	66.55
1975	71.66	75.41	75.48	74.61	71.50	69.23	65.46	67.45	67.91	68.36	69.12	72.83
1976	73.39	74.08	72.90	66.12	64.00	65.00	64.26	64.56	66.96	64.31	64.11	64.23
1977	63.52	69.13	70.47	66.92	63.35	62.65	63.95	64.65	64.58	65.32	65.50	65.04
1978	67.94	66.05	66.98	65.79	64.75	64.82	63.62	66.22	65.70	65.90		
1986											62.46	68.30
1987	70.76	70.41	70.80	67.91	64.45	63.04	63.18					
1988	83.59						58.87	56.24	64.98	67.15	72.34	
1989									61.99			
1991				80.41	73.51	71.07	60.51	52.25	61.44			
1992						63.03	56.18	80.43	51.72	54.72	53.82	57.36
1993	69.67	68.90	72.80	71.17	63.90	57.20	61.74	64.96	59.81	64.43	68.87	71.03
1994	71.07	73.73	72.64	73.62	62.92	56.80	51.92	49.87	54.40	43.21	51.42	60.15
1995	69.25	70.90	74.35	65.96	56.77	53.02	53.41	44.30	54.33	53.92	55.65	59.75
1996	75.78	76.52	74.25	80.14	72.82	60.38	56.02	61.97	56.50	51.59	58.26	70.65
1997	74.75	74.05	72.02	68.43	62.61	53.34	56.36	60.62	58.20	68.83	75.02	77.70
1998	80.76	83.05	80.95	74.66	69.04	72.96	72.94	69.23	62.74	69.06	71.04	70.84
1999	78.38	85.10	91.19	92.46	88.17	79.98	76.04	67.03	62.09	70.06	60.66	73.24
2000	82.83	83.19	81.06	75.75	72.00	71.64	64.95	66.91	60.13	69.28	55.71	75.59
2001	84.01	82.48	80.96	78.81	76.83	70.68	69.57	74.77	66.47	69.25	65.95	79.43
2002	78.91	87.31	87.82	84.25	80.27	79.22	82.14	73.36	71.63	78.60		78.15
2003	81.43	84.73		80.68	78.43	70.56	66.87	68.86	66.43	60.13	63.16	74.10
2004	80.87	82.40	82.46	81.34	70.79	77.71	79.44	71.08	68.89	67.36	71.41	77.01
2005	78.07	84.84	81.17	79.13	70.87	68.31	67.47	61.54	62.17	68.67	65.29	78.64
2006	82.27	86.25	86.98	79.19	73.07	71.72	67.95	67.15	63.15	65.38	74.35	73.67
2007	80.58	85.15	87.44	82.60	76.01	72.28	67.25	62.26	70.95	66.07	64.82	74.09
2008	84.19	81.66	79.96	72.75	61.10	60.79	60.11	60.57	56.38	68.32	67.39	76.38
2009	80.55	84.24	78.77	75.78	66.89	63.79	67.11	58.96	63.09	62.15	72.42	74.27
2010	84.01	83.89	82.64	80.41	73.01	71.47	68.29	61.21	63.07	66.11	60.85	73.77
2011	75.12	81.17	81.71	79.57	74.31	70.94	70.64		67.46	70.66	75.69	78.21
2012	79.35	84.96	83.88	83.01	76.25	71.90	63.87	53.31	52.88	53.94	53.38	
2013	74.42	77.33	72.49	65.30	64.05	64.42	60.47	56.35	53.45	60.01	52.39	69.99

2014	70.00	76.14	75.85	74.97	64.48	58.50	61.85	56.37	62.39	60.63	53.11	67.60
2015	68.42	74.53	71.67	75.19	66.62	60.15	53.75	55.54	59.68	59.83	55.87	67.53
2016	65.12	72.33	66.42	67.74	58.03	56.64	56.00	55.71	56.11	60.00	49.86	63.00
2017	74.04	70.75	75.10	71.36	71.07	61.11	53.61	48.62	60.00	55.51	55.01	64.35
2018	74.36	75.83	77.82	68.77	59.37	65.08	61.08	61.42	53.09	63.26	60.07	62.82
2019	73.53	77.90	75.40									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

HORAS Y DECIMAS DE SOL

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1999										198.30	270.80	196.80
2000	111.00	144.40	197.80	231.30	266.80	257.40	276.70	262.90	266.50	217.30	255.80	192.60
2001	131.10	135.80	170.20	214.30	236.20	248.60	260.90	268.70	245.00	237.00	220.90	228.20
2002	213.30	123.40	181.60	184.10		237.90	239.00	271.20	228.60	228.80		208.70
2003	192.70	173.10	175.70	213.00	259.10	286.50	300.30	279.50	243.20	277.20	275.80	198.20
2004	164.70	208.50	216.90	225.70	295.80	246.20	246.20	243.20	234.40	277.70	251.30	216.20
2005	195.60	156.10	215.60	243.60	292.60	306.00	289.50	306.10	266.10	242.00	240.90	194.60
2006		192.40	195.60	222.40	302.50	275.40	318.50	275.00	270.90	256.30	215.20	210.90
2007	172.90	156.10	133.60	213.40	262.50	277.50	268.90	306.50	214.60	236.10	239.60	172.30
2008	110.70		198.60	242.80	278.80	276.10	305.20	298.40	266.10	227.70	258.80	180.40
2009	178.70	161.30	194.70	232.80	269.40	297.20	267.90	306.70	215.80	262.60	192.90	199.10
2010	142.30	154.60	211.90	226.80	250.80	270.10	311.50	301.80	282.90	234.40	272.00	165.10
2011	187.20	132.60	178.10	211.30	261.20	254.80	260.80		212.70	262.70	249.00	169.40
2012	175.90	132.10	187.20	191.70	281.30	265.10	287.90	321.60	250.60	257.40	228.20	
2013	177.40	142.80	195.70	258.50	249.90	2775.80		271.90	276.40	228.20	257.50	168.30
2014	162.20	203.90	200.50	200.60	254.50	276.60	251.50	263.00	212.30	242.20	234.60	202.70
2015	175.80	145.40	203.00	170.40	237.30	258.10	285.10	285.30	242.50	237.40		

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN (°C)												
Año	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
1964				8.35	6.09		2.46	2.70	5.91	8.48	7.45	7.53
1965	7.87	5.87	5.32	4.44		-0.65		0.36	3.52	4.48	5.58	5.71
1966	5.98	5.34	5.36	2.16	0.50	-1.34	-2.32	-1.34		4.60	4.25	4.72
1967	4.90	4.70	4.60			-0.85		-0.38	2.58	3.25		3.88
1968	3.84	4.52	4.03	2.10	0.35	-0.57	0.33	1.68	2.48	3.93	4.44	4.47
1969	4.98	4.81	5.38	4.31	2.40	0.82	0.62	3.38	2.42	7.08	6.58	7.87
1970	7.72	7.39	7.40	6.55	3.43	2.34	2.49	1.81	3.99	4.29	4.46	5.92
1971	6.48	6.46	6.56	6.01	2.12	0.78	1.39	0.86	2.14	3.72	6.31	7.59
1972	7.36	7.52	7.46	6.61	4.82	0.82	2.78	2.65	4.57	5.86	8.44	8.72
1973	8.95	8.71	8.42	8.64	6.63	3.38	2.09	2.72	4.45	7.20	7.84	8.87
1974	8.71	8.47	8.11	7.15	4.80	3.38	1.84	2.55	3.97	7.86	7.39	9.07
1975	8.75	8.39	8.16	7.91	7.62	5.10	3.44	4.27	5.53	6.20	7.11	8.46
1976	8.19	8.26	8.49	7.85	6.86	6.80	5.70	5.71	5.59	6.16	6.58	7.64
1977	7.63	8.38	8.83	6.88	6.18	5.53	5.61	6.10	6.05	6.04	6.54	6.53
1978	5.84	6.21	6.97	6.46	6.49	5.94	6.06	6.13	6.28	6.14		
1986											8.70	9.34
1987	10.78	7.94	7.70	7.10	2.97	1.01	1.96					
1988							2.92	3.99	4.94	7.25	12.80	
1989									9.66			
1991				6.20	5.64	4.04	3.02	4.99				
1992						5.14	3.03	3.34	6.19	8.20	8.59	10.05
1993	9.02	8.79	9.52	8.86	5.69	2.23	3.51	4.18	7.39	9.32	10.09	10.43
1994	10.07	9.85	9.66	9.44	6.33	2.99	2.80	4.62	7.61	8.69	9.96	10.21
1995	10.22	9.64	9.66	8.50	5.70	3.29	3.89	5.47	7.57	9.47	9.44	9.15
1996	9.72	9.98	10.02	9.41	6.72	2.87	3.08	5.66	7.02	9.46	9.46	9.92
1997	9.99	9.41	9.08	7.58	5.49	2.94	3.73	5.01	8.39	9.76	10.56	11.32
1998	11.49	11.86	11.22	9.75	5.23	4.50	4.00	6.32	7.61	9.59	10.08	9.95
1999	10.67	9.76	10.00	8.54	6.82	3.71	3.36	5.54	7.42	9.39	8.87	9.90
2000	9.85	9.55	9.75	9.08	6.50	3.95	3.87	6.11	7.68	8.64	9.53	9.82
2001	9.43	9.92	9.75	8.76	6.87	5.16	4.37	4.95	8.45	9.87	10.95	10.67
2002	10.69	10.37	10.63	8.87	6.57	4.69	3.80	4.81	7.39	9.36		10.35
2003	10.55	10.37	10.00	8.51	5.90	2.69	3.31	4.62	6.23	7.80	9.43	10.03
2004	10.15	9.72	9.57	8.45	4.35	2.93	2.92	4.66	7.85	9.16	9.99	10.37
2005	9.98	10.13	10.25	8.73	4.92	2.04	3.64	3.66	6.86	9.09	9.47	10.32
2006	9.71	10.28	10.05	8.85	4.06	3.43	2.35	5.75	6.54	9.18	10.02	10.37
2007	10.36	10.37	9.78	9.23	6.38	4.10	3.59	5.04	8.07	8.86	9.06	9.56
2008	10.10	9.89	8.92	7.37	3.75	3.79	3.28	4.49	6.39	8.90	10.30	9.88
2009	9.84	10.13	9.47	8.40	5.49	2.25	3.78	4.13	7.67	9.41	11.13	10.82
2010	10.24	10.60	10.63	9.46	7.44	6.47	5.50	7.41	9.78	10.69	11.26	10.20
2011	10.93	9.77	9.95	8.97	7.10	4.87	4.67		8.84	9.81	11.36	10.15
2012	9.82	9.20	9.37	8.91	6.20	4.57	4.47	5.97	8.78	10.79	11.68	
2013	9.67	9.50	10.12	8.46	7.40	4.92	5.01	6.14	8.62	10.11	11.51	9.79
2014	9.88	10.13	9.48	8.57	6.54	6.01	5.39	6.62	8.94	9.88	10.76	10.88
2015	9.91	9.93	10.12	8.75	7.38	6.03	4.76	6.49	8.88	9.83	11.69	9.97

2016	11.33	10.91	11.15	8.98	7.17	5.07	5.36	6.71	9.09	9.80	10.47	10.50
2017	9.52	10.15	9.46	8.97	7.61	5.47	5.34	6.70	8.97	9.77	10.89	10.38
2018	9.32	9.78	9.43	8.20	6.05	4.92	4.88	5.90	7.86	9.48	10.77	10.12
2019	9.80	9.72	9.73	8.96	7.11			7.22	9.62			

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964				14.06	12.75		13.09	13.32	14.21	15.22	13.87	14.56
1965	14.78	14.59	14.09	14.89		15.42		15.29	15.33	17.58	17.99	16.33
1966	17.03	16.14	16.08	16.43	15.12	15.84	15.68	15.63	16.92	17.30	16.41	16.71
1967	16.83	16.19	15.70	16.11	16.16	15.94	14.78	14.61	15.53	15.39	16.79	16.31
1968	14.55	15.04	14.70	15.19	15.39	15.13	14.54	14.88	15.45	15.99	15.05	16.19
1969	15.06	15.30	15.86	16.54	16.81	16.16	15.18	16.58	15.21	16.43	17.33	16.72
1970	16.18	16.20	16.59	16.33	15.81	15.77	15.33	15.90	16.08	16.99	17.29	15.69
1971	15.75	14.70	16.15	16.58	16.78	14.41	14.05	13.54	15.32	16.17	17.17	15.81
1972	15.19	14.78	14.26	15.52	15.39	14.03	15.23	15.24	16.21	16.34	16.15	16.08
1973	15.00	14.44	14.54	15.07	16.09	15.44	14.31	14.60	15.05	16.33	16.71	16.33
1974	14.63	14.04	14.91	15.80	16.43	16.54	16.42	14.83	16.36	16.19	16.77	16.59
1975	15.48	14.30	14.21	14.41	15.70	16.05	16.75	16.13	15.51	15.85	15.40	14.55
1976	13.94	13.59	14.38	16.15	16.88	17.49	17.30	15.72	14.62	16.52	17.22	16.57
1977	16.59	14.11	14.77	16.07	17.05	17.52	17.00	16.74	16.79	16.42	17.03	17.14
1978	15.02	16.24	16.22	16.13	17.24	17.10	17.41	16.69	17.03	16.74		
1986											19.89	17.68
1987	17.77	18.03	17.78	18.67	16.96	15.98	16.46					
1988	21.04						16.77	19.05	19.30	18.90	20.74	
1989									19.89			
1991									20.34			
1992							15.93	14.40	17.49	17.97	18.23	18.84
1993	16.21	15.67	15.98	15.92	16.27	16.12	15.84	15.62	17.68	17.80	17.63	17.35
1994	16.77	16.18	16.31	16.10	16.57	15.54	16.30	17.83	18.09	19.68	18.95	18.03
1995	17.14	16.74	15.72	16.56	17.26	16.23	17.14	18.87	18.60	19.81	19.00	18.36
1996	16.55	16.64	17.22	16.62	16.22	15.31	16.01	16.30	18.29	19.94	18.51	16.82
1997	16.14	14.94	15.55	15.39	15.68	16.36	16.47	14.48	18.61	19.88	19.27	19.68
1998	17.91	18.33	18.74	18.94	18.61	16.51	17.20	18.29	19.48	18.98	19.23	18.96
1999	17.43	15.01	15.21	14.38	16.28	16.13	15.00	17.31	17.36	17.05	18.98	17.72
2000	15.41	15.36	16.41	17.09	16.73	14.99	14.99	16.48	18.86	17.03	19.96	17.23
2001	14.81	15.24	15.65	15.84	15.42	15.46	15.42	16.15	18.62	19.26	21.03	18.97
2002	17.91	15.90	16.39	15.39	15.02	15.06	13.12	15.61	16.64	17.33		17.39
2003	16.62	16.67	15.87	15.98	15.60	15.55	15.55	15.92	16.96	19.39	19.96	18.53
2004	16.24	16.33	17.10	16.77	16.31	14.72	14.16	15.08	17.44	19.23	19.60	18.54
2005	17.30	16.14	17.09	16.81	16.98	16.37	16.67	17.38	17.81	17.87	18.71	18.20
2006	16.00	16.79	16.40	16.29	15.94	15.46	15.99	16.87	18.49	19.37	18.27	18.90
2007	17.26	16.73	15.67	16.40	16.22	16.70	15.40	17.80	17.39	19.45	19.19	18.27
2008	15.81	16.83	16.35	17.03	16.48	16.57	16.84	18.20	19.20	18.96	20.29	17.81
2009	16.91	16.77	16.41	16.76	16.12	16.25	15.92	18.08	19.24	20.89	19.56	18.26

2010	16.76	17.48	18.03	17.60	16.96	17.24	17.42	18.85	20.12	20.21	21.18	18.31
2011	17.83	15.95	16.53	16.81	16.42	16.33	15.58		17.95	19.56	20.70	17.73
2012	16.38	15.13	16.28	16.23	16.25	15.76	16.37	18.10	19.69	20.14	20.29	
2013	16.62	16.64	17.60	17.83	17.48	15.62	15.90	16.82	19.03	19.25	20.39	17.76
2014	17.04	17.55	17.61	16.99	16.75	17.45	15.91	16.96	17.46	18.35	19.82	18.79
2015	16.80	16.77	17.31	15.73	16.07	16.90	16.25	16.90	18.65	18.90	19.60	17.90
2016	19.07	17.79	19.04	16.89	17.13	16.61	16.53	17.58	18.85	18.51	19.36	18.47
2017	16.78	17.60	16.14	16.48	15.47	16.40	16.93	18.07	17.87	18.83	19.30	17.89
2018	15.65	16.50	16.17	16.66	16.61	14.60	14.60	15.20	18.29	17.26	19.12	18.41
2019	17.54	16.86	16.64	16.61	16.43			18.17	18.83			

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964			5.46	2.68	-1.72	-7.92	-9.27	-7.80	-2.46	1.47	1.12	0.45
1965	0.95	-2.85	-3.45	-6.02	-12.79	-16.71		-14.05	-9.16	-7.90	-6.64	-4.95
1966	-5.07	-5.47	-5.36	-12.21	-14.83	-18.59	-20.41	-18.29		-7.99	-7.89	-6.91
1967	-6.91	-6.79	-6.51			-17.67		-15.11	-10.44	-8.82		-8.47
1968	-6.83	-6.00	-6.62	-10.93	-14.63	-15.85	-13.89	-11.77	-10.48	-8.13	-6.12	-7.25
1969	-5.69	-5.67	-5.07	-7.93	-12.04	-14.53	-13.89	-9.81	-10.36		-4.16	-0.97
1970	-0.75	-1.42	-2.34	-3.24	-8.96	-11.09	-10.35	-12.28	-8.42	-8.36	-8.37	-3.86
1971	-2.79	-1.79	-3.03	-4.90	-12.55	-12.85	-12.21	-11.81	-11.05	-8.74	-4.54	-0.63
1972	-0.48	0.25	0.48	-2.30	-6.66	-12.39	-9.67	-9.95	-7.06	-4.72	0.74	1.35
1973	2.91	2.98	2.30	2.13	-2.94	-9.34	-10.13	-9.16	-6.15	-1.94	-1.02	1.42
1974	2.80	2.90	1.31	-1.49	-6.83	-10.97	-12.74	-9.74	-8.42	-0.46	-1.99	1.55
1975	2.03	2.38	2.12	1.41	-0.46	-5.86	-9.88	-7.59	-4.44	-3.45	-1.25	2.37
1976	2.43	2.92	2.61	-0.45	-3.15	-3.96	-5.90	-4.30	-3.44	-4.20	-4.06	-1.34
1977	-1.34	2.64	2.79	-2.31	-4.70	-6.45	-5.77	-4.55	-4.69	-4.34	-3.95	-4.08
1978	-3.34	-3.82	-2.27	-3.19	-4.26	-5.23	-5.41	-4.74	-4.47	-4.46		
1986											-2.46	0.97
1987	3.79	-2.25	-2.38	-4.46	-10.98	-13.96	-12.54					
1988							-10.94	-11.06	-9.43	-4.40	4.84	
1989									-0.54			
1991				-9.62	-12.49		-16.96					
1992							-10.26	-7.87	-5.68	-1.54	-0.94	1.29
1993	1.86	2.05	3.07	1.81	-4.86	-11.59	-8.76	-7.25	-3.02	0.87	2.54	3.55
1994	3.36	3.46	3.09	2.78	-3.92	-9.51	-10.70	-8.72	-3.02	-2.24	0.97	2.37
1995	3.29	2.41	3.60	0.45	-5.71	-9.64	-9.33	-7.94	-3.46	-0.87	-0.12	-0.06
1996	2.93	3.33	2.86	2.19	-2.78	-9.61	-9.84	-4.98	-4.26	-1.20	0.41	3.03
1997	3.83	3.88	2.60	-0.22	-4.70	-10.49	-9.01	-4.46	-1.79	-0.35	1.80	2.96
1998	4.96	5.32	3.71	0.56	-8.15	-7.50	-9.20	-5.65	-4.33	0.20	0.93	0.95
1999	3.92	4.50	4.79	2.70	-2.63	-8.71	-8.27	-6.24	-2.52	1.73	-1.24	2.03
2000	4.23	3.80	3.08	1.07	-3.94	-7.09	-7.29	-4.26	-3.49	0.30	-0.94	2.40
2001	4.08	4.60	3.84	1.69	-1.79	-5.15	-6.68	-6.26	-1.73	0.49	0.87	2.36
2002	3.47	4.85	4.86	2.33	-2.10	-5.68	-5.44	-5.99	-2.12	1.40		3.30
2003	4.47	4.08	4.13	1.03	-3.80	-10.18	-8.93	-6.67	-4.61	-3.80	-1.10	1.47

2004	4.05	3.12	2.10	0.13	-7.61	-8.85	-8.28	-5.76	-1.89	-0.91	0.39	2.21
2005	2.66	4.06	3.41	0.63	-7.15	-12.28	-9.40	-10.05	-4.08	0.00	0.23	2.32
2006	3.43	3.76	3.70	1.41	-7.81	-8.61	-11.30	-5.37	-5.42	-1.01	1.77	1.83
2007	3.45	4.02	3.88	2.05	-3.46	-8.50	-8.22	-7.72	-1.26	-1.74	-1.08	0.85
2008	4.38	2.94	1.49	-2.30	-8.99	-8.99	-10.28	-9.23	-6.42	-1.16	0.30	1.95
2009	2.77	3.49	2.53	0.03	-5.14	-11.76	-8.36	-9.82	-3.91	-2.07	2.69	3.37
2010	4.54	4.01	3.43	0.13	-4.94	-7.39	-10.67	-9.31	-5.84	-1.91	-2.70	1.87
2011	2.02	3.53	2.78	-0.02	-3.71	-8.96	-8.34		-2.30	-2.91	-0.82	1.96
2012	3.18	3.48	2.43	2.41	-5.18	-8.63	-10.61	-9.73	-4.62	-1.35	1.02	
2013	3.34	4.00	3.13	-2.69	-4.48	-6.67	-7.53	-6.95	-6.13	-1.08	-0.20	2.62
2014	3.05	2.66	1.99	0.35	-4.82	-7.90	-7.01	-5.54	0.26	-0.25	-0.67	2.39
2015	3.26	3.44	3.79	2.80	-2.45	-7.51	-9.60	-7.17	-2.56	-1.65	0.88	1.87
2016	2.31	5.02	2.18	0.97	-5.60	-9.00	-8.74	-6.62	-4.50	-0.30	-1.52	1.60
2017	3.79	2.87	3.34	1.75	-0.79	-7.05	-8.08	-7.44	-1.73	-2.31	0.53	1.69
2018	3.54	3.89	3.40	-1.06	-6.12	-5.66	-6.20	-4.59	-5.00	0.96	1.45	0.82
2019	3.16	4.31	4.14	2.11	-3.46			-5.65	-0.82			

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO EN (m/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1965									3.00	0.80	2.00	0.30
1966		1.10	0.60	3.30	1.80	2.00	1.50				3.00	
1967				0.00	0.00		0.00					0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00								
1969				0.00	0.00		0.00					
1970			0.00	0.00	0.00			2.20	3.80	3.30		1.60
1971	2.70	2.00	2.50	2.00	1.40	1.90	2.00	3.60	3.40	3.30	1.90	1.40
1972	1.90	1.30	1.80	1.10	0.60	0.20	0.80	4.10	4.00	2.10	2.30	1.80
1973	1.80	2.40	2.20	1.90	1.80	1.00	1.20	2.80	2.20	1.60	1.80	1.90
1974	0.70	0.90	1.90	1.90	1.70	0.50	1.10	1.00	1.70	1.00	0.90	0.70
1975	1.30	0.70	1.30	1.20	0.70	0.30	0.20	2.10	2.70	1.40	0.10	0.10
1976	0.10	0.10	0.00	0.10	0.20	0.30	0.00	2.40	2.00	0.80	1.30	0.50
1977	1.00	1.10	1.30	0.30	0.50	0.30	1.10	0.70	0.70	1.60	1.20	0.80
1978	1.90	1.80	1.00	1.60	0.00	0.20	0.30	0.70	0.20	0.40		
1988							2.00	1.80	3.10	1.20	3.10	
1991			0.50	0.50	0.80	0.50	0.40	1.10	1.20			
1992						1.40	1.40	1.70	2.80	2.00	2.20	2.10
1993	1.70	0.50	1.00	1.00	0.70	0.80	1.70	2.10	1.10	1.00	2.20	0.80
1994	0.70	0.60	0.60	0.40	0.50	0.60	1.00	0.90	0.90	1.30	1.50	1.10
1995	1.50	1.50	1.10	0.30	0.50	0.40	0.70	1.10	1.60	1.50	1.00	1.30
1996	0.90	1.10	1.10	0.60	0.80	1.10	0.60	1.30	1.20	1.50	1.60	1.40
1997	0.80	0.70	0.90	0.60	0.80	0.80	1.00	1.10	1.60	1.80	1.60	2.10
1998	2.50	1.40	0.80	0.90	0.70	0.70	0.50	0.60	1.80	1.00	1.40	0.90
1999	1.50	0.60	1.10	0.90	0.30	0.60	0.90	1.10	1.20	1.00	1.30	1.00
2000	1.40	1.50	1.20	0.60	0.90	0.40	0.90	0.50	0.60	0.90	1.60	0.50
2001	0.30	0.60	0.60	0.30	0.30	0.40	0.40	0.60	1.50	0.20	0.90	0.80

2002	0.70	0.30	0.10	0.30	0.40	0.30	1.00	0.70	1.10	0.50		0.90
2003	0.40	0.30	0.90	0.70	0.90	0.50	0.90	1.10	1.30	2.40	0.60	1.40
2004	1.20	0.60	0.20	1.00	0.50	0.50	0.90	0.90	1.30	1.10	2.20	0.80
2005	0.40	0.00	0.30	0.10	0.40	0.40	1.40	1.70	3.90	1.40	1.90	0.70
2006	1.50	1.50	1.10	0.60	0.70	0.50	0.40	0.70	1.10	1.80	1.50	2.00
2007	0.90	1.00	0.30	0.30	0.70	0.30	0.60	1.50	2.10	1.50	2.10	1.60
2008	1.80	1.90	0.90	0.70	0.90	0.50	0.50	0.40	0.80	0.50	0.90	0.30
2009	0.50	0.30	0.30	0.00	0.50	0.10	0.30	0.20	1.00	1.10	1.10	0.40
2010	0.10	0.00	0.10	0.00	0.50	0.30	0.30	0.60	0.90	0.60	0.60	0.30
2011	0.70	0.10	0.30	0.00	0.20	0.20	0.20		0.00	0.10	0.10	0.20
2012	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40	0.00	0.20	0.60	0.20	
2013	1.00	1.80	0.20	0.30	1.30	1.50	1.10	1.70	1.60	2.10	1.30	1.90
2014	1.50	2.00	1.30	1.00	0.70	0.40	1.30					
2015												
2016						0.50	0.50	1.30		1.60		1.20
2017	1.50	0.80	0.50	0.70	1.30	0.70	0.30	1.40	1.70	1.50	1.40	1.50
2018	1.30	0.70	0.90	0.60	0.30	1.60	1.20	1.30	1.30	1.60	1.30	2.00
2019	1.60	2.10	1.60									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

DIRECCION Y VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO EN (m/s)												
Año	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
2009	SW-20.00	SE-8.00	N-8.00	SW-6.00	SW-10.00	N-2.00	N-18.00	N-18.00	N-15.00	E-8.00	S-16.00	NE-15.00
2010	E-16.00	SE-18.00	N-6.00	N-6.00	NW-8.00	W-6.00	NW-8.00	N-14.00	N-16.00	E-14.00	W-18.00	E-8.00
2011	S-14.00	NE-8.00	NE-12.00	W-8.00	NE-6.00	N-6.00	NW-8.00		W-16.00	NE-18.00	S-18.00	SWW-14.00
2012	W-15.0	NW-18.0	S-8.0	S-15.0	W-6.0	NW-4.0	WWN-13.0	NW-5.0	NNW-18.0	WNN-8.0	S-18.0	
2013	W-16.0	N-12.0	W-12.0	S-20.0	NNE-16.0	NW-18.0	WNW-16.0	NNW-16.0	N-16.0	SW-18.0	SW-12.0	SE-14.0
2014	W-14.0	E-8.0	N-14.0	WSW-12.0	NNW-8.0	NW-8.0	NW-16.0					
2015												
2016						NW-6.0	SSW-14.0	SW-20.0		SW-10.0		E-14.0
2017	SW-10.0	SW-14.0	SW-18.0	N-14.0	N-10.0	NW-12.0	NE-6.0	NW-8.0	W-14.0	S-10.0	NE-14.0	NW-14.0
2018	SW-16.0	E-14.0	SW-12.0	S-14.0	SW-10.0	N-8.0	NW-8.0	NW-8.0	NW-8.0	NW-8.0	NW-6.0	N-8.0
2019	NW-8.0	SW-14.0	NE-9.0									

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI, (2022)

Anexo 2.

Regresión lineal múltiple - Iila Senamhi

REGRESION LINEAL MULTIPLE - ILA SENAMHI											
N	D	T	I	Y	X1	X2	X1*Y	X2*Y	X1^2	X2^2	X1*X2
	min	**años**	**mm/h**	**Log(I)**	**Log(T)**	**Log(d)**					
1	10	2	13.95	1.14	0.30	1.00	0.34	1.14	0.09	1.00	0.30
2	20	2	11.89	1.08	0.30	1.30	0.32	1.40	0.09	1.69	0.39
3	30	2	10.47	1.02	0.30	1.48	0.31	1.51	0.09	2.18	0.44
4	40	2	9.42	0.97	0.30	1.60	0.29	1.56	0.09	2.57	0.48
5	50	2	8.61	0.94	0.30	1.70	0.28	1.59	0.09	2.89	0.51
6	60	2	7.96	0.90	0.30	1.78	0.27	1.60	0.09	3.16	0.54
7	70	2	7.42	0.87	0.30	1.85	0.26	1.61	0.09	3.40	0.56
8	80	2	6.97	0.84	0.30	1.90	0.25	1.61	0.09	3.62	0.57
9	90	2	6.59	0.82	0.30	1.95	0.25	1.60	0.09	3.82	0.59
10	100	2	6.25	0.80	0.30	2.00	0.24	1.59	0.09	4.00	0.60
11	110	2	5.96	0.78	0.30	2.04	0.23	1.58	0.09	4.17	0.61
12	120	2	5.70	0.76	0.30	2.08	0.23	1.57	0.09	4.32	0.63
13	130	2	5.47	0.74	0.30	2.11	0.22	1.56	0.09	4.47	0.64
14	140	2	5.26	0.72	0.30	2.15	0.22	1.55	0.09	4.61	0.65
15	150	2	5.07	0.70	0.30	2.18	0.21	1.53	0.09	4.74	0.66
16	160	2	4.90	0.69	0.30	2.20	0.21	1.52	0.09	4.86	0.66
17	170	2	4.74	0.68	0.30	2.23	0.20	1.51	0.09	4.97	0.67
18	180	2	4.96	0.70	0.30	2.26	0.21	1.57	0.09	5.09	0.68
19	190	2	4.80	0.68	0.30	2.28	0.21	1.55	0.09	5.19	0.69
20	200	2	4.65	0.67	0.30	2.30	0.20	1.54	0.09	5.29	0.69
21	210	2	4.51	0.65	0.30	2.32	0.20	1.52	0.09	5.39	0.70
22	220	2	4.38	0.64	0.30	2.34	0.19	1.50	0.09	5.49	0.71
23	230	2	4.26	0.63	0.30	2.36	0.19	1.49	0.09	5.58	0.71
24	240	2	4.15	0.62	0.30	2.38	0.19	1.47	0.09	5.67	0.72
25	250	2	4.05	0.61	0.30	2.40	0.18	1.46	0.09	5.75	0.72
26	260	2	3.95	0.60	0.30	2.41	0.18	1.44	0.09	5.83	0.73
27	270	2	3.86	0.59	0.30	2.43	0.18	1.43	0.09	5.91	0.73
28	280	2	3.77	0.58	0.30	2.45	0.17	1.41	0.09	5.99	0.74
29	290	2	3.69	0.57	0.30	2.46	0.17	1.40	0.09	6.06	0.74
30	300	2	3.62	0.56	0.30	2.48	0.17	1.38	0.09	6.14	0.75
31	10	5	18.18	1.26	0.70	1.00	0.88	1.26	0.49	1.00	0.70
32	20	5	15.49	1.19	0.70	1.30	0.83	1.55	0.49	1.69	0.91
33	30	5	13.65	1.13	0.70	1.48	0.79	1.68	0.49	2.18	1.03
34	40	5	12.28	1.09	0.70	1.60	0.76	1.75	0.49	2.57	1.12
35	50	5	11.22	1.05	0.70	1.70	0.73	1.78	0.49	2.89	1.19
36	60	5	10.38	1.02	0.70	1.78	0.71	1.81	0.49	3.16	1.24
37	70	5	9.68	0.99	0.70	1.85	0.69	1.82	0.49	3.40	1.29
38	80	5	9.09	0.96	0.70	1.90	0.67	1.82	0.49	3.62	1.33

39	90	5	8.59	0.93	0.70	1.95	0.65	1.82	0.49	3.82	1.37
40	100	5	8.15	0.91	0.70	2.00	0.64	1.82	0.49	4.00	1.40
41	110	5	7.77	0.89	0.70	2.04	0.62	1.82	0.49	4.17	1.43
42	120	5	7.43	0.87	0.70	2.08	0.61	1.81	0.49	4.32	1.45
43	130	5	7.13	0.85	0.70	2.11	0.60	1.80	0.49	4.47	1.48
44	140	5	6.85	0.84	0.70	2.15	0.58	1.79	0.49	4.61	1.50
45	150	5	6.61	0.82	0.70	2.18	0.57	1.78	0.49	4.74	1.52
46	160	5	6.38	0.80	0.70	2.20	0.56	1.77	0.49	4.86	1.54
47	170	5	6.17	0.79	0.70	2.23	0.55	1.76	0.49	4.97	1.56
48	180	5	6.47	0.81	0.70	2.26	0.57	1.83	0.49	5.09	1.58
49	190	5	6.26	0.80	0.70	2.28	0.56	1.81	0.49	5.19	1.59
50	200	5	6.06	0.78	0.70	2.30	0.55	1.80	0.49	5.29	1.61
51	210	5	5.88	0.77	0.70	2.32	0.54	1.79	0.49	5.39	1.62
52	220	5	5.71	0.76	0.70	2.34	0.53	1.77	0.49	5.49	1.64
53	230	5	5.56	0.74	0.70	2.36	0.52	1.76	0.49	5.58	1.65
54	240	5	5.41	0.73	0.70	2.38	0.51	1.75	0.49	5.67	1.66
55	250	5	5.28	0.72	0.70	2.40	0.50	1.73	0.49	5.75	1.68
56	260	5	5.15	0.71	0.70	2.41	0.50	1.72	0.49	5.83	1.69
57	270	5	5.03	0.70	0.70	2.43	0.49	1.71	0.49	5.91	1.70
58	280	5	4.92	0.69	0.70	2.45	0.48	1.69	0.49	5.99	1.71
59	290	5	4.81	0.68	0.70	2.46	0.48	1.68	0.49	6.06	1.72
60	300	5	4.71	0.67	0.70	2.48	0.47	1.67	0.49	6.14	1.73
61	10	10	20.69	1.32	1.00	1.00	1.32	1.32	1.00	1.00	1.00
62	20	10	17.63	1.25	1.00	1.30	1.25	1.62	1.00	1.69	1.30
63	30	10	15.53	1.19	1.00	1.48	1.19	1.76	1.00	2.18	1.48
64	40	10	13.98	1.15	1.00	1.60	1.15	1.84	1.00	2.57	1.60
65	50	10	12.77	1.11	1.00	1.70	1.11	1.88	1.00	2.89	1.70
66	60	10	11.81	1.07	1.00	1.78	1.07	1.91	1.00	3.16	1.78
67	70	10	11.01	1.04	1.00	1.85	1.04	1.92	1.00	3.40	1.85
68	80	10	10.34	1.01	1.00	1.90	1.01	1.93	1.00	3.62	1.90
69	90	10	9.77	0.99	1.00	1.95	0.99	1.93	1.00	3.82	1.95
70	100	10	9.28	0.97	1.00	2.00	0.97	1.93	1.00	4.00	2.00
71	110	10	8.84	0.95	1.00	2.04	0.95	1.93	1.00	4.17	2.04
72	120	10	8.45	0.93	1.00	2.08	0.93	1.93	1.00	4.32	2.08
73	130	10	8.11	0.91	1.00	2.11	0.91	1.92	1.00	4.47	2.11
74	140	10	7.80	0.89	1.00	2.15	0.89	1.91	1.00	4.61	2.15
75	150	10	7.52	0.88	1.00	2.18	0.88	1.91	1.00	4.74	2.18
76	160	10	7.26	0.86	1.00	2.20	0.86	1.90	1.00	4.86	2.20
77	170	10	7.03	0.85	1.00	2.23	0.85	1.89	1.00	4.97	2.23
78	180	10	7.36	0.87	1.00	2.26	0.87	1.96	1.00	5.09	2.26
79	190	10	7.12	0.85	1.00	2.28	0.85	1.94	1.00	5.19	2.28
80	200	10	6.90	0.84	1.00	2.30	0.84	1.93	1.00	5.29	2.30
81	210	10	6.69	0.83	1.00	2.32	0.83	1.92	1.00	5.39	2.32
82	220	10	6.50	0.81	1.00	2.34	0.81	1.90	1.00	5.49	2.34
83	230	10	6.32	0.80	1.00	2.36	0.80	1.89	1.00	5.58	2.36
84	240	10	6.16	0.79	1.00	2.38	0.79	1.88	1.00	5.67	2.38

85	250	10	6.01	0.78	1.00	2.40	0.78	1.87	1.00	5.75	2.40
86	260	10	5.86	0.77	1.00	2.41	0.77	1.85	1.00	5.83	2.41
87	270	10	5.73	0.76	1.00	2.43	0.76	1.84	1.00	5.91	2.43
88	280	10	5.60	0.75	1.00	2.45	0.75	1.83	1.00	5.99	2.45
89	290	10	5.48	0.74	1.00	2.46	0.74	1.82	1.00	6.06	2.46
90	300	10	5.36	0.73	1.00	2.48	0.73	1.81	1.00	6.14	2.48
91	10	20	22.93	1.36	1.30	1.00	1.77	1.36	1.69	1.00	1.30
92	20	20	19.54	1.29	1.30	1.30	1.68	1.68	1.69	1.69	1.69
93	30	20	17.21	1.24	1.30	1.48	1.61	1.83	1.69	2.18	1.92
94	40	20	15.49	1.19	1.30	1.60	1.55	1.91	1.69	2.57	2.08
95	50	20	14.16	1.15	1.30	1.70	1.50	1.96	1.69	2.89	2.21
96	60	20	13.09	1.12	1.30	1.78	1.45	1.99	1.69	3.16	2.31
97	70	20	12.20	1.09	1.30	1.85	1.41	2.00	1.69	3.40	2.40
98	80	20	11.46	1.06	1.30	1.90	1.38	2.02	1.69	3.62	2.48
99	90	20	10.83	1.03	1.30	1.95	1.35	2.02	1.69	3.82	2.54
100	100	20	10.28	1.01	1.30	2.00	1.32	2.02	1.69	4.00	2.60
101	110	20	9.80	0.99	1.30	2.04	1.29	2.02	1.69	4.17	2.66
102	120	20	9.37	0.97	1.30	2.08	1.26	2.02	1.69	4.32	2.71
103	130	20	8.99	0.95	1.30	2.11	1.24	2.02	1.69	4.47	2.75
104	140	20	8.64	0.94	1.30	2.15	1.22	2.01	1.69	4.61	2.79
105	150	20	8.33	0.92	1.30	2.18	1.20	2.00	1.69	4.74	2.83
106	160	20	8.05	0.91	1.30	2.20	1.18	2.00	1.69	4.86	2.87
107	170	20	7.79	0.89	1.30	2.23	1.16	1.99	1.69	4.97	2.90
108	180	20	8.16	0.91	1.30	2.26	1.19	2.06	1.69	5.09	2.93
109	190	20	7.89	0.90	1.30	2.28	1.17	2.04	1.69	5.19	2.96
110	200	20	7.64	0.88	1.30	2.30	1.15	2.03	1.69	5.29	2.99
111	210	20	7.41	0.87	1.30	2.32	1.13	2.02	1.69	5.39	3.02
112	220	20	7.20	0.86	1.30	2.34	1.12	2.01	1.69	5.49	3.05
113	230	20	7.01	0.85	1.30	2.36	1.10	2.00	1.69	5.58	3.07
114	240	20	6.83	0.83	1.30	2.38	1.09	1.99	1.69	5.67	3.10
115	250	20	6.65	0.82	1.30	2.40	1.07	1.97	1.69	5.75	3.12
116	260	20	6.49	0.81	1.30	2.41	1.06	1.96	1.69	5.83	3.14
117	270	20	6.34	0.80	1.30	2.43	1.04	1.95	1.69	5.91	3.16
118	280	20	6.20	0.79	1.30	2.45	1.03	1.94	1.69	5.99	3.18
119	290	20	6.07	0.78	1.30	2.46	1.02	1.93	1.69	6.06	3.20
120	300	20	5.94	0.77	1.30	2.48	1.01	1.92	1.69	6.14	3.22
121	10	25	23.60	1.37	1.40	1.00	1.92	1.37	1.95	1.00	1.40
122	20	25	20.12	1.30	1.40	1.30	1.82	1.70	1.95	1.69	1.82
123	30	25	17.72	1.25	1.40	1.48	1.75	1.84	1.95	2.18	2.06
124	40	25	15.95	1.20	1.40	1.60	1.68	1.93	1.95	2.57	2.24
125	50	25	14.57	1.16	1.40	1.70	1.63	1.98	1.95	2.89	2.38
126	60	25	13.47	1.13	1.40	1.78	1.58	2.01	1.95	3.16	2.49
127	70	25	12.56	1.10	1.40	1.85	1.54	2.03	1.95	3.40	2.58
128	80	25	11.80	1.07	1.40	1.90	1.50	2.04	1.95	3.62	2.66
129	90	25	11.15	1.05	1.40	1.95	1.46	2.05	1.95	3.82	2.73
130	100	25	10.58	1.02	1.40	2.00	1.43	2.05	1.95	4.00	2.80

131	110	25	10.08	1.00	1.40	2.04	1.40	2.05	1.95	4.17	2.85
132	120	25	9.64	0.98	1.40	2.08	1.38	2.05	1.95	4.32	2.91
133	130	25	9.25	0.97	1.40	2.11	1.35	2.04	1.95	4.47	2.96
134	140	25	8.90	0.95	1.40	2.15	1.33	2.04	1.95	4.61	3.00
135	150	25	8.58	0.93	1.40	2.18	1.30	2.03	1.95	4.74	3.04
136	160	25	8.28	0.92	1.40	2.20	1.28	2.02	1.95	4.86	3.08
137	170	25	8.02	0.90	1.40	2.23	1.26	2.02	1.95	4.97	3.12
138	180	25	8.40	0.92	1.40	2.26	1.29	2.08	1.95	5.09	3.15
139	190	25	8.12	0.91	1.40	2.28	1.27	2.07	1.95	5.19	3.19
140	200	25	7.87	0.90	1.40	2.30	1.25	2.06	1.95	5.29	3.22
141	210	25	7.63	0.88	1.40	2.32	1.23	2.05	1.95	5.39	3.25
142	220	25	7.42	0.87	1.40	2.34	1.22	2.04	1.95	5.49	3.27
143	230	25	7.21	0.86	1.40	2.36	1.20	2.03	1.95	5.58	3.30
144	240	25	7.03	0.85	1.40	2.38	1.18	2.02	1.95	5.67	3.33
145	250	25	6.85	0.84	1.40	2.40	1.17	2.00	1.95	5.75	3.35
146	260	25	6.69	0.83	1.40	2.41	1.15	1.99	1.95	5.83	3.38
147	270	25	6.53	0.82	1.40	2.43	1.14	1.98	1.95	5.91	3.40
148	280	25	6.39	0.81	1.40	2.45	1.13	1.97	1.95	5.99	3.42
149	290	25	6.25	0.80	1.40	2.46	1.11	1.96	1.95	6.06	3.44
150	300	25	6.12	0.79	1.40	2.48	1.10	1.95	1.95	6.14	3.46
151	10	50	25.62	1.41	1.70	1.00	2.39	1.41	2.89	1.00	1.70
152	20	50	21.83	1.34	1.70	1.30	2.28	1.74	2.89	1.69	2.21
153	30	50	19.23	1.28	1.70	1.48	2.18	1.90	2.89	2.18	2.51
154	40	50	17.31	1.24	1.70	1.60	2.10	1.98	2.89	2.57	2.72
155	50	50	15.82	1.20	1.70	1.70	2.04	2.04	2.89	2.89	2.89
156	60	50	14.62	1.17	1.70	1.78	1.98	2.07	2.89	3.16	3.02
157	70	50	13.64	1.13	1.70	1.85	1.93	2.09	2.89	3.40	3.13
158	80	50	12.81	1.11	1.70	1.90	1.88	2.11	2.89	3.62	3.23
159	90	50	12.10	1.08	1.70	1.95	1.84	2.12	2.89	3.82	3.32
160	100	50	11.49	1.06	1.70	2.00	1.80	2.12	2.89	4.00	3.40
161	110	50	10.95	1.04	1.70	2.04	1.77	2.12	2.89	4.17	3.47
162	120	50	10.47	1.02	1.70	2.08	1.73	2.12	2.89	4.32	3.53
163	130	50	10.04	1.00	1.70	2.11	1.70	2.12	2.89	4.47	3.59
164	140	50	9.66	0.98	1.70	2.15	1.67	2.11	2.89	4.61	3.65
165	150	50	9.31	0.97	1.70	2.18	1.65	2.11	2.89	4.74	3.70
166	160	50	8.99	0.95	1.70	2.20	1.62	2.10	2.89	4.86	3.74
167	170	50	8.70	0.94	1.70	2.23	1.60	2.10	2.89	4.97	3.79
168	180	50	9.12	0.96	1.70	2.26	1.63	2.16	2.89	5.09	3.83
169	190	50	8.82	0.95	1.70	2.28	1.61	2.15	2.89	5.19	3.87
170	200	50	8.54	0.93	1.70	2.30	1.58	2.14	2.89	5.29	3.91
171	210	50	8.28	0.92	1.70	2.32	1.56	2.13	2.89	5.39	3.95
172	220	50	8.05	0.91	1.70	2.34	1.54	2.12	2.89	5.49	3.98
173	230	50	7.83	0.89	1.70	2.36	1.52	2.11	2.89	5.58	4.01
174	240	50	7.63	0.88	1.70	2.38	1.50	2.10	2.89	5.67	4.04
175	250	50	7.44	0.87	1.70	2.40	1.48	2.09	2.89	5.75	4.07
176	260	50	7.26	0.86	1.70	2.41	1.46	2.08	2.89	5.83	4.10

177	270	50	7.09	0.85	1.70	2.43	1.45	2.07	2.89	5.91	4.13
178	280	50	6.93	0.84	1.70	2.45	1.43	2.06	2.89	5.99	4.16
179	290	50	6.78	0.83	1.70	2.46	1.41	2.05	2.89	6.06	4.18
180	300	50	6.64	0.82	1.70	2.48	1.40	2.04	2.89	6.14	4.21
181	10	100	27.51	1.44	2.00	1.00	2.88	1.44	4.00	1.00	2.00
182	20	100	23.45	1.37	2.00	1.30	2.74	1.78	4.00	1.69	2.60
183	30	100	20.65	1.31	2.00	1.48	2.63	1.94	4.00	2.18	2.95
184	40	100	18.59	1.27	2.00	1.60	2.54	2.03	4.00	2.57	3.20
185	50	100	16.99	1.23	2.00	1.70	2.46	2.09	4.00	2.89	3.40
186	60	100	15.70	1.20	2.00	1.78	2.39	2.13	4.00	3.16	3.56
187	70	100	14.65	1.17	2.00	1.85	2.33	2.15	4.00	3.40	3.69
188	80	100	13.76	1.14	2.00	1.90	2.28	2.17	4.00	3.62	3.81
189	90	100	13.00	1.11	2.00	1.95	2.23	2.18	4.00	3.82	3.91
190	100	100	12.34	1.09	2.00	2.00	2.18	2.18	4.00	4.00	4.00
191	110	100	11.76	1.07	2.00	2.04	2.14	2.18	4.00	4.17	4.08
192	120	100	11.24	1.05	2.00	2.08	2.10	2.18	4.00	4.32	4.16
193	130	100	10.78	1.03	2.00	2.11	2.07	2.18	4.00	4.47	4.23
194	140	100	10.37	1.02	2.00	2.15	2.03	2.18	4.00	4.61	4.29
195	150	100	10.00	1.00	2.00	2.18	2.00	2.18	4.00	4.74	4.35
196	160	100	9.66	0.98	2.00	2.20	1.97	2.17	4.00	4.86	4.41
197	170	100	9.35	0.97	2.00	2.23	1.94	2.16	4.00	4.97	4.46
198	180	100	9.79	0.99	2.00	2.26	1.98	2.23	4.00	5.09	4.51
199	190	100	9.47	0.98	2.00	2.28	1.95	2.22	4.00	5.19	4.56
200	200	100	9.17	0.96	2.00	2.30	1.92	2.21	4.00	5.29	4.60
201	210	100	8.90	0.95	2.00	2.32	1.90	2.20	4.00	5.39	4.64
202	220	100	8.65	0.94	2.00	2.34	1.87	2.19	4.00	5.49	4.68
203	230	100	8.41	0.92	2.00	2.36	1.85	2.18	4.00	5.58	4.72
204	240	100	8.19	0.91	2.00	2.38	1.83	2.17	4.00	5.67	4.76
205	250	100	7.99	0.90	2.00	2.40	1.80	2.16	4.00	5.75	4.80
206	260	100	7.79	0.89	2.00	2.41	1.78	2.15	4.00	5.83	4.83
207	270	100	7.61	0.88	2.00	2.43	1.76	2.14	4.00	5.91	4.86
208	280	100	7.44	0.87	2.00	2.45	1.74	2.13	4.00	5.99	4.89
209	290	100	7.28	0.86	2.00	2.46	1.72	2.12	4.00	6.06	4.92
210	300	100	7.13	0.85	2.00	2.48	1.71	2.11	4.00	6.14	4.95
211	10	200	29.32	1.47	2.30	1.00	3.38	1.47	5.29	1.00	2.30
212	20	200	24.99	1.40	2.30	1.30	3.22	1.82	5.29	1.69	2.99
213	30	200	22.01	1.34	2.30	1.48	3.09	1.98	5.29	2.18	3.40
214	40	200	19.81	1.30	2.30	1.60	2.98	2.08	5.29	2.57	3.69
215	50	200	18.10	1.26	2.30	1.70	2.89	2.14	5.29	2.89	3.91
216	60	200	16.74	1.22	2.30	1.78	2.82	2.18	5.29	3.16	4.09
217	70	200	15.61	1.19	2.30	1.85	2.75	2.20	5.29	3.40	4.25
218	80	200	14.66	1.17	2.30	1.90	2.68	2.22	5.29	3.62	4.38
219	90	200	13.85	1.14	2.30	1.95	2.63	2.23	5.29	3.82	4.50
220	100	200	13.15	1.12	2.30	2.00	2.57	2.24	5.29	4.00	4.60
221	110	200	12.53	1.10	2.30	2.04	2.53	2.24	5.29	4.17	4.70
222	120	200	11.98	1.08	2.30	2.08	2.48	2.24	5.29	4.32	4.78

223	130	200	11.49	1.06	2.30	2.11	2.44	2.24	5.29	4.47	4.86
224	140	200	11.05	1.04	2.30	2.15	2.40	2.24	5.29	4.61	4.94
225	150	200	10.66	1.03	2.30	2.18	2.36	2.24	5.29	4.74	5.01
226	160	200	10.29	1.01	2.30	2.20	2.33	2.23	5.29	4.86	5.07
227	170	200	9.96	1.00	2.30	2.23	2.30	2.23	5.29	4.97	5.13
228	180	200	10.43	1.02	2.30	2.26	2.34	2.30	5.29	5.09	5.19
229	190	200	10.09	1.00	2.30	2.28	2.31	2.29	5.29	5.19	5.24
230	200	200	9.77	0.99	2.30	2.30	2.28	2.28	5.29	5.29	5.29
231	210	200	9.48	0.98	2.30	2.32	2.25	2.27	5.29	5.39	5.34
232	220	200	9.21	0.96	2.30	2.34	2.22	2.26	5.29	5.49	5.39
233	230	200	8.96	0.95	2.30	2.36	2.19	2.25	5.29	5.58	5.43
234	240	200	8.73	0.94	2.30	2.38	2.17	2.24	5.29	5.67	5.48
235	250	200	8.51	0.93	2.30	2.40	2.14	2.23	5.29	5.75	5.52
236	260	200	8.31	0.92	2.30	2.41	2.12	2.22	5.29	5.83	5.56
237	270	200	8.11	0.91	2.30	2.43	2.09	2.21	5.29	5.91	5.59
238	280	200	7.93	0.90	2.30	2.45	2.07	2.20	5.29	5.99	5.63
239	290	200	7.76	0.89	2.30	2.46	2.05	2.19	5.29	6.06	5.67
240	300	200	7.60	0.88	2.30	2.48	2.03	2.18	5.29	6.14	5.70
241	10	500	31.59	1.50	2.70	1.00	4.05	1.50	7.28	1.00	2.70
242	20	500	26.92	1.43	2.70	1.30	3.86	1.86	7.28	1.69	3.51
243	30	500	23.71	1.37	2.70	1.48	3.71	2.03	7.28	2.18	3.99
244	40	500	21.34	1.33	2.70	1.60	3.59	2.13	7.28	2.57	4.32
245	50	500	19.51	1.29	2.70	1.70	3.48	2.19	7.28	2.89	4.59
246	60	500	18.03	1.26	2.70	1.78	3.39	2.23	7.28	3.16	4.80
247	70	500	16.82	1.23	2.70	1.85	3.31	2.26	7.28	3.40	4.98
248	80	500	15.79	1.20	2.70	1.90	3.23	2.28	7.28	3.62	5.14
249	90	500	14.92	1.17	2.70	1.95	3.17	2.29	7.28	3.82	5.27
250	100	500	14.16	1.15	2.70	2.00	3.11	2.30	7.28	4.00	5.40
251	110	500	13.50	1.13	2.70	2.04	3.05	2.31	7.28	4.17	5.51
252	120	500	12.91	1.11	2.70	2.08	3.00	2.31	7.28	4.32	5.61
253	130	500	12.38	1.09	2.70	2.11	2.95	2.31	7.28	4.47	5.71
254	140	500	11.91	1.08	2.70	2.15	2.90	2.31	7.28	4.61	5.79
255	150	500	11.48	1.06	2.70	2.18	2.86	2.31	7.28	4.74	5.87
256	160	500	11.09	1.04	2.70	2.20	2.82	2.30	7.28	4.86	5.95
257	170	500	10.73	1.03	2.70	2.23	2.78	2.30	7.28	4.97	6.02
258	180	500	11.24	1.05	2.70	2.26	2.84	2.37	7.28	5.09	6.09
259	190	500	10.87	1.04	2.70	2.28	2.80	2.36	7.28	5.19	6.15
260	200	500	10.53	1.02	2.70	2.30	2.76	2.35	7.28	5.29	6.21
261	210	500	10.22	1.01	2.70	2.32	2.72	2.34	7.28	5.39	6.27
262	220	500	9.93	1.00	2.70	2.34	2.69	2.33	7.28	5.49	6.32
263	230	500	9.66	0.98	2.70	2.36	2.66	2.33	7.28	5.58	6.37
264	240	500	9.40	0.97	2.70	2.38	2.63	2.32	7.28	5.67	6.42
265	250	500	9.17	0.96	2.70	2.40	2.60	2.31	7.28	5.75	6.47
266	260	500	8.95	0.95	2.70	2.41	2.57	2.30	7.28	5.83	6.52
267	270	500	8.74	0.94	2.70	2.43	2.54	2.29	7.28	5.91	6.56
268	280	500	8.55	0.93	2.70	2.45	2.51	2.28	7.28	5.99	6.60

269	290	500	8.36	0.92	2.70	2.46	2.49	2.27	7.28	6.06	6.65
270	300	500	8.19	0.91	2.70	2.48	2.46	2.26	7.28	6.14	6.69
			SUMA	261.70	401.94	561.81	409.46	529.43	740.75	1204.62	836.35
				Y	**X1**	**X2**	**X1*Y**	**X2*Y**	**X1^2**	**X2^2**	**X1*X2**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3.

Regresión lineal múltiple - SCS

REGRESION LINEAL MULTIPLE - SCS											
N	D	T	I	Y	X1	X2	X1*Y	X2*Y	X1^2	X2^2	X1*X2
	min	**años**	**mm/h**	**Log(I)**	**Log(T)**	**Log(d)**					
1	60	2	8.56	0.93	0.30	1.78	0.28	1.66	0.09	3.16	0.54
2	120	2	6.07	0.78	0.30	2.08	0.24	1.63	0.09	4.32	0.63
3	180	2	4.70	0.67	0.30	2.26	0.20	1.52	0.09	5.09	0.68
4	240	2	4.00	0.60	0.30	2.38	0.18	1.43	0.09	5.67	0.72
5	300	2	3.50	0.54	0.30	2.48	0.16	1.35	0.09	6.14	0.75
6	360	2	3.13	0.50	0.30	2.56	0.15	1.27	0.09	6.53	0.77
7	420	2	2.86	0.46	0.30	2.62	0.14	1.20	0.09	6.88	0.79
8	480	2	2.64	0.42	0.30	2.68	0.13	1.13	0.09	7.19	0.81
9	540	2	2.46	0.39	0.30	2.73	0.12	1.07	0.09	7.47	0.82
10	600	2	2.31	0.36	0.30	2.78	0.11	1.01	0.09	7.72	0.84
11	660	2	2.18	0.34	0.30	2.82	0.10	0.96	0.09	7.95	0.85
12	720	2	2.07	0.32	0.30	2.86	0.10	0.90	0.09	8.16	0.86
13	780	2	1.98	0.30	0.30	2.89	0.09	0.86	0.09	8.36	0.87
14	840	2	1.89	0.28	0.30	2.92	0.08	0.81	0.09	8.55	0.88
15	900	2	1.81	0.26	0.30	2.95	0.08	0.76	0.09	8.73	0.89
16	960	2	1.74	0.24	0.30	2.98	0.07	0.72	0.09	8.89	0.90
17	1020	2	1.68	0.23	0.30	3.01	0.07	0.68	0.09	9.05	0.91
18	1080	2	1.62	0.21	0.30	3.03	0.06	0.64	0.09	9.20	0.91
19	1140	2	1.57	0.20	0.30	3.06	0.06	0.60	0.09	9.34	0.92
20	1200	2	1.53	0.18	0.30	3.08	0.06	0.56	0.09	9.48	0.93
21	1260	2	1.48	0.17	0.30	3.10	0.05	0.53	0.09	9.61	0.93
22	1320	2	1.44	0.16	0.30	3.12	0.05	0.49	0.09	9.74	0.94
23	1380	2	1.40	0.15	0.30	3.14	0.04	0.46	0.09	9.86	0.95
24	1440	2	1.37	0.14	0.30	3.16	0.04	0.43	0.09	9.98	0.95
25	60	5	11.16	1.05	0.70	1.78	0.73	1.86	0.49	3.16	1.24
26	120	5	7.91	0.90	0.70	2.08	0.63	1.87	0.49	4.32	1.45
27	180	5	6.13	0.79	0.70	2.26	0.55	1.78	0.49	5.09	1.58
28	240	5	5.22	0.72	0.70	2.38	0.50	1.71	0.49	5.67	1.66
29	300	5	4.57	0.66	0.70	2.48	0.46	1.63	0.49	6.14	1.73
30	360	5	4.08	0.61	0.70	2.56	0.43	1.56	0.49	6.53	1.79
31	420	5	3.73	0.57	0.70	2.62	0.40	1.50	0.49	6.88	1.83
32	480	5	3.44	0.54	0.70	2.68	0.37	1.44	0.49	7.19	1.87
33	540	5	3.20	0.51	0.70	2.73	0.35	1.38	0.49	7.47	1.91
34	600	5	3.01	0.48	0.70	2.78	0.33	1.33	0.49	7.72	1.94
35	660	5	2.85	0.45	0.70	2.82	0.32	1.28	0.49	7.95	1.97
36	720	5	2.70	0.43	0.70	2.86	0.30	1.23	0.49	8.16	2.00
37	780	5	2.58	0.41	0.70	2.89	0.29	1.19	0.49	8.36	2.02
38	840	5	2.46	0.39	0.70	2.92	0.27	1.14	0.49	8.55	2.04
39	900	5	2.36	0.37	0.70	2.95	0.26	1.10	0.49	8.73	2.06
40	960	5	2.27	0.36	0.70	2.98	0.25	1.06	0.49	8.89	2.08
41	1020	5	2.19	0.34	0.70	3.01	0.24	1.02	0.49	9.05	2.10
42	1080	5	2.12	0.33	0.70	3.03	0.23	0.99	0.49	9.20	2.12
43	1140	5	2.05	0.31	0.70	3.06	0.22	0.95	0.49	9.34	2.14
44	1200	5	1.99	0.30	0.70	3.08	0.21	0.92	0.49	9.48	2.15
45	1260	5	1.93	0.29	0.70	3.10	0.20	0.89	0.49	9.61	2.17

46	1320	5	1.88	0.27	0.70	3.12	0.19	0.85	0.49	9.74	2.18
47	1380	5	1.83	0.26	0.70	3.14	0.18	0.82	0.49	9.86	2.19
48	1440	5	1.78	0.25	0.70	3.16	0.18	0.79	0.49	9.98	2.21
49	60	10	12.70	1.10	1.00	1.78	1.10	1.96	1.00	3.16	1.78
50	120	10	9.00	0.95	1.00	2.08	0.95	1.98	1.00	4.32	2.08
51	180	10	6.98	0.84	1.00	2.26	0.84	1.90	1.00	5.09	2.26
52	240	10	5.94	0.77	1.00	2.38	0.77	1.84	1.00	5.67	2.38
53	300	10	5.20	0.72	1.00	2.48	0.72	1.77	1.00	6.14	2.48
54	360	10	4.64	0.67	1.00	2.56	0.67	1.70	1.00	6.53	2.56
55	420	10	4.24	0.63	1.00	2.62	0.63	1.65	1.00	6.88	2.62
56	480	10	3.91	0.59	1.00	2.68	0.59	1.59	1.00	7.19	2.68
57	540	10	3.64	0.56	1.00	2.73	0.56	1.53	1.00	7.47	2.73
58	600	10	3.43	0.54	1.00	2.78	0.54	1.49	1.00	7.72	2.78
59	660	10	3.24	0.51	1.00	2.82	0.51	1.44	1.00	7.95	2.82
60	720	10	3.07	0.49	1.00	2.86	0.49	1.39	1.00	8.16	2.86
61	780	10	2.93	0.47	1.00	2.89	0.47	1.35	1.00	8.36	2.89
62	840	10	2.80	0.45	1.00	2.92	0.45	1.31	1.00	8.55	2.92
63	900	10	2.69	0.43	1.00	2.95	0.43	1.27	1.00	8.73	2.95
64	960	10	2.59	0.41	1.00	2.98	0.41	1.23	1.00	8.89	2.98
65	1020	10	2.49	0.40	1.00	3.01	0.40	1.19	1.00	9.05	3.01
66	1080	10	2.41	0.38	1.00	3.03	0.38	1.16	1.00	9.20	3.03
67	1140	10	2.33	0.37	1.00	3.06	0.37	1.13	1.00	9.34	3.06
68	1200	10	2.26	0.35	1.00	3.08	0.35	1.09	1.00	9.48	3.08
69	1260	10	2.20	0.34	1.00	3.10	0.34	1.06	1.00	9.61	3.10
70	1320	10	2.14	0.33	1.00	3.12	0.33	1.03	1.00	9.74	3.12
71	1380	10	2.08	0.32	1.00	3.14	0.32	1.00	1.00	9.86	3.14
72	1440	10	2.03	0.31	1.00	3.16	0.31	0.97	1.00	9.98	3.16
73	60	20	14.08	1.15	1.30	1.78	1.49	2.04	1.69	3.16	2.31
74	120	20	9.98	1.00	1.30	2.08	1.30	2.08	1.69	4.32	2.71
75	180	20	7.73	0.89	1.30	2.26	1.16	2.00	1.69	5.09	2.93
76	240	20	6.58	0.82	1.30	2.38	1.06	1.95	1.69	5.67	3.10
77	300	20	5.76	0.76	1.30	2.48	0.99	1.88	1.69	6.14	3.22
78	360	20	5.14	0.71	1.30	2.56	0.93	1.82	1.69	6.53	3.33
79	420	20	4.70	0.67	1.30	2.62	0.87	1.76	1.69	6.88	3.41
80	480	20	4.33	0.64	1.30	2.68	0.83	1.71	1.69	7.19	3.49
81	540	20	4.04	0.61	1.30	2.73	0.79	1.66	1.69	7.47	3.55
82	600	20	3.80	0.58	1.30	2.78	0.75	1.61	1.69	7.72	3.61
83	660	20	3.59	0.55	1.30	2.82	0.72	1.56	1.69	7.95	3.67
84	720	20	3.41	0.53	1.30	2.86	0.69	1.52	1.69	8.16	3.72
85	780	20	3.25	0.51	1.30	2.89	0.67	1.48	1.69	8.36	3.76
86	840	20	3.11	0.49	1.30	2.92	0.64	1.44	1.69	8.55	3.80
87	900	20	2.98	0.47	1.30	2.95	0.62	1.40	1.69	8.73	3.84
88	960	20	2.87	0.46	1.30	2.98	0.59	1.36	1.69	8.89	3.88
89	1020	20	2.76	0.44	1.30	3.01	0.57	1.33	1.69	9.05	3.91
90	1080	20	2.67	0.43	1.30	3.03	0.55	1.29	1.69	9.20	3.95
91	1140	20	2.59	0.41	1.30	3.06	0.54	1.26	1.69	9.34	3.98
92	1200	20	2.51	0.40	1.30	3.08	0.52	1.23	1.69	9.48	4.01
93	1260	20	2.43	0.39	1.30	3.10	0.50	1.20	1.69	9.61	4.03
94	1320	20	2.37	0.37	1.30	3.12	0.49	1.17	1.69	9.74	4.06
95	1380	20	2.31	0.36	1.30	3.14	0.47	1.14	1.69	9.86	4.09
96	1440	20	2.25	0.35	1.30	3.16	0.46	1.11	1.69	9.98	4.11
97	60	25	14.49	1.16	1.40	1.78	1.62	2.06	1.95	3.16	2.49
98	120	25	10.27	1.01	1.40	2.08	1.41	2.10	1.95	4.32	2.91

99	180	25	7.96	0.90	1.40	2.26	1.26	2.03	1.95	5.09	3.15
100	240	25	6.77	0.83	1.40	2.38	1.16	1.98	1.95	5.67	3.33
101	300	25	5.93	0.77	1.40	2.48	1.08	1.91	1.95	6.14	3.46
102	360	25	5.29	0.72	1.40	2.56	1.01	1.85	1.95	6.53	3.57
103	420	25	4.84	0.68	1.40	2.62	0.96	1.80	1.95	6.88	3.67
104	480	25	4.46	0.65	1.40	2.68	0.91	1.74	1.95	7.19	3.75
105	540	25	4.16	0.62	1.40	2.73	0.87	1.69	1.95	7.47	3.82
106	600	25	3.91	0.59	1.40	2.78	0.83	1.65	1.95	7.72	3.88
107	660	25	3.69	0.57	1.40	2.82	0.79	1.60	1.95	7.95	3.94
108	720	25	3.51	0.54	1.40	2.86	0.76	1.56	1.95	8.16	3.99
109	780	25	3.34	0.52	1.40	2.89	0.73	1.52	1.95	8.36	4.04
110	840	25	3.20	0.50	1.40	2.92	0.71	1.48	1.95	8.55	4.09
111	900	25	3.07	0.49	1.40	2.95	0.68	1.44	1.95	8.73	4.13
112	960	25	2.95	0.47	1.40	2.98	0.66	1.40	1.95	8.89	4.17
113	1020	25	2.84	0.45	1.40	3.01	0.63	1.37	1.95	9.05	4.21
114	1080	25	2.75	0.44	1.40	3.03	0.61	1.33	1.95	9.20	4.24
115	1140	25	2.66	0.43	1.40	3.06	0.59	1.30	1.95	9.34	4.27
116	1200	25	2.58	0.41	1.40	3.08	0.58	1.27	1.95	9.48	4.30
117	1260	25	2.51	0.40	1.40	3.10	0.56	1.24	1.95	9.61	4.33
118	1320	25	2.44	0.39	1.40	3.12	0.54	1.21	1.95	9.74	4.36
119	1380	25	2.37	0.38	1.40	3.14	0.52	1.18	1.95	9.86	4.39
120	1440	25	2.31	0.36	1.40	3.16	0.51	1.15	1.95	9.98	4.42
121	60	50	15.73	1.20	1.70	1.78	2.03	2.13	2.89	3.16	3.02
122	120	50	11.15	1.05	1.70	2.08	1.78	2.18	2.89	4.32	3.53
123	180	50	8.64	0.94	1.70	2.26	1.59	2.11	2.89	5.09	3.83
124	240	50	7.35	0.87	1.70	2.38	1.47	2.06	2.89	5.67	4.04
125	300	50	6.44	0.81	1.70	2.48	1.37	2.00	2.89	6.14	4.21
126	360	50	5.75	0.76	1.70	2.56	1.29	1.94	2.89	6.53	4.34
127	420	50	5.25	0.72	1.70	2.62	1.22	1.89	2.89	6.88	4.46
128	480	50	4.84	0.69	1.70	2.68	1.16	1.84	2.89	7.19	4.56
129	540	50	4.51	0.65	1.70	2.73	1.11	1.79	2.89	7.47	4.64
130	600	50	4.25	0.63	1.70	2.78	1.07	1.75	2.89	7.72	4.72
131	660	50	4.01	0.60	1.70	2.82	1.02	1.70	2.89	7.95	4.79
132	720	50	3.81	0.58	1.70	2.86	0.99	1.66	2.89	8.16	4.85
133	780	50	3.63	0.56	1.70	2.89	0.95	1.62	2.89	8.36	4.91
134	840	50	3.47	0.54	1.70	2.92	0.92	1.58	2.89	8.55	4.97
135	900	50	3.33	0.52	1.70	2.95	0.89	1.54	2.89	8.73	5.02
136	960	50	3.20	0.51	1.70	2.98	0.86	1.51	2.89	8.89	5.07
137	1020	50	3.09	0.49	1.70	3.01	0.83	1.47	2.89	9.05	5.11
138	1080	50	2.98	0.47	1.70	3.03	0.81	1.44	2.89	9.20	5.15
139	1140	50	2.89	0.46	1.70	3.06	0.78	1.41	2.89	9.34	5.19
140	1200	50	2.80	0.45	1.70	3.08	0.76	1.38	2.89	9.48	5.23
141	1260	50	2.72	0.43	1.70	3.10	0.74	1.35	2.89	9.61	5.27
142	1320	50	2.65	0.42	1.70	3.12	0.72	1.32	2.89	9.74	5.30
143	1380	50	2.58	0.41	1.70	3.14	0.70	1.29	2.89	9.86	5.33
144	1440	50	2.51	0.40	1.70	3.16	0.68	1.26	2.89	9.98	5.37
145	60	100	16.89	1.23	2.00	1.78	2.46	2.18	4.00	3.16	3.56
146	120	100	11.97	1.08	2.00	2.08	2.16	2.24	4.00	4.32	4.16
147	180	100	9.28	0.97	2.00	2.26	1.93	2.18	4.00	5.09	4.51
148	240	100	7.90	0.90	2.00	2.38	1.79	2.14	4.00	5.67	4.76
149	300	100	6.91	0.84	2.00	2.48	1.68	2.08	4.00	6.14	4.95
150	360	100	6.17	0.79	2.00	2.56	1.58	2.02	4.00	6.53	5.11
151	420	100	5.64	0.75	2.00	2.62	1.50	1.97	4.00	6.88	5.25

152	480	100	5.20	0.72	2.00	2.68	1.43	1.92	4.00	7.19	5.36
153	540	100	4.85	0.69	2.00	2.73	1.37	1.87	4.00	7.47	5.46
154	600	100	4.56	0.66	2.00	2.78	1.32	1.83	4.00	7.72	5.56
155	660	100	4.31	0.63	2.00	2.82	1.27	1.79	4.00	7.95	5.64
156	720	100	4.09	0.61	2.00	2.86	1.22	1.75	4.00	8.16	5.71
157	780	100	3.90	0.59	2.00	2.89	1.18	1.71	4.00	8.36	5.78
158	840	100	3.73	0.57	2.00	2.92	1.14	1.67	4.00	8.55	5.85
159	900	100	3.58	0.55	2.00	2.95	1.11	1.64	4.00	8.73	5.91
160	960	100	3.44	0.54	2.00	2.98	1.07	1.60	4.00	8.89	5.96
161	1020	100	3.32	0.52	2.00	3.01	1.04	1.57	4.00	9.05	6.02
162	1080	100	3.20	0.51	2.00	3.03	1.01	1.53	4.00	9.20	6.07
163	1140	100	3.10	0.49	2.00	3.06	0.98	1.50	4.00	9.34	6.11
164	1200	100	3.01	0.48	2.00	3.08	0.96	1.47	4.00	9.48	6.16
165	1260	100	2.92	0.47	2.00	3.10	0.93	1.44	4.00	9.61	6.20
166	1320	100	2.84	0.45	2.00	3.12	0.91	1.42	4.00	9.74	6.24
167	1380	100	2.77	0.44	2.00	3.14	0.88	1.39	4.00	9.86	6.28
168	1440	100	2.70	0.43	2.00	3.16	0.86	1.36	4.00	9.98	6.32
169	60	200	18.00	1.26	2.30	1.78	2.89	2.23	5.29	3.16	4.09
170	120	200	12.76	1.11	2.30	2.08	2.54	2.30	5.29	4.32	4.78
171	180	200	9.89	1.00	2.30	2.26	2.29	2.24	5.29	5.09	5.19
172	240	200	8.42	0.93	2.30	2.38	2.13	2.20	5.29	5.67	5.48
173	300	200	7.37	0.87	2.30	2.48	2.00	2.15	5.29	6.14	5.70
174	360	200	6.58	0.82	2.30	2.56	1.88	2.09	5.29	6.53	5.88
175	420	200	6.01	0.78	2.30	2.62	1.79	2.04	5.29	6.88	6.04
176	480	200	5.54	0.74	2.30	2.68	1.71	1.99	5.29	7.19	6.17
177	540	200	5.17	0.71	2.30	2.73	1.64	1.95	5.29	7.47	6.29
178	600	200	4.86	0.69	2.30	2.78	1.58	1.91	5.29	7.72	6.39
179	660	200	4.59	0.66	2.30	2.82	1.52	1.87	5.29	7.95	6.49
180	720	200	4.36	0.64	2.30	2.86	1.47	1.83	5.29	8.16	6.57
181	780	200	4.15	0.62	2.30	2.89	1.42	1.79	5.29	8.36	6.65
182	840	200	3.97	0.60	2.30	2.92	1.38	1.75	5.29	8.55	6.73
183	900	200	3.81	0.58	2.30	2.95	1.34	1.72	5.29	8.73	6.80
184	960	200	3.66	0.56	2.30	2.98	1.30	1.68	5.29	8.89	6.86
185	1020	200	3.53	0.55	2.30	3.01	1.26	1.65	5.29	9.05	6.92
186	1080	200	3.41	0.53	2.30	3.03	1.23	1.62	5.29	9.20	6.98
187	1140	200	3.31	0.52	2.30	3.06	1.20	1.59	5.29	9.34	7.03
188	1200	200	3.21	0.51	2.30	3.08	1.16	1.56	5.29	9.48	7.09
189	1260	200	3.11	0.49	2.30	3.10	1.14	1.53	5.29	9.61	7.13
190	1320	200	3.03	0.48	2.30	3.12	1.11	1.50	5.29	9.74	7.18
191	1380	200	2.95	0.47	2.30	3.14	1.08	1.47	5.29	9.86	7.22
192	1440	200	2.87	0.46	2.30	3.16	1.06	1.45	5.29	9.98	7.27
193	60	500	19.40	1.29	2.70	1.78	3.48	2.29	7.28	3.16	4.80
194	120	500	13.75	1.14	2.70	2.08	3.07	2.37	7.28	4.32	5.61
195	180	500	10.65	1.03	2.70	2.26	2.77	2.32	7.28	5.09	6.09
196	240	500	9.07	0.96	2.70	2.38	2.58	2.28	7.28	5.67	6.42
197	300	500	7.94	0.90	2.70	2.48	2.43	2.23	7.28	6.14	6.69
198	360	500	7.09	0.85	2.70	2.56	2.30	2.17	7.28	6.53	6.90
199	420	500	6.48	0.81	2.70	2.62	2.19	2.13	7.28	6.88	7.08
200	480	500	5.97	0.78	2.70	2.68	2.09	2.08	7.28	7.19	7.24
201	540	500	5.57	0.75	2.70	2.73	2.01	2.04	7.28	7.47	7.37
202	600	500	5.24	0.72	2.70	2.78	1.94	2.00	7.28	7.72	7.50
203	660	500	4.95	0.69	2.70	2.82	1.87	1.96	7.28	7.95	7.61
204	720	500	4.69	0.67	2.70	2.86	1.81	1.92	7.28	8.16	7.71

205	780	500	4.48	0.65	2.70	2.89	1.76	1.88	7.28	8.36	7.81
206	840	500	4.28	0.63	2.70	2.92	1.70	1.85	7.28	8.55	7.89
207	900	500	4.11	0.61	2.70	2.95	1.66	1.81	7.28	8.73	7.97
208	960	500	3.95	0.60	2.70	2.98	1.61	1.78	7.28	8.89	8.05
209	1020	500	3.81	0.58	2.70	3.01	1.57	1.75	7.28	9.05	8.12
210	1080	500	3.68	0.57	2.70	3.03	1.53	1.72	7.28	9.20	8.19
211	1140	500	3.56	0.55	2.70	3.06	1.49	1.69	7.28	9.34	8.25
212	1200	500	3.46	0.54	2.70	3.08	1.45	1.66	7.28	9.48	8.31
213	1260	500	3.35	0.53	2.70	3.10	1.42	1.63	7.28	9.61	8.37
214	1320	500	3.26	0.51	2.70	3.12	1.39	1.60	7.28	9.74	8.42
215	1380	500	3.18	0.50	2.70	3.14	1.35	1.58	7.28	9.86	8.47
216	1440	500	3.10	0.49	2.70	3.16	1.32	1.55	7.28	9.98	8.52
			SUMA	126.59	321.55	598.22	204.35	334.74	592.60	1683.69	890.54
				Y	**X1**	**X2**	**X1*Y**	**X2*Y**	**X1^2**	**X2^2**	**X1*X2**

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4.

Permiso de uso de aguas con fines de agrarios de la ANA

REPUBLICA DEL PERU

RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA Nº /61 – 2010-ANA/ALA-SICUANI.

Sicuani, 17 AGO 2010

VISTO:

El Expediente Administrativo de Registro Nº 0968-2009-ALA-Sicuani, de fecha 23-09-2009 presentado por el **Sr. Doroteo Taype Gonzales**, con DNI. Nº 24895557, presidente del Comité Regantes Yanaccollpa, quien solicita **Licencia de Uso de Agua con Fines Agrarios**, Sustentado con el proyecto **"Pequeño Sistema de Riego Espinar"**, captado del rio Cañipia, ubicado en el sector Puente Amistad colindantes entre las comunidades campesinas Anta Ccollana y Huisa Ccollana, distrito Yauri, provincia Espinar y departamento Cusco; y

MINISTERIO DE AGRICULTURA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA SICUANI

CONSIDERANDO:

Que, el solicitante ha tramitado con sujeción a los Dispositivos Legales en vigencia, Ley de Recursos Hídricos, Ley Nº 29338 y su Reglamento Decreto Supremo Nº 001-2010-AG, adjuntando todos los requisitos establecidos;

Que, a través de la Resolución Administrativa Nº 305-2008-ATDRS/DRAC-MINAG-GRC, de fecha 28-11-2008, se otorga Renovación de Permiso de Uso de Aguas con Fines Agrarios hasta por un (01) año, a favor del Comité de Regantes Yanaccollpa, captado del rio Cañipia, ubicado en la comunidad campesina Anta Ccollana, distrito Yauri, provincia Espinar y departamento Cusco;

Que, en la inspección ocular reglamentaria practicada por la Administración Local de Agua Sicuani, en el sector Puente Amistad del fuente rio Cañipia, el día 01 de julio del 2010, al aforar obtiene un caudal de Q=470.20 l/s. Asi mismo comprueba que las obras hidráulicas necesarias para el aprovechamiento de este recurso se encuentran concluidas y en funcionamiento de acuerdo al proyecto, sin perjudicar usos de terceros, el punto de captación se encuentra en el sector Puente Amistad colindantes entre las comunidades campesinas de Anta Ccollana y Huisa Ccollana, distrito Yauri, provincia Espinar y departamento Cusco;

Que, según el informe Nº 109-2010-MQL-ALA-Sicuani, recomienda otorgar Licencia de Uso de Agua con Fines Agrarios, a favor del solicitante, sustentado con el proyecto "Pequeño Sistema de Riego Espinar", ubicado esta fuente de agua río Cañipia, en la microcuenca Cañipia y cuenca Alto Apurimac;

Que, de acuerdo al artículo 15º y de conformidad a lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Transitoria de la Ley Recursos Hídricos, Ley Nº 29338, según la cual los procedimientos iniciados a partir de la entrada en vigencia de dicha Ley y en tanto se implementen las Autoridades Administrativas del Agua, las funciones de primera instancia son asumidas por las Administraciones Locales de Agua;

SE RESUELVE:

Articulo Primero.- Otorgar, **LICENCIA** de Uso de Aguas con Fines Agrarios en Bloque, a favor del **Comité de Regantes Yanaccollpa**, captado del río Cañipia con un caudal aforado de Q=470.20 l/s., siendo el **caudal otorgado de Q=100.00 l/s.**, requerido de acuerdo al diseño del proyecto "Pequeño Sistema de

Riego Espinar", ubicado en el sector Puente Amistad, colindante entre las comunidades campesinas Anta Ccollana y Huisa Ccollana, distrito Yauri, provincia Espinar, departamento Cusco.

Siendo la ubicación de los puntos de captación en coordenadas UTM. con el caudal otorgado:

Nombre del Fuente	Coordenadas UTM Punto de Captación		Altitud (m.s.n.m.)	Caudal Otorgado (l/s)
Río Cañipia	8,361,989 N	241,646 E	3,905	100.00

Artículo Segundo.- La presente Licencia estará sujeta al pago de la Retribución Económica con Fines Agrarios, que anualmente fija Ministerio de Agricultura; en concordancia con los artículos 90° y 91° estipulados en la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. El incumplimiento del pago por un periodo de dos años consecutivos trae consigo la caducidad de la Licencia otorgada.

Artículo Tercero.- Actualizar el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua - RADA, inscribiendo la Licencia otorgada en este documento.

Artículo Cuarto.- Notificar y hacer de conocimiento la presente Resolución Administrativa a la Autoridad Nacional del Agua - ANA, Junta de Usuarios del Distrito de Riego Sicuani, interesados y público en general para su cumplimiento y los efectos de Ley.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE

MINISTERIO DE AGRICULTURA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA SICUANI

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA SICUANI

Alfredo Esquivel Laurente
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA

Anexo 5.

Solicitud de permiso para estudios en el sistema de riego Yanaccollpa

SOLICITO PERMISO PARA ESTUDIOS EN EL SISTEMA DE RIEGO YANACOLLPA

SEÑOR:

PRESIDENTE Y CONSEJO DIRECTIVO DEL COMITÉ DE USUARIOS DE AGUA YANACOLLPA,UBICADO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SUERO Y CAMA DEL DISTRITO DE YAURI,PROVINCIA DE ESPINAR.

Sr. FRANCISCO HUAMANI CORDOVA

Yo, **VERONICA CARDENAS UMIYAURI;** identificado con DNI N° 76699911, Domicilio en Avenida el Sol 714 distrito de Yauri, Espinar, Cusco ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que, mediante el presente documento recurro ante Ud. Sr. Presidente y su consejo directivo del comité de usuarios de agua Yanacollpa,ubicado en la comunidad campesina Suero y Cama del distrito de Yauri,provincia de Espinar, departamento de Cusco, que siendo nieta de la comunera Honorata Huisa de Cárdenas y siendo bachiller de la Universidad Católica de Santa Maria de la Escuela profesional de ingeniería civil con el plan de tesis aprobado "*Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico-estructural del sistema de riego Yanacollpa de la Comunidad de Suero y Cama, Provincia de Espinar, departamento de Cusco*" para el cumplimiento de tal solicito realizar un levantamiento topográfico al canal de riego existente, así como aguas arriba del puente La Amistad ,así mismo muestras de suelo para su estudio en laboratorio.

Mi persona se compromete que al culminar el trabajo de tesis en dejar una copia al consejo directivo.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Señor Presidente y suconsejo directivo del comité de usuarios de agua Yanacollpa acceder a mi solicitud por ser de justicia, agradeciendo por anticipado su pronta respuesta.

Yauri, Espinar, 05 de Septiembre del 2021

COMITÉ DE USUARIOS DE AGUA YANACOLLPA
FRANCISCO HUAMANI CÓRDOVA
DNI: 24871329
PRESIDENTE

VERONICA CARDENAS UMIYAURI
DNI° 76699911

Anexo 6.

Padrón de usuarios Yanacollpa

PADRON DE USUARIOS DE AGUA

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS DE AGUA: Comité de usuarios de agua YANACOLLPA

SECTOR Y SUBSECTOR HIDRAULICO: SUERO Y CAMA

RECIBIDO: 01/09/2021

N°	DATOS DE LA PERSONA			UBICACIÓN DEL PREDIO O UNIDAD PRODUCTIVA							Sub Sector Hidráulico	DATOS DEL USO DEL AGUA		
	Apellidos y Nombres / RAZÓN SOCIAL	Documento de Identidad: DNI / RUC	Documento de Identidad: Nº Documento	Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Unidad Catastral	Área Total (ha)	Área bajo riego (ha)		Clase de Uso	Tipo de Uso	Volumen Agua Usada (m³)
1	VICENTE A QUISPE HUACHACA	24	862356	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
2	FRANSISCA A. HUAYHUA DE QUISPE	24	866466	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
3	GUILLERMO QUISPE HUAYHUA	24	889425	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
4	ROLANDO MAMANI CHOQUE			CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
5	CARLOS CASERES CHILO	24	862860	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3H	½ H		PROD	AGRARIO	
6	ABDON CASERES SUPHO	24	893756	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
7	LUCILA ANCCO SULLA	24	861394	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
8	EUSEBIA HANCCO HUARACHA	24	866244	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H.		PROD	AGRARIO	
9	GIOVANY MAMANI CHIRME	40	393935	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
10	ADELINO CARDENAS HUISA	24	891954	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
11	FLORENCIO UMIYAURI PAUCCARA	24	861952	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
12	BENGNO CASERES COLQUE	40	834542	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
13	EDGAR F. FERNANDES HANCCO	40	492699	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
14	DANIEL CUTIRI NARREA	80	482668	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
15	JUAN H. HUISA JORDAN	24	884021	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	

Rolfio Cuno Huallcallo
DNI: 43357371
3er CONSEJERO AGRARIO

PADRON DE USUARIOS DE AGUA

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN DE USUARIOS DE AGUA: Comité de usuarios de agua YANACCOLPA

SECTOR Y SUBSECTOR HIDRAULICO: Sucso y Cauia

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO ALTO APURIMAC
RECIBIDO
FECHA: 01/09/2021
N° DE REGISTRO:
HORA: FOLIO:
RECIBIDO:

N°	DATOS DE LA PERSONA			UBICACIÓN DEL PREDIO O UNIDAD PRODUCTIVA							Sub Sector Hidráulico	DATOS DEL USO DEL AGUA		
	Apellidos y Nombres / RAZÓN SOCIAL	Documento de Identidad		Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Unidad Catastral	Área Total (ha)	Área bajo riego (ha)		Clase de Uso	Tipo de Uso	Volumen Agua Usada (m³)
		DNI / RUC	Nº Documento											
120	URIEL CCOLQUE LAROTA	46	571577	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
121	CECILIA MAMANI CONDORI			CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
122	ADRIANA CARLOS HUISA	24	888693	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½ H		PROD	AGRARIO	
123	LEONARDA CONDORI SULLA	24	866131	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			—	½ H		PROD	AGRARIO	
124	ANGEL MERMA PHOCCORI	24	870776	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
125	CACIMIRA MENDOZA VDA D PERALTA			CUSCO	ESPINAR	ESPINAR			3.H	½.H		PROD	AGRARIO	
—														

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO ALTO APURIMAC
Teofilo Usca Hanccoccaño
DNI 43357371
1er CONSEJERO AGRARIO

Anexo 7.

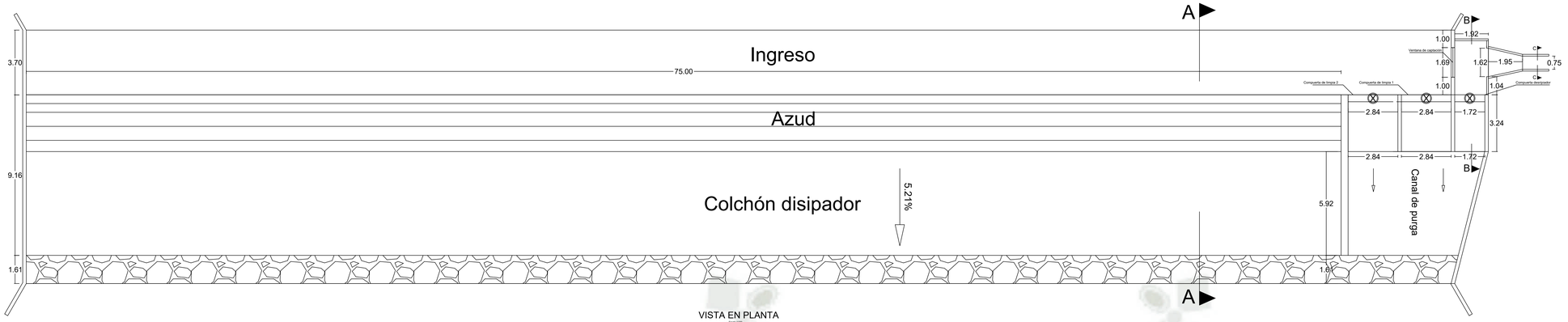
Lista de planos

Plano de la bocatoma Yanacollpa y detalles

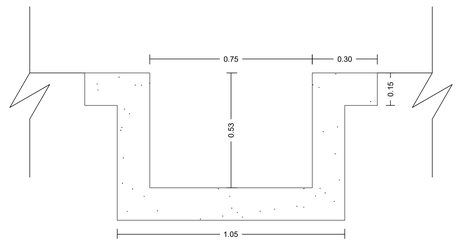
Planos de cortes aguas arriba del puente La Amistad

Planos de cortes aguas abajo del puente La Amistad

Planos del canal de regadío existente

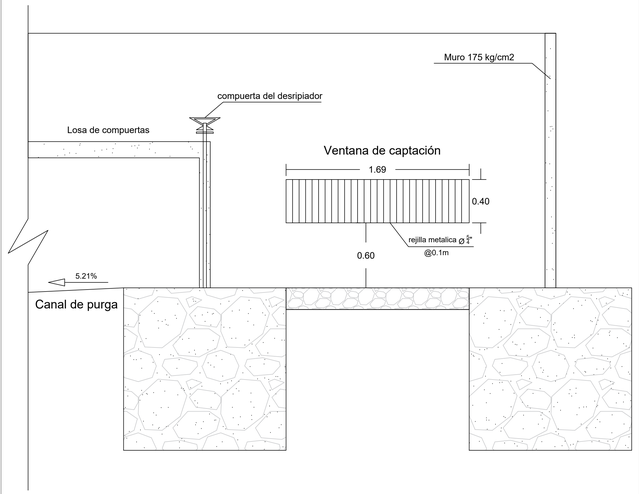


VISTA EN PLANTA



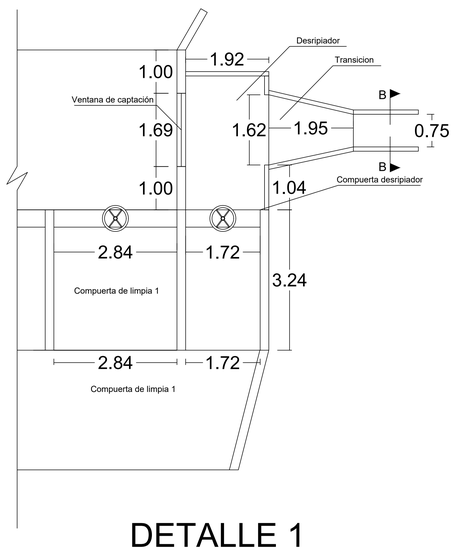
CORTE C-C

Escala 1/10



CORTE B-B

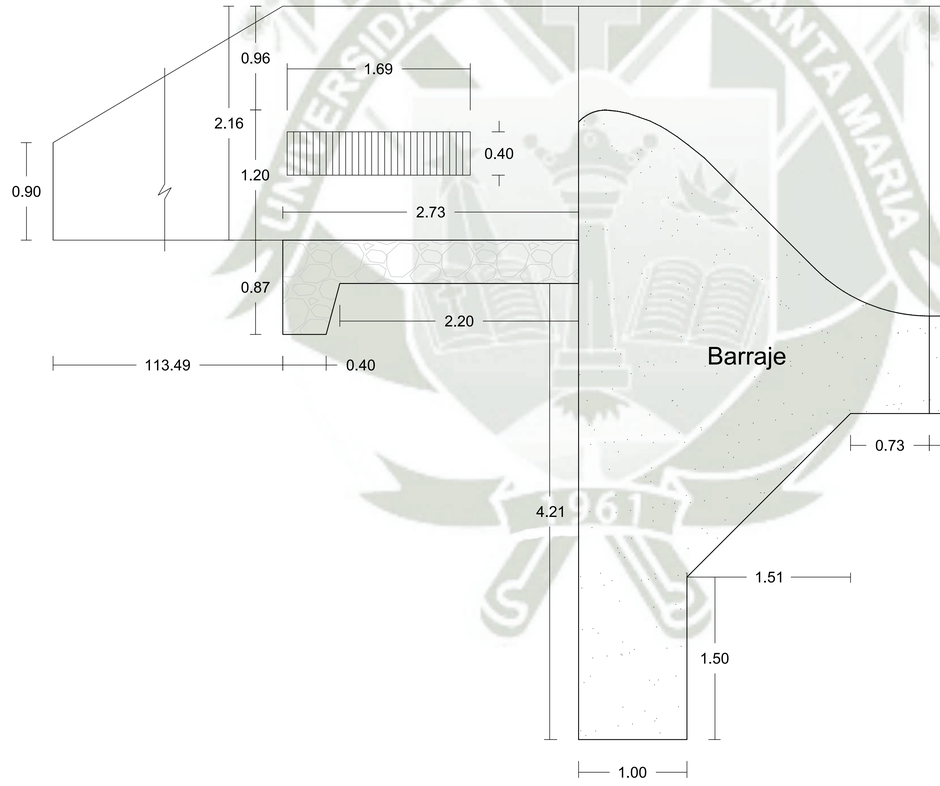
Escala 1/20

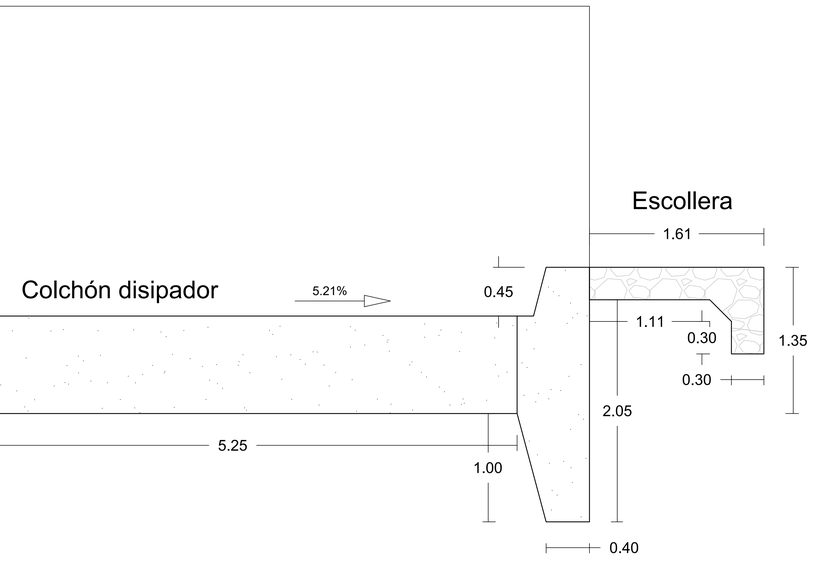


DETALLE 1

Escala 1/50

Muro de encauzamiento h=2.16m

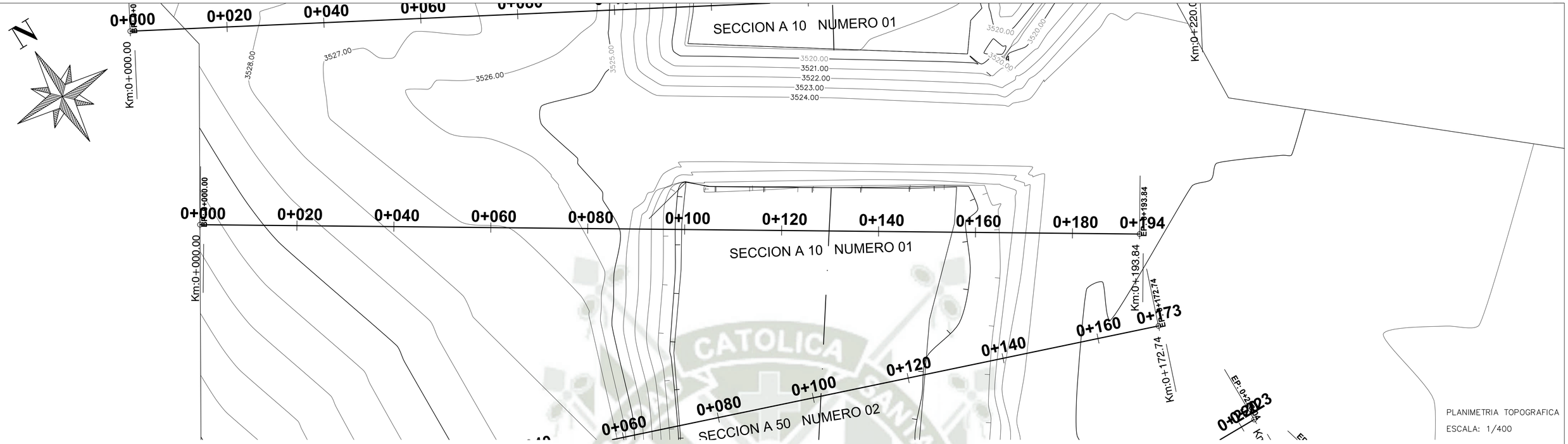




CARTA A-A

Escala 1/20

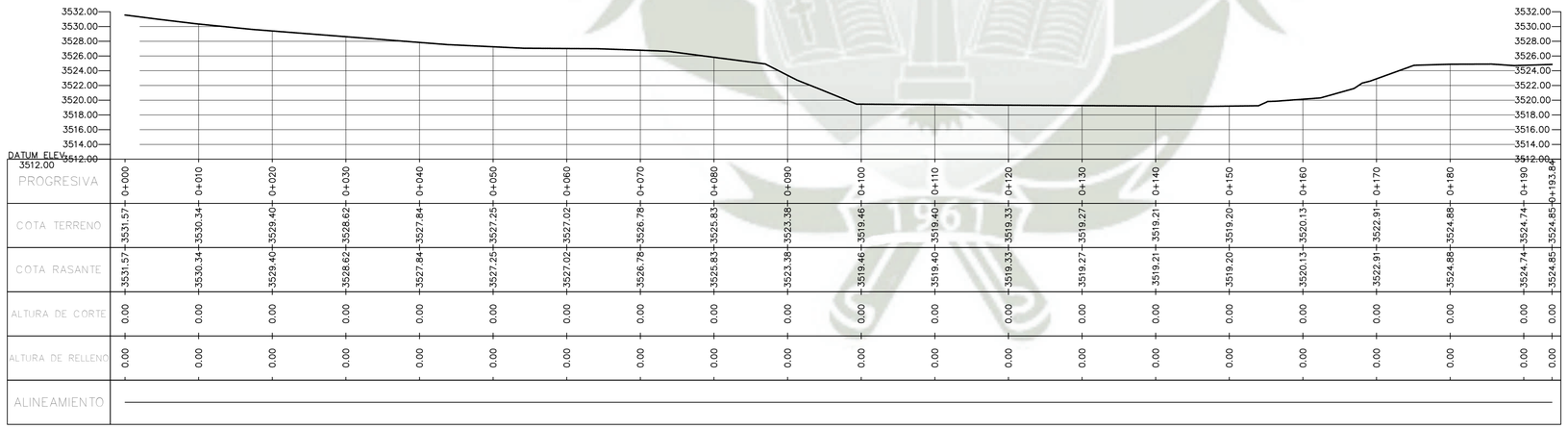
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
TESIS:	"Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico - estructural del sistema de riego Yanacollpa de la comunidad de Suero y Cama,provincia de Espinar,departamento de Cusco"		
LAMINA:	PL-01	ELABORADO POR:	Verónica Cárdenas Umiyauri
FECHA:	28/05/2022	PLANO:	Bocatoma Yanacollpa
ESCALA:	Indicadas	UBICACION:	Cusco - Espinar -Yauri



PLANIMETRIA TOPOGRAFICA
ESCALA: 1/400

SECCION A 10m AGUAS ARRIBA - NUMERO 01

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+193.84

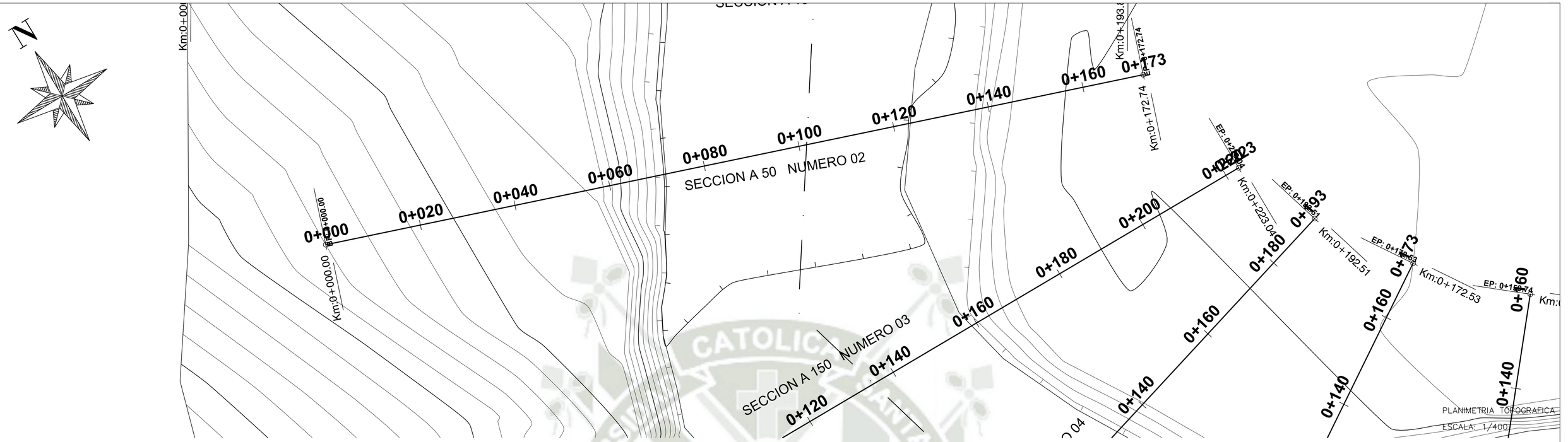


PERFIL TOPOGRAFICO
ESCALA: 1/400

SECCION A 50m AGUAS ARRIBA - NUMERO 02

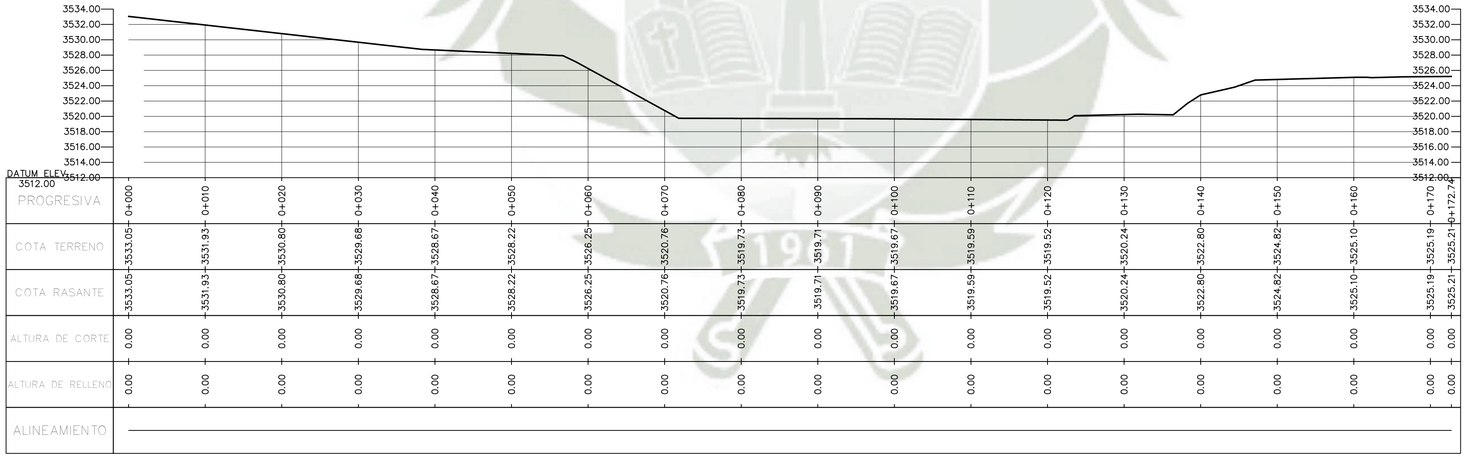
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+172.74

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+193.84	LAMINA: PPL-08
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 08 A 10 METROS AGUAS ARRIBAO NUMERO 01	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	



SECCION A 50m AGUAS ARRIBA - NUMERO 02

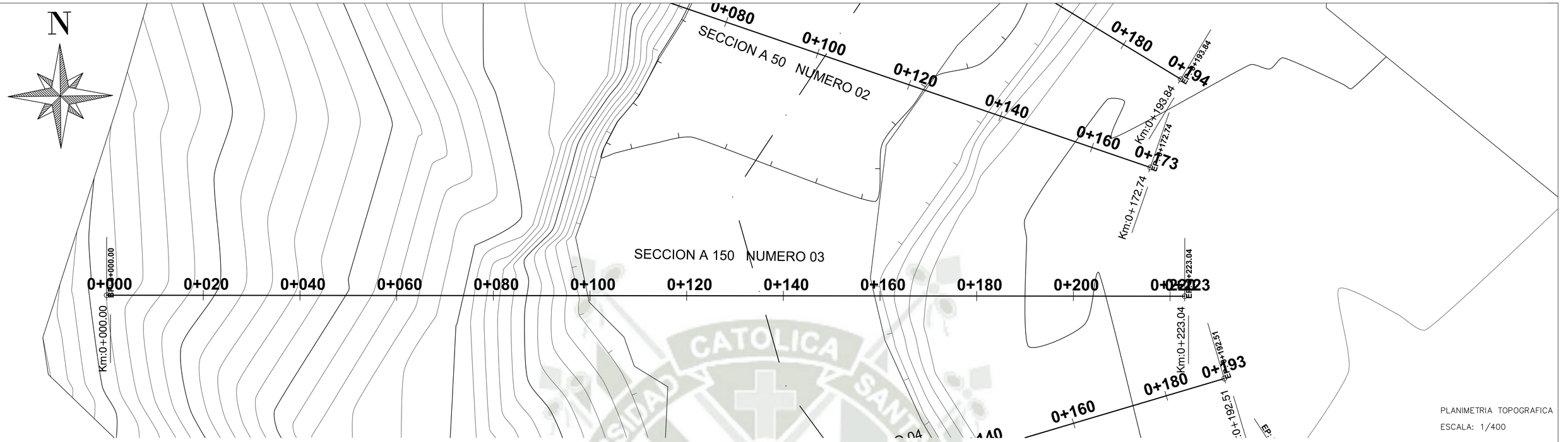
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+172.74



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+172.00	LAMINA: PPL-09
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 09 A 50 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 02	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

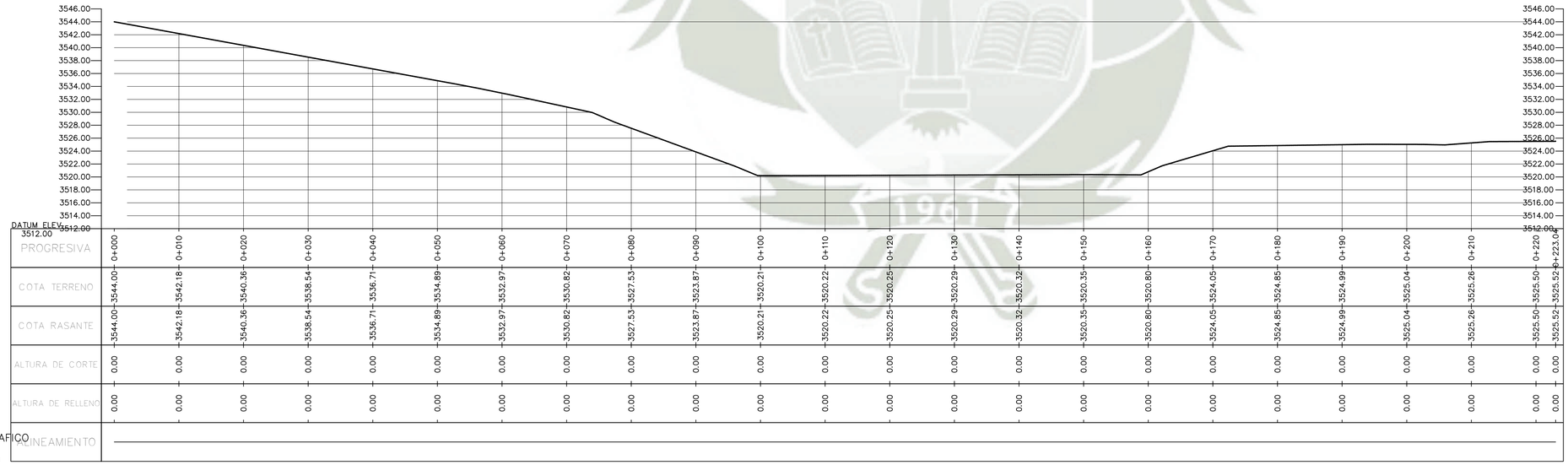


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 100m AGUAS ARRIBA - NUMERO 03

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+223.04



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

DIBUJO:: SECCION 10 A 150 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 03	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

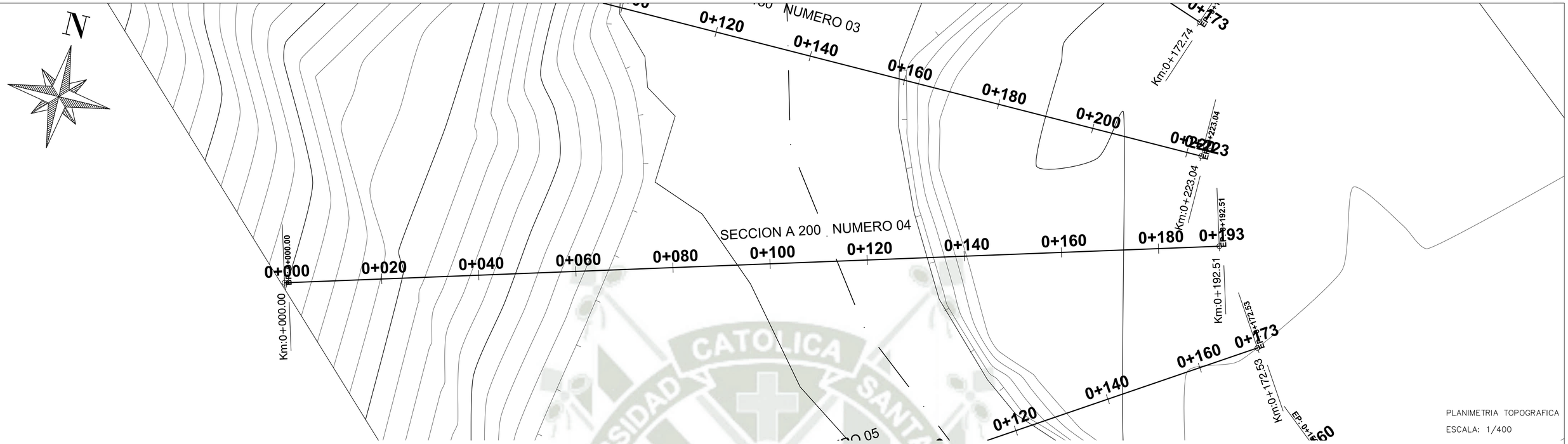
PLANO:

PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+223.00

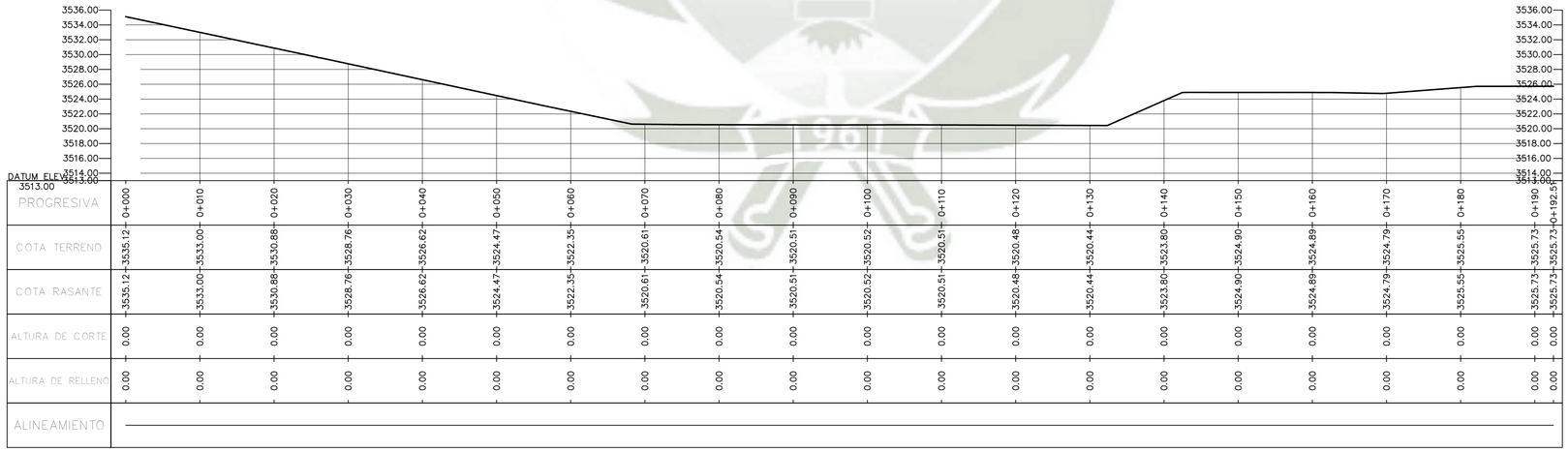
LAMINA:

PPL-10



SECCION A 200m AGUAS ARRIBA - NUMERO 04

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+192.51



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:

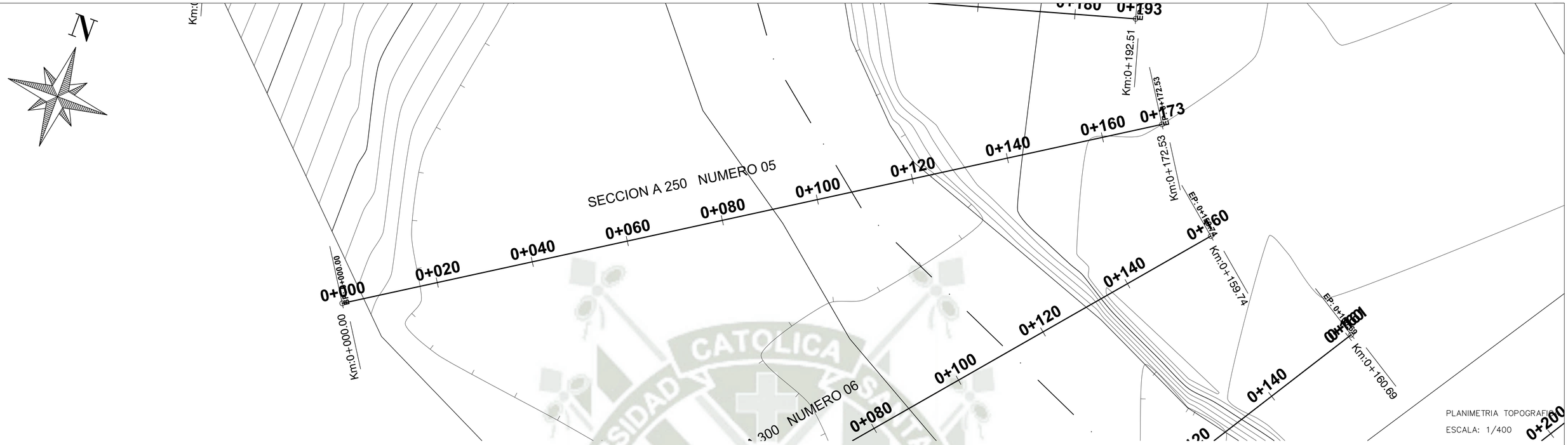
PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+152.51

LAMINA:

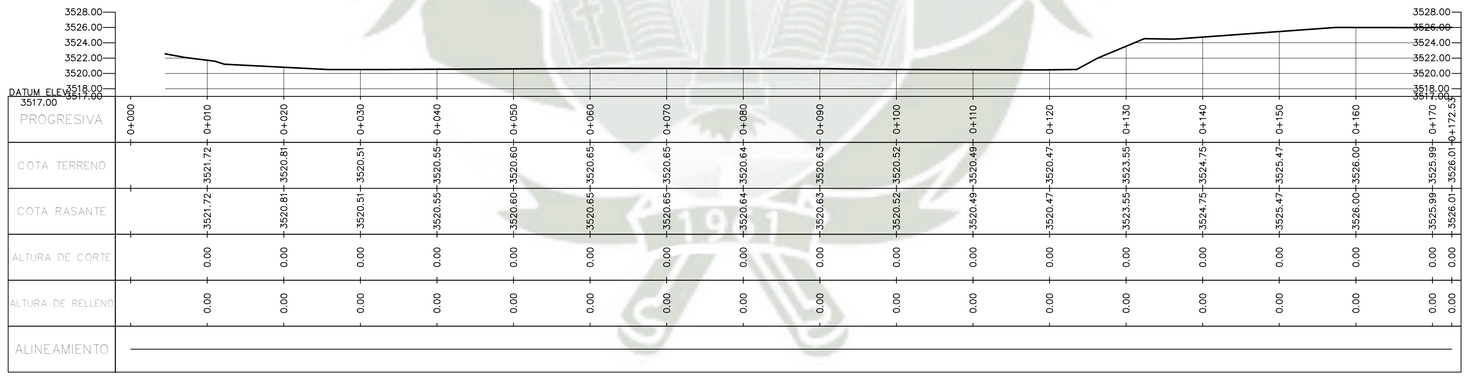
PPL-11

DIBUJO::	DIBUJO:	REVISA:	DATUM:	REGION:	ESCALA:
SECCION 11 A 200 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 04	VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI		WGS-84	CUSCO	1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	



SECCION A 250m AGUAS ARRIBA - NUMERO 05

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+172.53

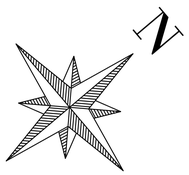


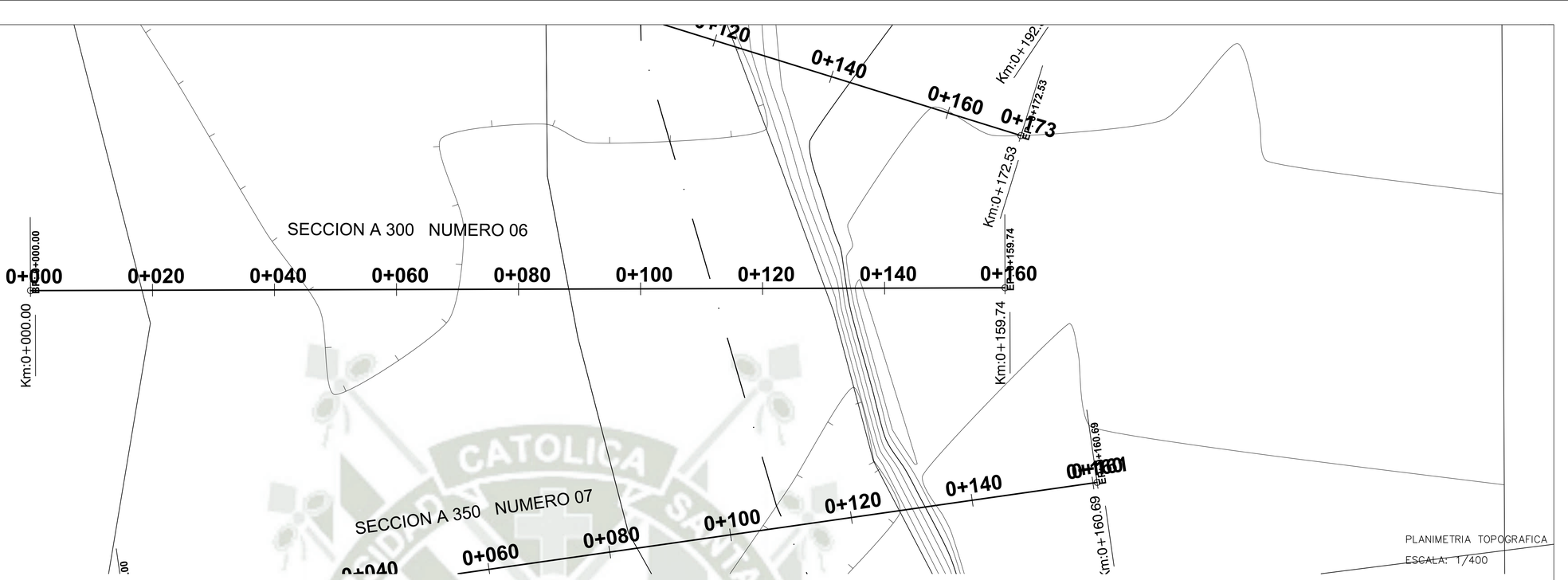
PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

SECCION A 300m AGUAS ARRIBA - NUMERO 06

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+172.53	LAMINA: PPL-12
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 12 A 250 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 05	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO / PROVINCIA: ESPINAR / DISTRITO: ESPINAR	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM		FECHA: MARZO



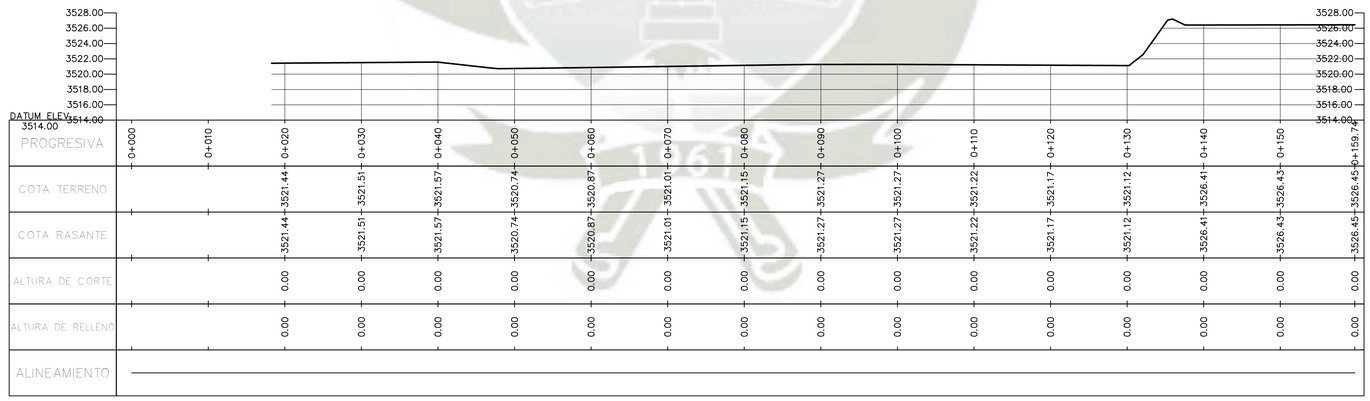


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 300m AGUAS ARRIBA - NUMERO 06

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+159.74



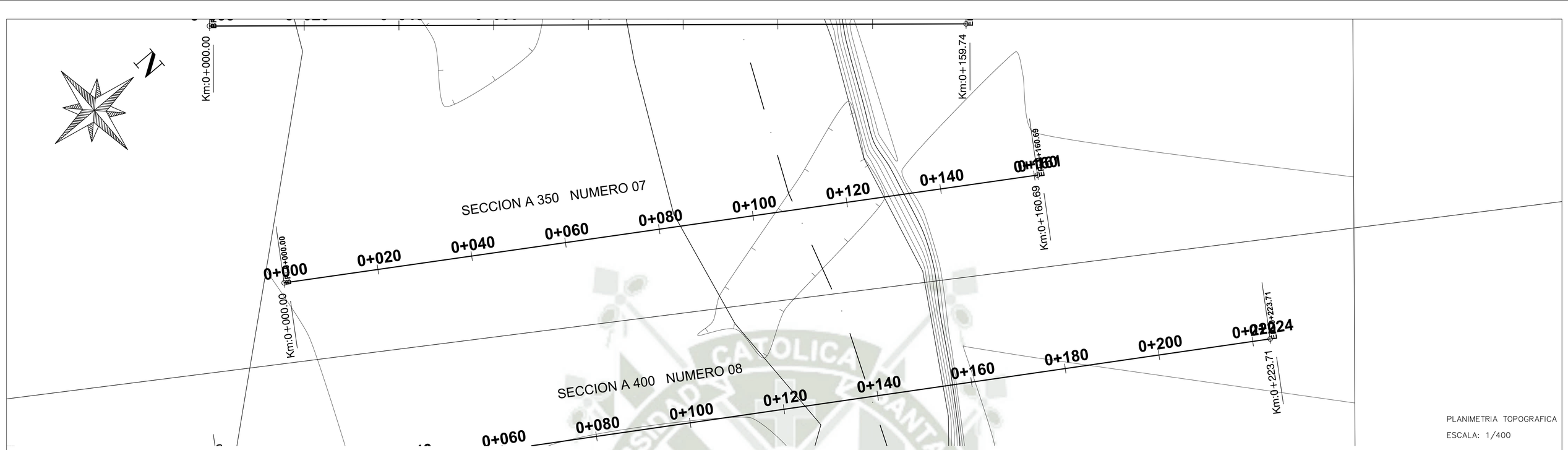
PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

SECCION A 350m AGUAS ARRIBA - NUMERO 07

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+160.69

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+159.74	LAMINA: PPL-12
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 13 A 300 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 06	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA: APRUEBA:	DATUM: WGS-84 SISTEMA DE PROYECCION: UTM	REGION: CUSCO PROVINCIA: ESPINAR DISTRITO: ESPINAR	ESCALA: 1/400 FECHA: MARZO

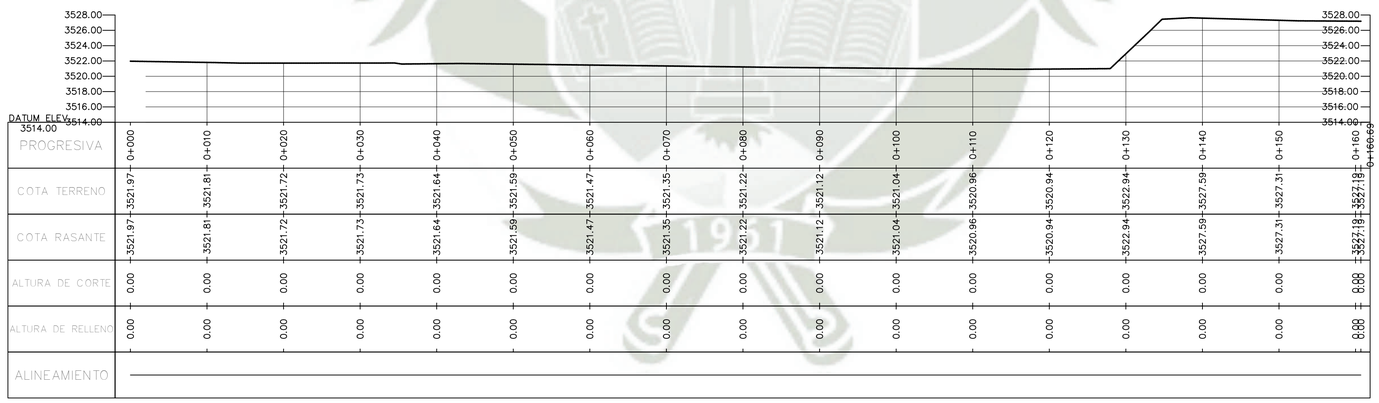


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 350m AGUAS ARRIBA - NUMERO 07

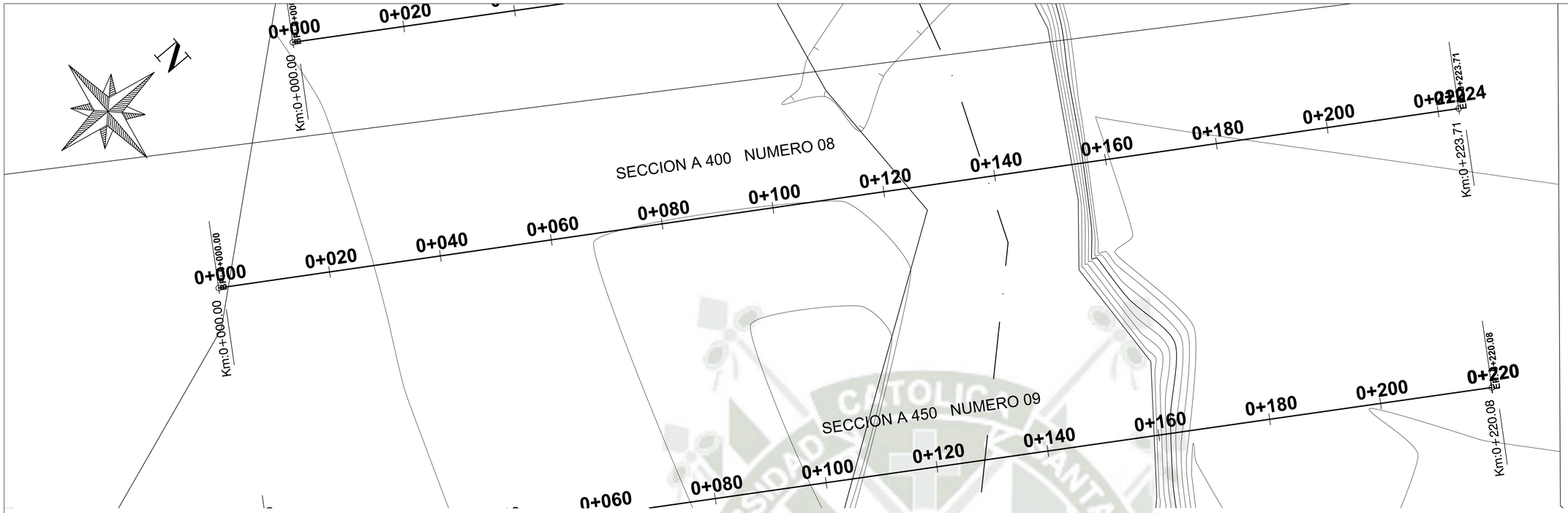
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+160.69



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+160	LAMINA: PPL-13
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 14 A 350 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 07	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

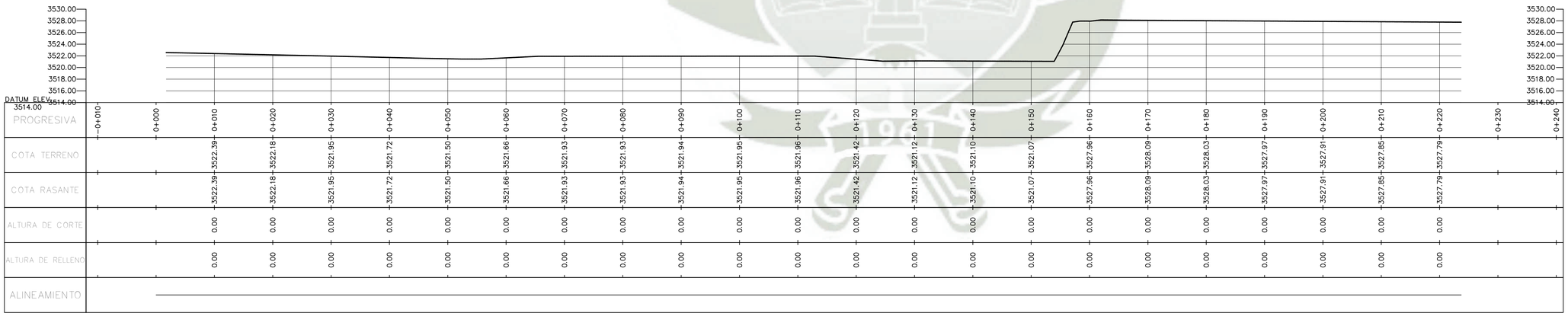


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 400m AGUAS ARRIBA - NUMERO 08

PERFIL LONGITUDINAL -0+010.00 – 0+240.00



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:

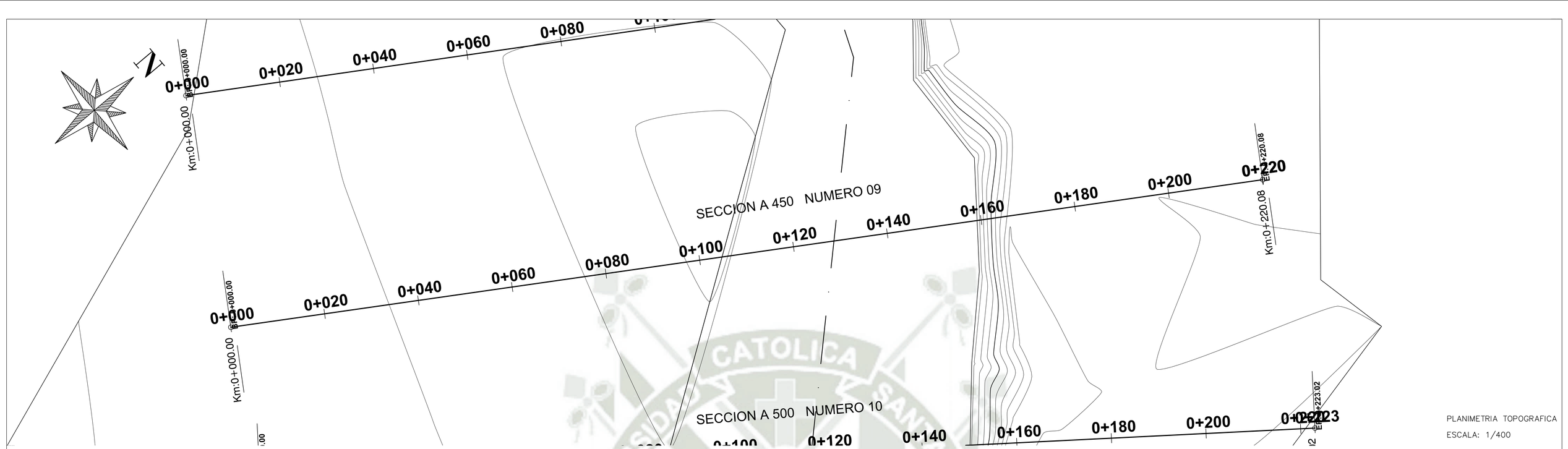
PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+240

LAMINA:

PPL-14

DIBUJO::	DIBUJO:	REVISA:	DATUM:	REGION:	ESCALA:
SECCION 15 A 400 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 08	VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI		WGS-84	CUSCO	1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

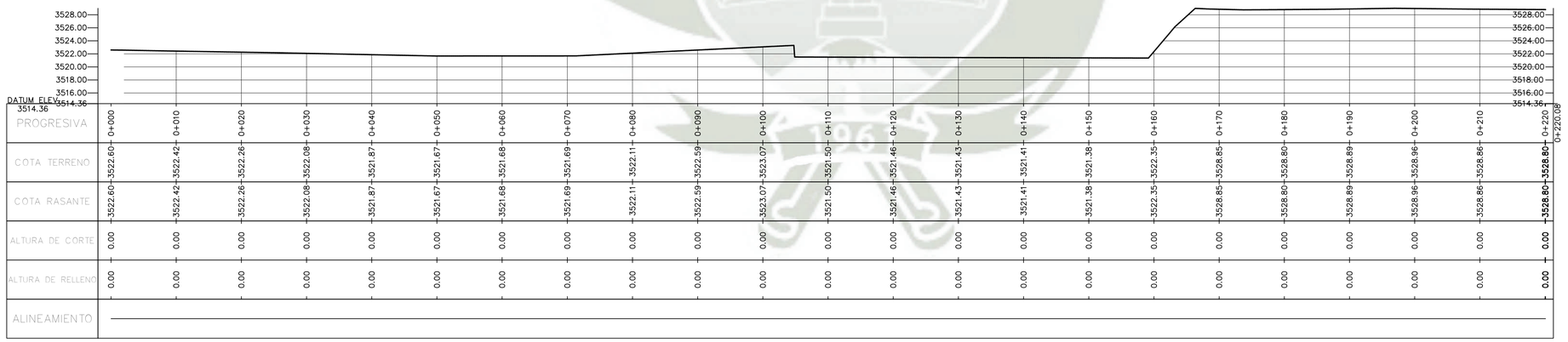


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 450m AGUAS ARRIBA - NUMERO 09

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+220.08



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:

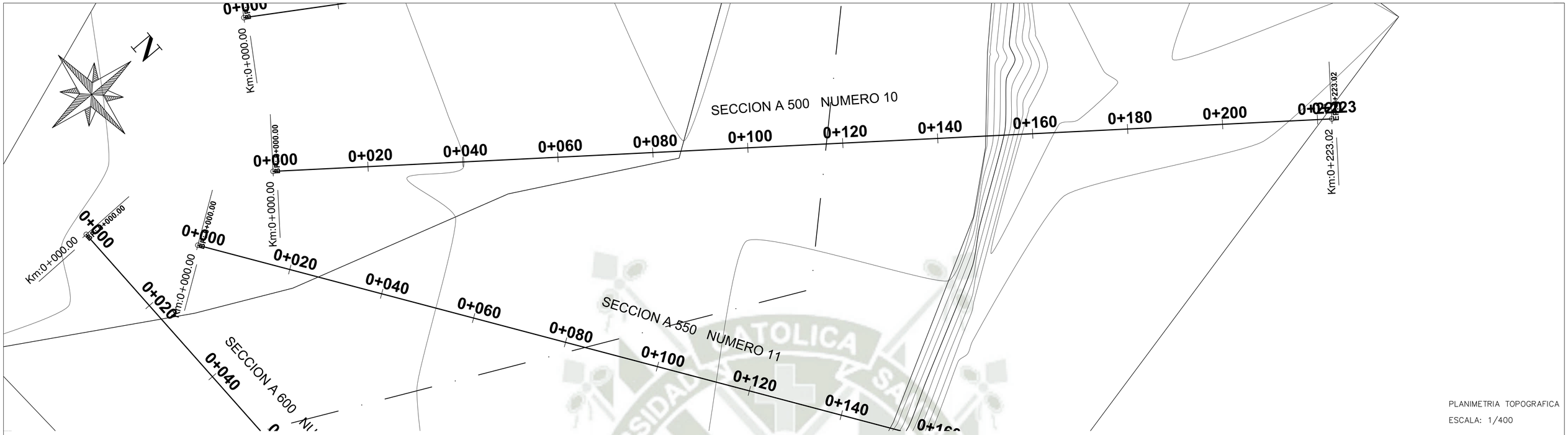
PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+220.08

LAMINA:

PPL-15

DIBUJO::	DIBUJO:	REVISA:	DATUM:	REGION:	ESCALA:
SECCION 16 A 450 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 09	VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI		WGS-84	CUSCO	1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

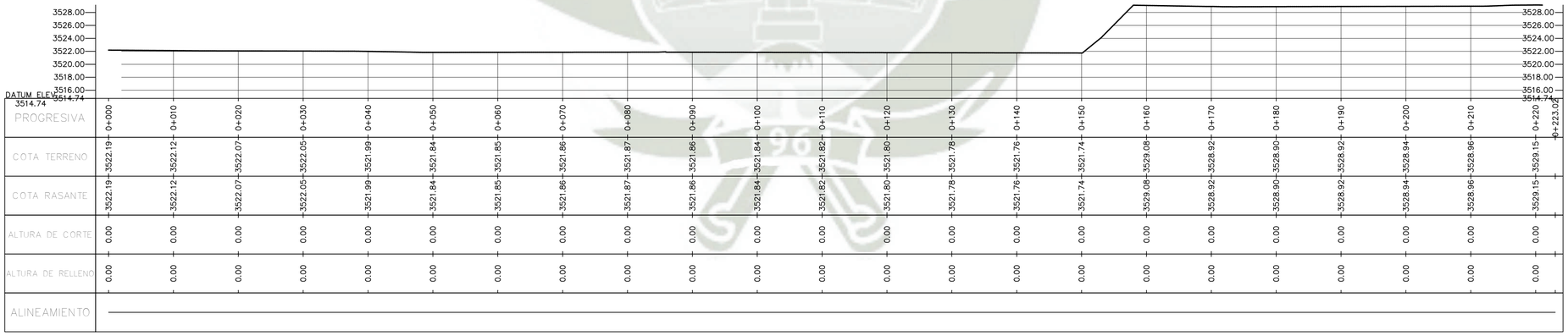


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 500m AGUAS ARRIBA - NUMERO 10

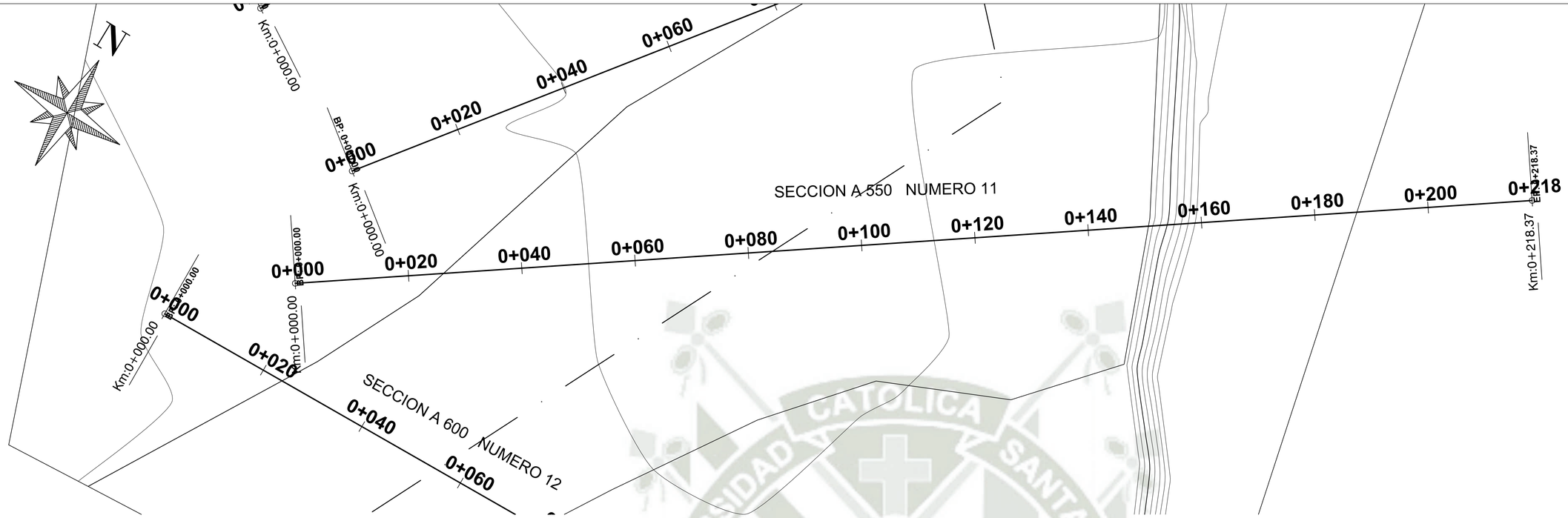
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+223.02



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+223	LAMINA: PPL-16
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 17 A 500 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 10	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO / PROVINCIA: ESPINAR / DISTRITO: ESPINAR	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM		FECHA: MARZO

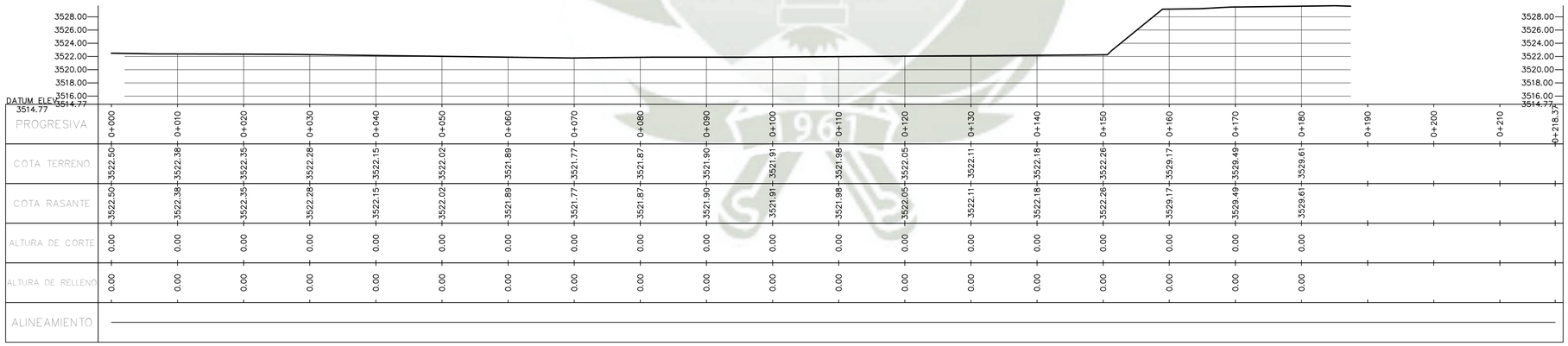


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 550m AGUAS ARRIBA - NUMERO 11

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+218.37



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

DIBUJO:: SECCION 18 A 550 METROS AGUAS ARRIBA NUMERO 11	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

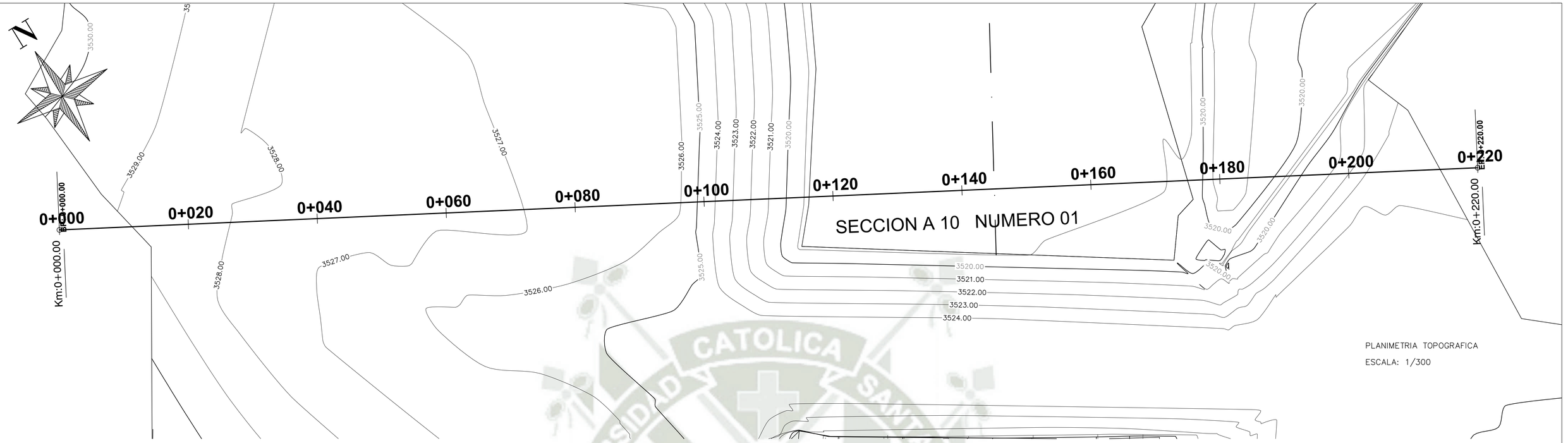
PLANO:

PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+218.37

LAMINA:

PPL-17

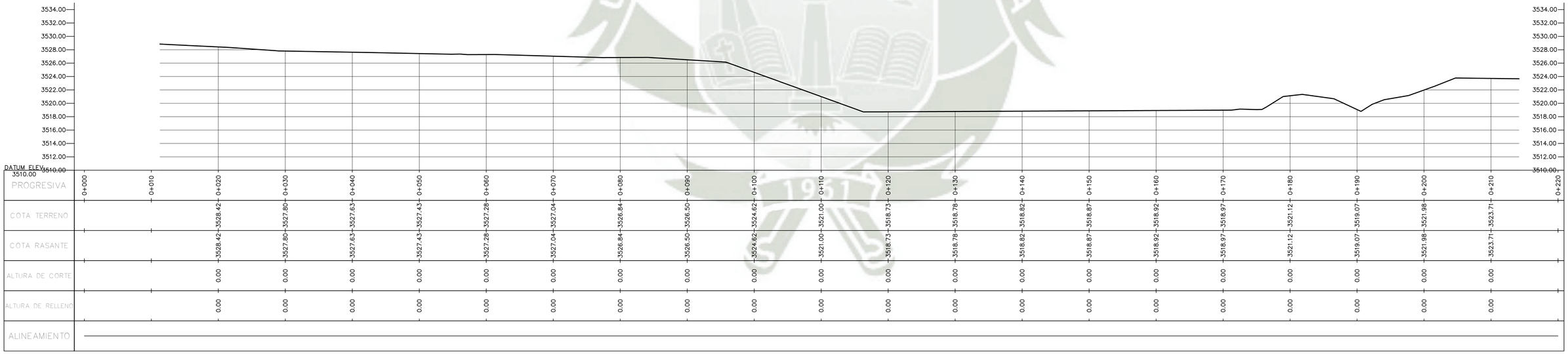


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/300

SECCION A 10m AGUAS ABAJO DE PUENTE DONDE INICIA LA CAPTACION - NUMERO 01

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+220.00



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/300

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:

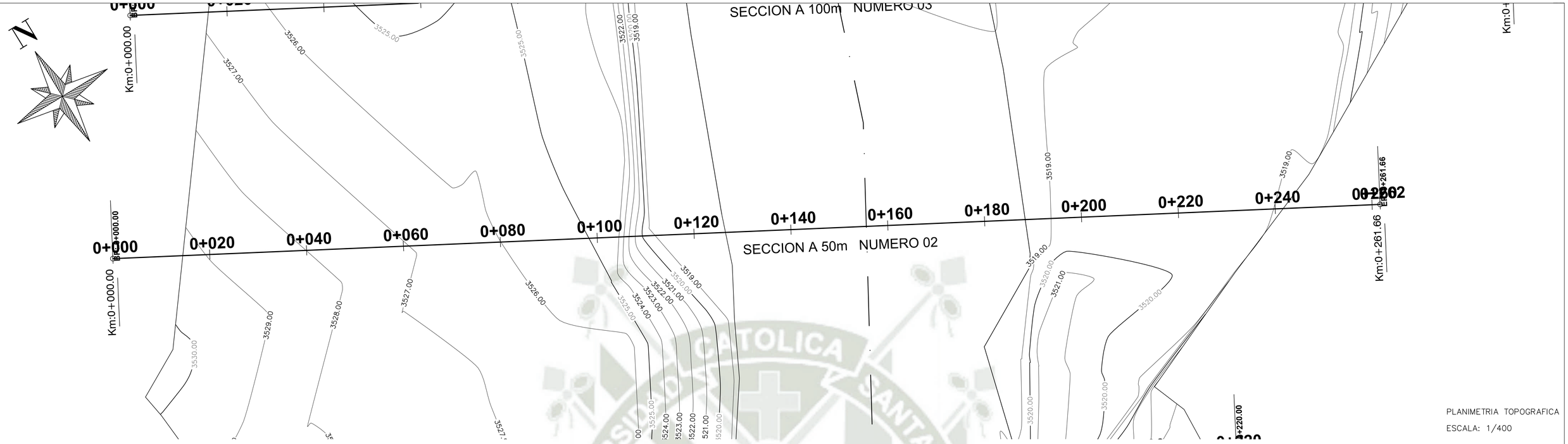
PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+0220

LAMINA:

PPL-01

DIBUJO: SECCION 01 A 10 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 01	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/300
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

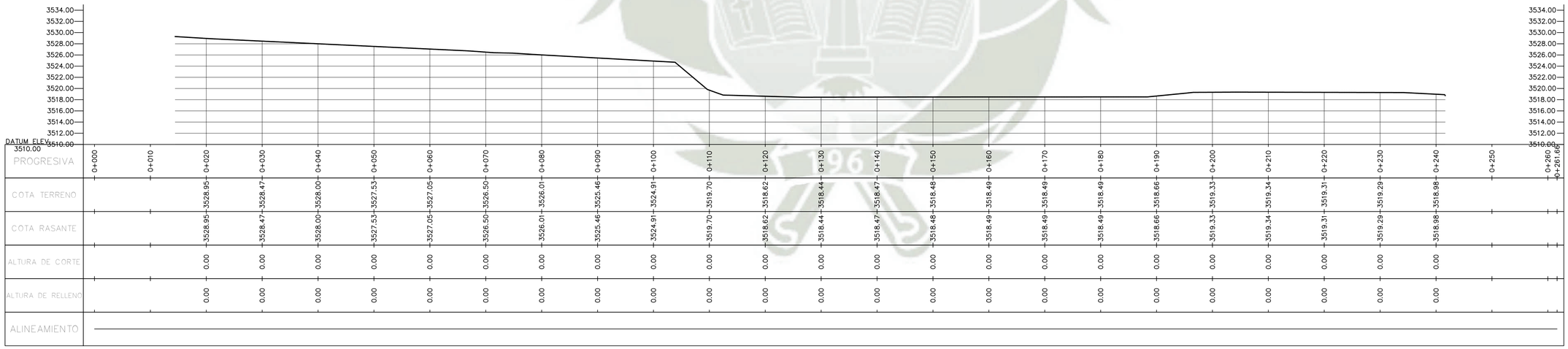


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 50m AGUAS ABAJO - NUMERO 02

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+261.66



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+0261.66

LAMINA: PPL 02

DIBUJO:: SECCION 02 A 50 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 02

DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI

DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI

REVISA:

APRUEBA:

DATUM: WGS-84

SISTEMA DE PROYECCION: UTM

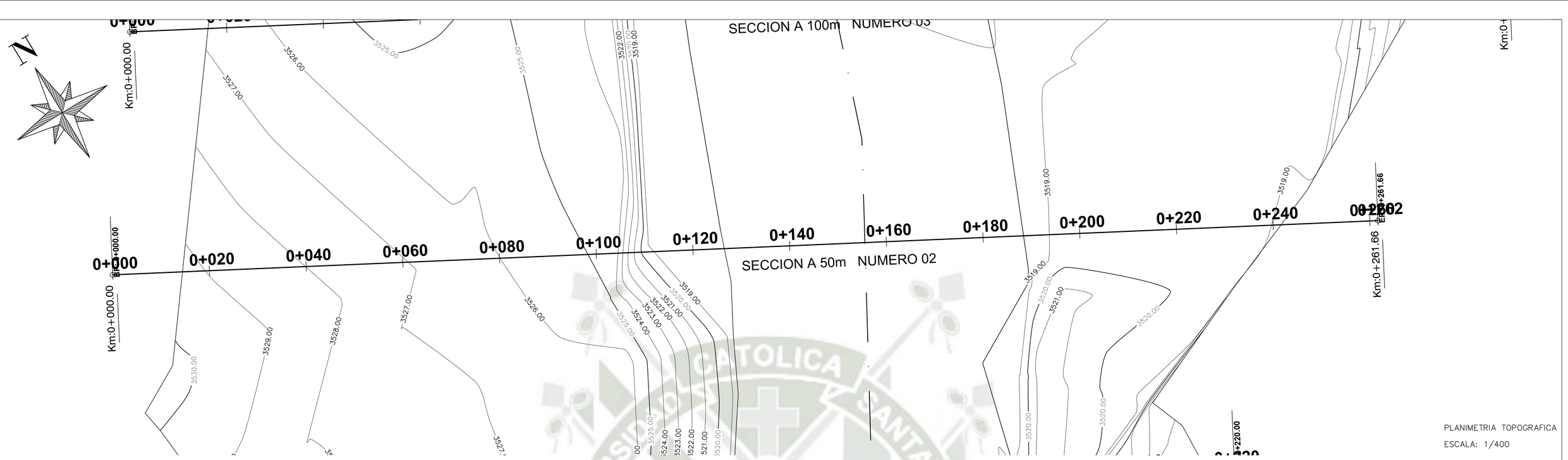
REGION: CUSCO

PROVINCIA: ESPINAR

DISTRITO: ESPINAR

ESCALA: 1/400

FECHA: MARZO

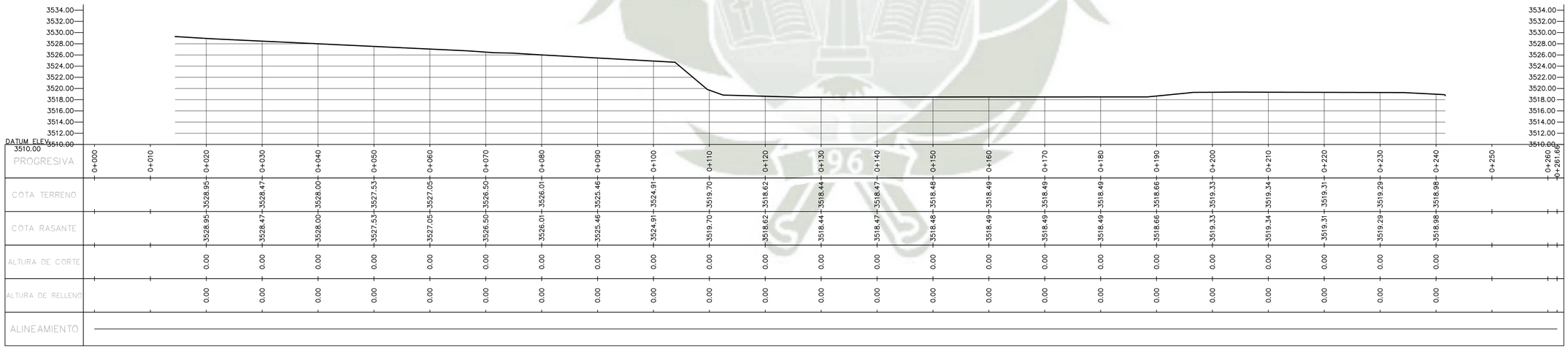


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 50m AGUAS ABAJO - NUMERO 02

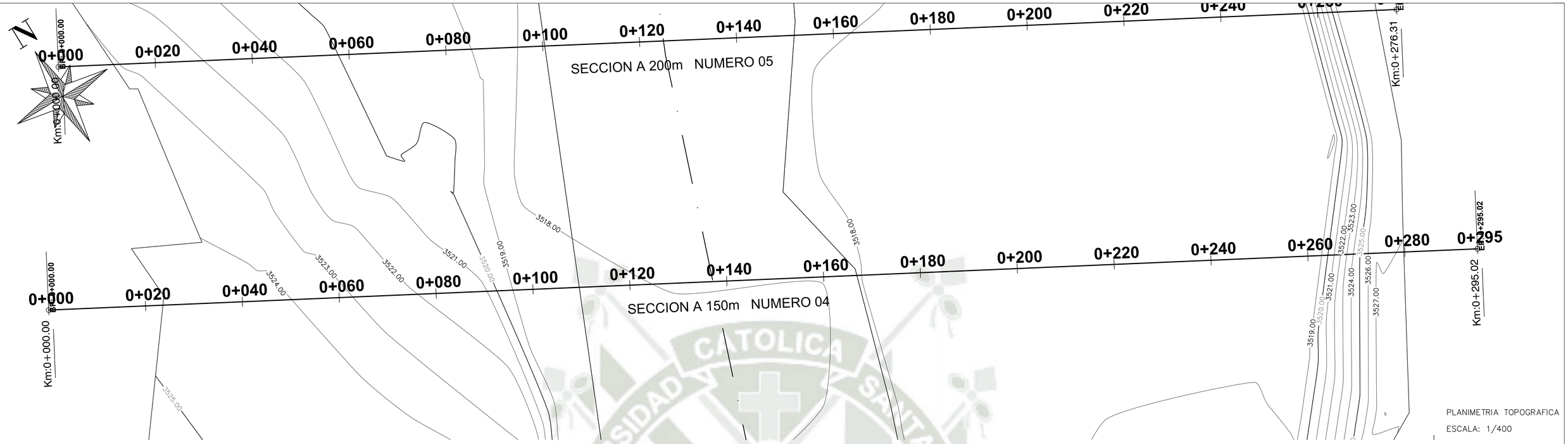
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+261.66



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+0261.66	LAMINA: PPL-02
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 03 A 50 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 02	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

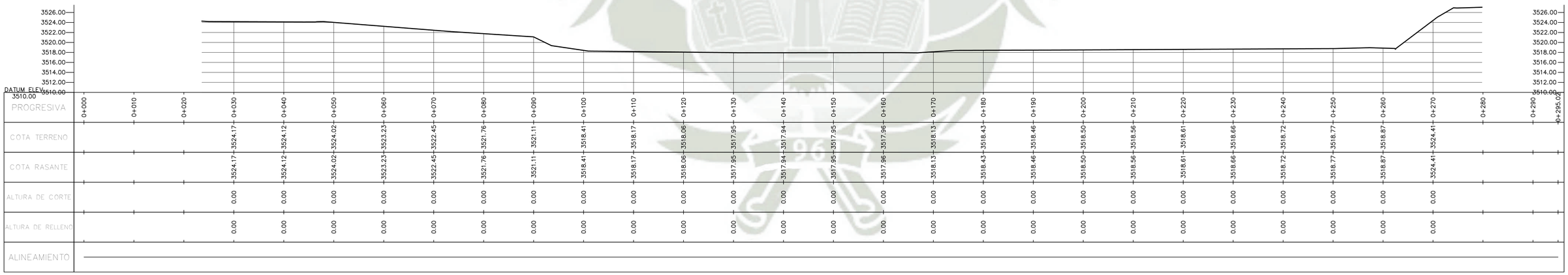


PLANIMETRIA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1/400

SECCION A 150m AGUAS ABAJO - NUMERO 04

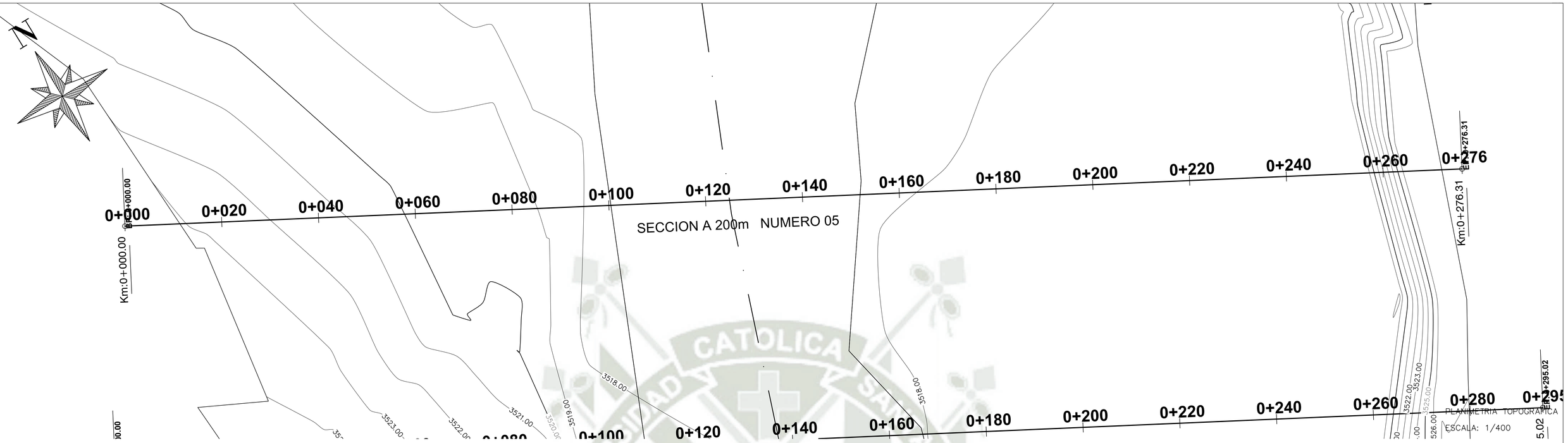
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+295.02



PERFIL TOPOGRAFICO

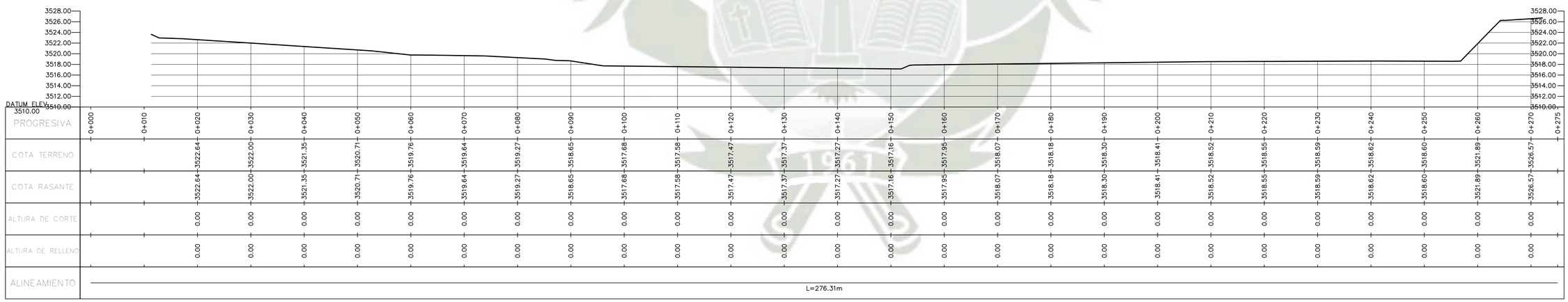
ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+0295	LAMINA: PPL 04
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 04 A 150 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 04	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	



SECCION A 200m AGUAS ABAJO - NUMERO 05

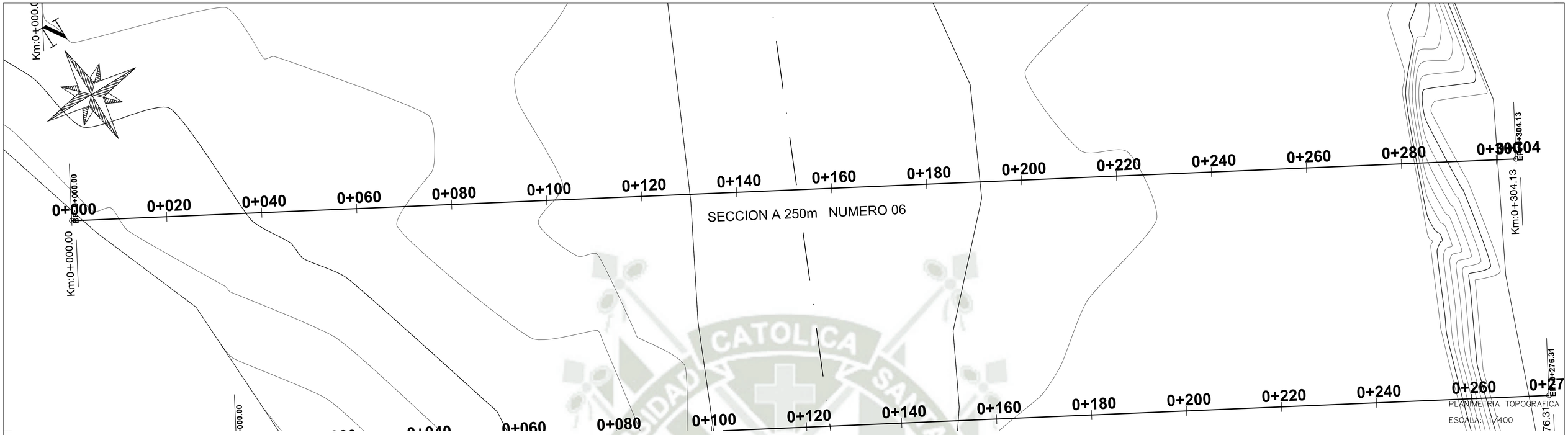
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+275.00



PERFIL TOPOGRAFICO

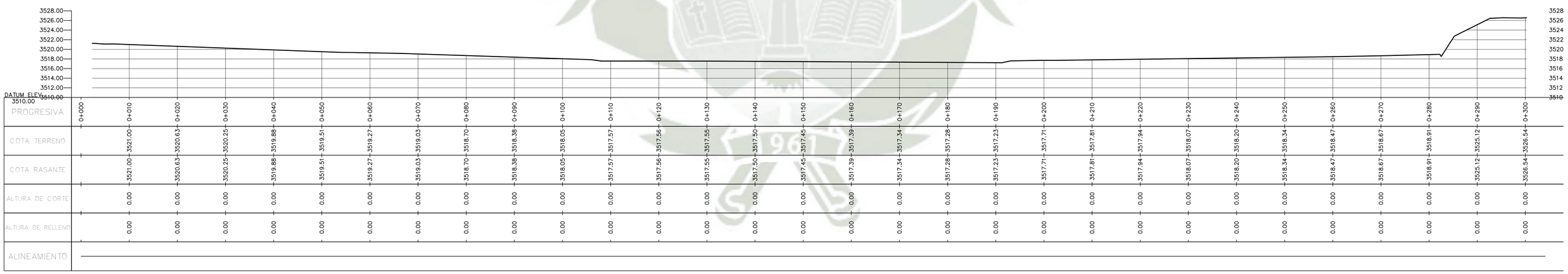
ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+275	LAMINA: PPL-05
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO				
DIBUJO:: SECCION 05 A 200 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 05	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	



SECCION A 250m AGUAS ABAJO - NUMERO 06

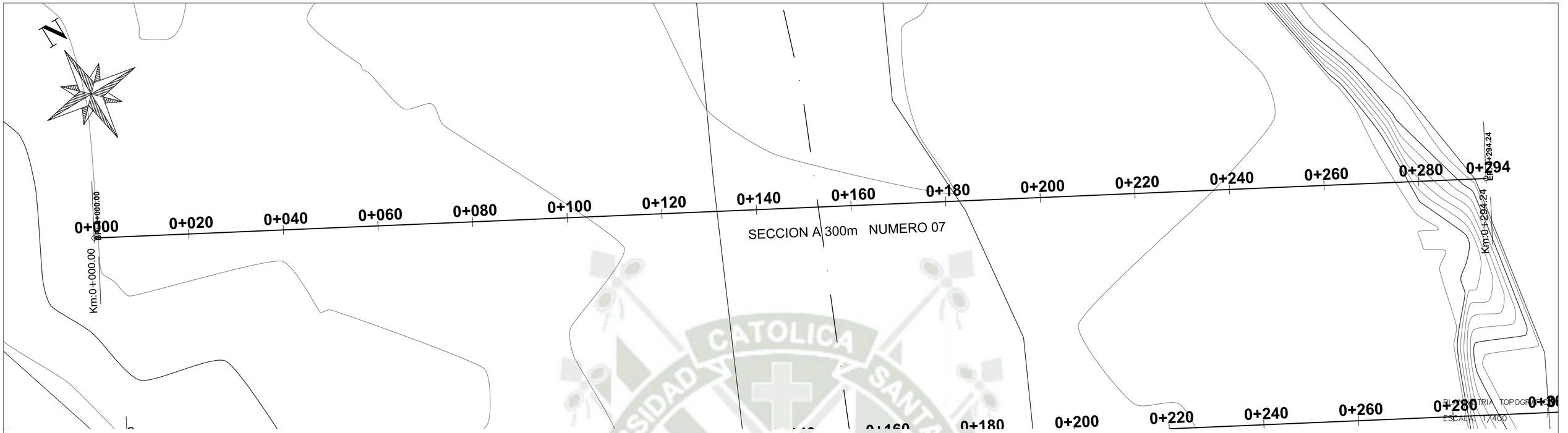
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+310.00



PERFIL TOPOGRAFICO

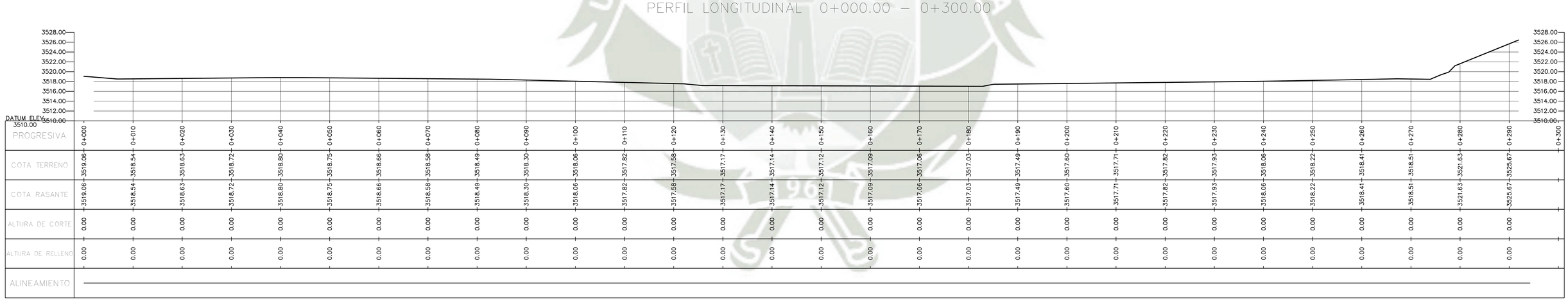
ESCALA: 1/400

	UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA				PLANO: PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL 0+000-0+310.00	LAMINA: PPL-06
	TESIS: "ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO					
DIBUJO:: SECCION 06 A 250 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 06	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400	
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO	
				DISTRITO: ESPINAR		



SECCION A 300m AGUAS ABAJO - NUMERO 07

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 – 0+300.00



PERFIL TOPOGRAFICO

ESCALA: 1/400

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

DIBUJO:: SECCION 07 A 300 METROS AGUAS ABAJO NUMERO 07	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/400
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	
				DISTRITO: ESPINAR	FECHA: MARZO

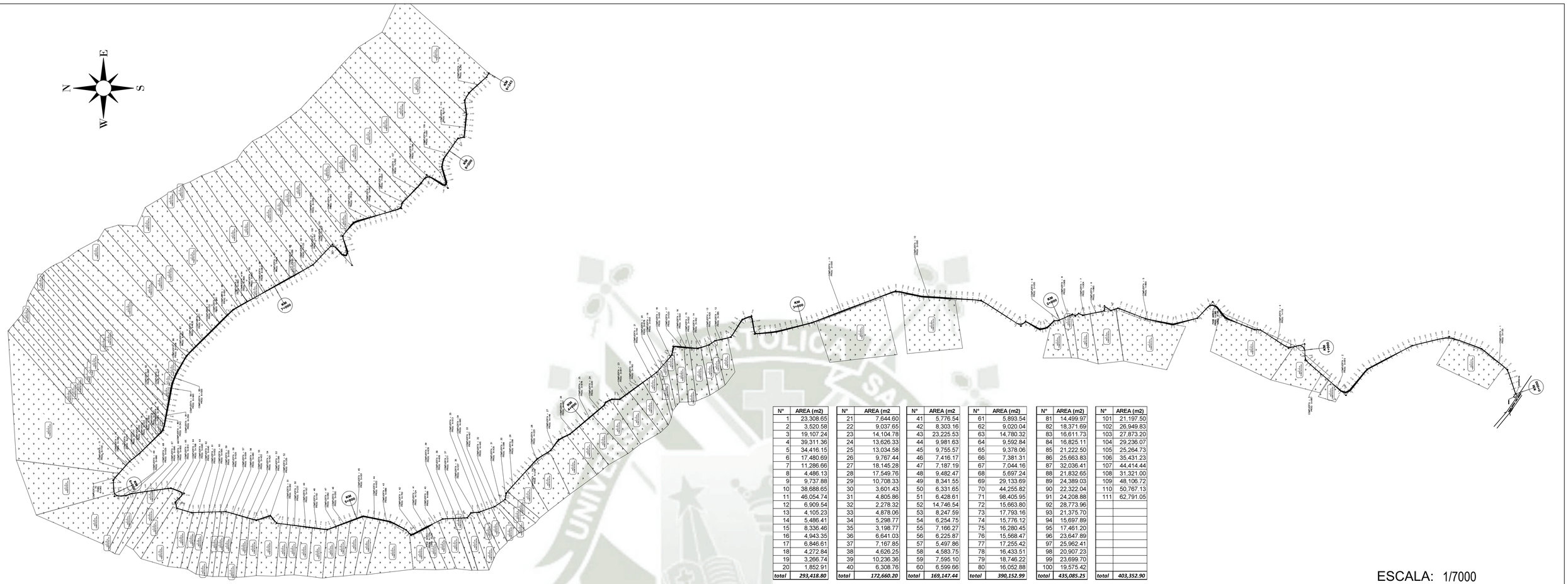
PLANO:

PLANTA-PERFIL LONGITUDINAL

0+000-0+300.00

LAMINA:

PPL-07



N°	AREA (m2)
1	23,308.65
2	3,520.58
3	19,107.24
4	39,311.36
5	34,416.15
6	17,480.69
7	11,286.66
8	4,486.13
9	9,737.88
10	38,688.65
11	46,054.74
12	6,909.54
13	4,105.23
14	5,486.41
15	8,336.46
16	4,943.35
17	6,846.61
18	4,272.84
19	3,266.74
20	1,852.91
total	*293,418.80*

N°	AREA (m2
21	7,644.60
22	9,037.65
23	14,104.78
24	13,626.33
25	13,034.58
26	9,767.44
27	18,145.28
28	17,549.76
29	10,708.33
30	3,601.43
31	4,805.86
32	2,278.32
33	4,878.06
34	5,298.77
35	3,198.77
36	6,641.03
37	7,167.85
38	4,626.25
39	10,236.36
40	6,308.76
total	*172,660.20*

N°	AREA (m2
41	5,776.54
42	8,303.16
43	23,225.53
44	9,981.63
45	9,755.57
46	7,416.17
47	7,187.19
48	9,482.47
49	8,341.55
50	6,331.65
51	6,428.61
52	14,746.54
53	8,247.59
54	6,254.75
55	7,166.27
56	6,225.87
57	5,497.86
58	4,583.75
59	7,595.10
60	6,599.66
total	*169,147.44*

N°	AREA (m2)
61	5,893.54
62	9,020.04
63	14,780.32
64	9,592.84
65	9,378.06
66	7,381.31
67	7,044.16
68	5,697.24
69	29,133.69
70	44,255.82
71	98,405.95
72	15,663.80
73	17,793.16
74	15,776.12
75	16,280.45
76	15,568.47
77	17,255.42
78	16,433.51
79	18,746.22
80	16,052.88
total	*390,152.99*

N°	AREA (m2)
81	14,499.97
82	18,371.69
83	16,611.73
84	16,825.11
85	21,222.50
86	25,663.83
87	32,036.41
88	21,832.65
89	24,389.03
90	22,322.04
91	24,208.88
92	28,773.96
93	21,375.70
94	15,697.89
95	17,461.20
96	23,647.89
97	25,962.41
98	20,907.23
99	23,699.70
100	19,575.42
total	*435,085.25*

N°	AREA (m2)
101	21,197.50
102	26,949.83
103	27,873.20
104	29,236.07
105	25,264.73
106	35,431.23
107	44,414.44
108	31,321.00
109	48,106.72
110	50,767.13
111	62,791.05
total	*403,352.90*

ESCALA: 1/7000

total area de rarcelas	1,863,817.59

m2

total area de rarcelas	186.38

Ha

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
1	23308.646m²	631.585	
2	3520.576m²	240.438	
3	19107.235m²	578.260	
4	39311.359m²	834.181	
5	34416.150m²	781.772	
6	17480.690m²	560.333	
7	11286.663m²	484.060	
8	4486.129m²	365.084	
9	9737.878m²	423.626	
10	38688.645m²	792.470	
11	46054.736m²	872.971	
12	6909.542m²	397.841	
13	4105.232m²	383.203	
14	5486.412m²	408.630	
15	8336.463m²	464.482	
16	4943.348m²	440.838	
17	6846.608m²	463.147	
18	4272.844m²	438.542	
19	3266.736m²	380.107	
20	1852.907m²	379.490	

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
21	7644.597m²	453.648	
22	9037.654m²	463.807	
23	14104.777m²	536.806	
24	13626.329m²	524.486	
25	13034.582m²	508.981	
26	9767.441m²	464.737	
27	18145.278m²	558.190	
28	17549.763m²	549.110	
29	10708.330m²	454.173	
30	3601.433m²	343.323	
31	4805.863m²	348.463	
32	2278.318m²	300.961	
33	4878.059m²	340.289	
34	5298.766m²	367.534	
35	3198.768m²	365.391	
36	6641.027m²	469.386	
37	7167.846m²	488.098	
38	4626.249m²	447.068	
39	10236.356m²	497.751	
40	6308.764m²	428.466	

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
41	5776.538m²	398.534	
42	8303.164m²	405.190	
43	23225.532m²	624.107	
44	9981.625m²	516.994	
45	9755.565m²	516.939	
46	7416.166m²	471.354	
47	7187.194m²	449.845	
48	9482.472m²	461.802	
49	8341.550m²	449.583	
50	6331.648m²	433.313	
51	6428.611m²	444.832	
52	14746.536m²	550.658	
53	8247.589m²	497.394	
54	6254.745m²	493.820	
55	7166.270m²	515.483	
56	6225.874m²	518.985	
57	5497.859m²	520.453	
58	4583.748m²	511.583	
59	7595.099m²	530.972	
60	6599.658m²	505.528	

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
61	5893.535m²	476.940	
62	9020.037m²	506.018	
63	14780.316m²	599.505	
64	9592.842m²	620.157	
65	9378.056m²	587.382	
66	7381.311m²	604.557	
67	7044.158m²	553.801	
68	5697.240m²	498.119	
69	29133.688m²	821.448	
70	44255.819m²	957.218	
71	98405.952m²	1530.324	
72	15663.803m²	1347.300	
73	17793.163m²	1360.418	
74	15776.121m²	1363.435	
75	16280.452m²	1380.246	
76	15568.471m²	1403.984	
77	17255.424m²	1430.862	
78	16433.512m²	1445.298	
79	18746.215m²	1454.633	
80	16052.875m²	1434.099	

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
81	14499.967m²	1409.707	
82	18371.694m²	1386.301	
83	16611.728m²	1330.243	
84	16825.113m²	1273.793	
85	21222.504m²	1232.627	
86	25663.828m²	1210.116	
87	32036.413m²	1193.507	
88	21832.645m²	1142.362	
89	24389.032m²	1142.668	
90	22322.041m²	1080.646	
91	24208.876m²	1060.379	
92	28773.958m²	1092.416	
93	21375.702m²	1055.884	
94	15697.894m²	1035.257	
95	17461.197m²	1040.493	
96	23647.893m²	1062.334	
97	25962.411m²	1067.041	
98	20907.234m²	1040.712	
99	23699.703m²	1048.572	
100	19575.419m²	1033.216	

CUADRO DE PARCELAS

N°	AREA (m2)	PERIMETRO (ml)	APELLIDOS Y NOMBRES
101	21197.503m²	1042.141	
102	26949.832m²	1122.740	
103	27873.203m²	1036.948	
104	29236.073m²	1057.555	
105	25264.732m²	1082.011	
106	35431.226m²	1139.449	
107	44414.444m²	1183.377	
108	31321.001m²	1220.673	
109	48106.715m²	1227.698	
110	50767.130m²	1156.594	
111	62791.045m²	1183.862	

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

PROYECTO:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPA DE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO: **PLANIMETRIA GENERAL PARCELAS** 0+000-8+343

LAMINA: **PG-01**

PROYECTISTA:	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: INDICADA
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: OCTUBRE
				DISTRITO: ESPINAR	

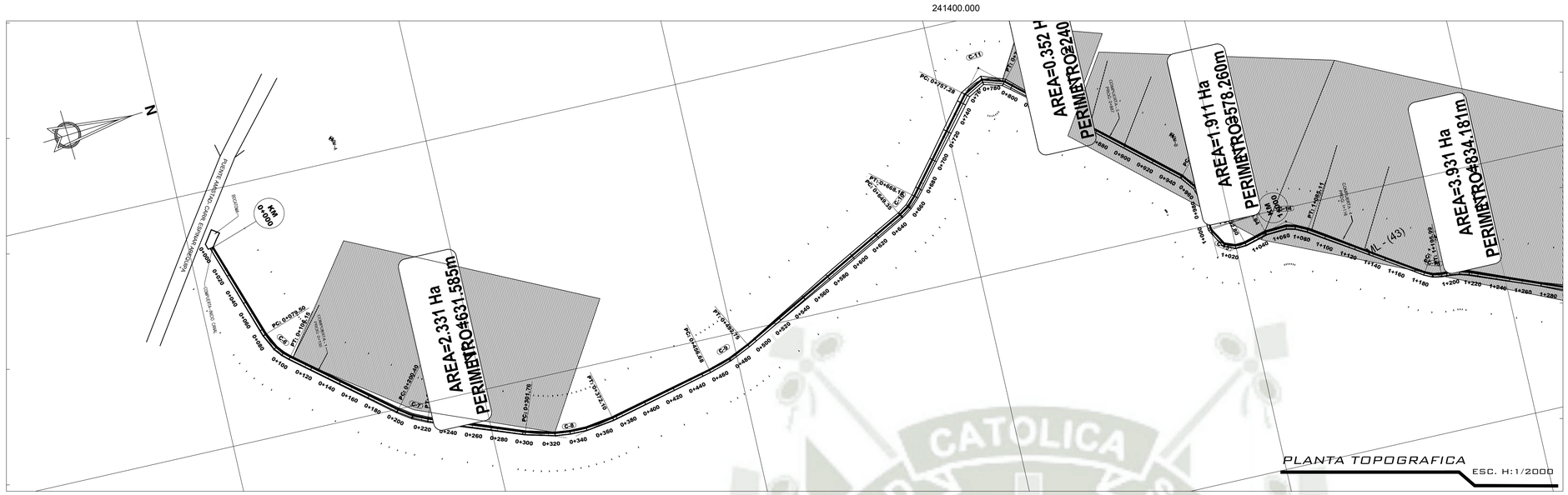
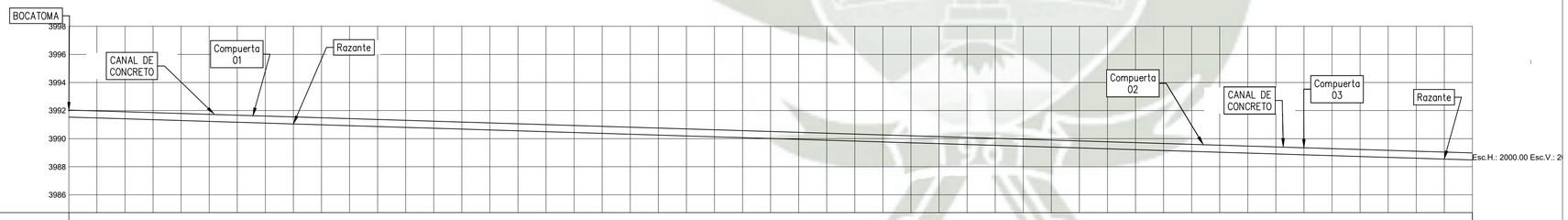


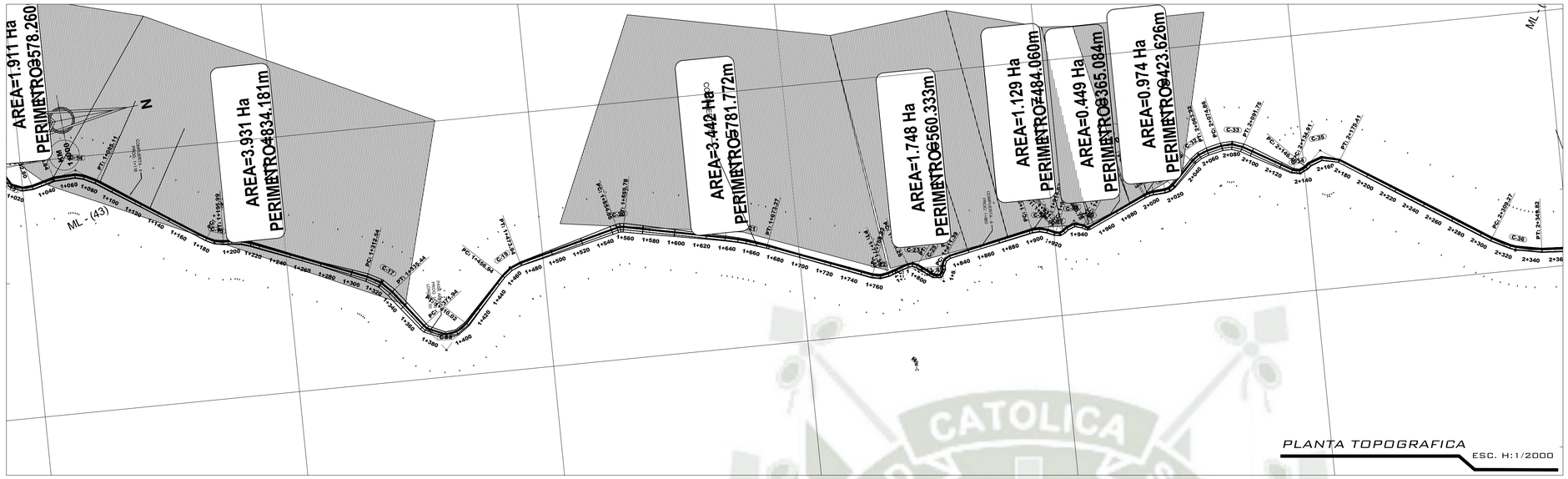
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

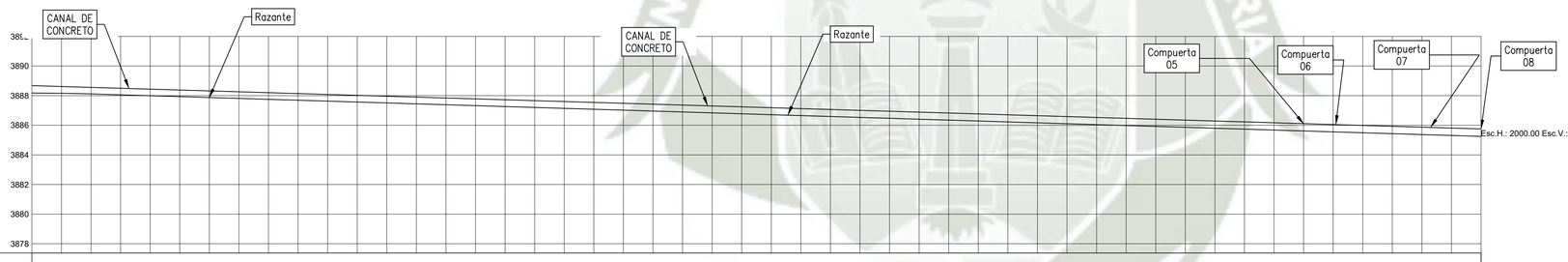
LEYENDA

- Terreno Natural
- Rasante Proyectado
- Eje Via Proyectada
- Curva de Nivel
- Cuneta Existente
- Kilometraje
- Bm
- Calicata
- Poste de Luz
- Norte
- Angulo de Deflexion (PI)
- Borde de Via
- Cuneta Proyectado
- Alcantarilla
- Vivienda
- Baden
- Puente
- Plazoleta Cruce
- Botadero
- Catera

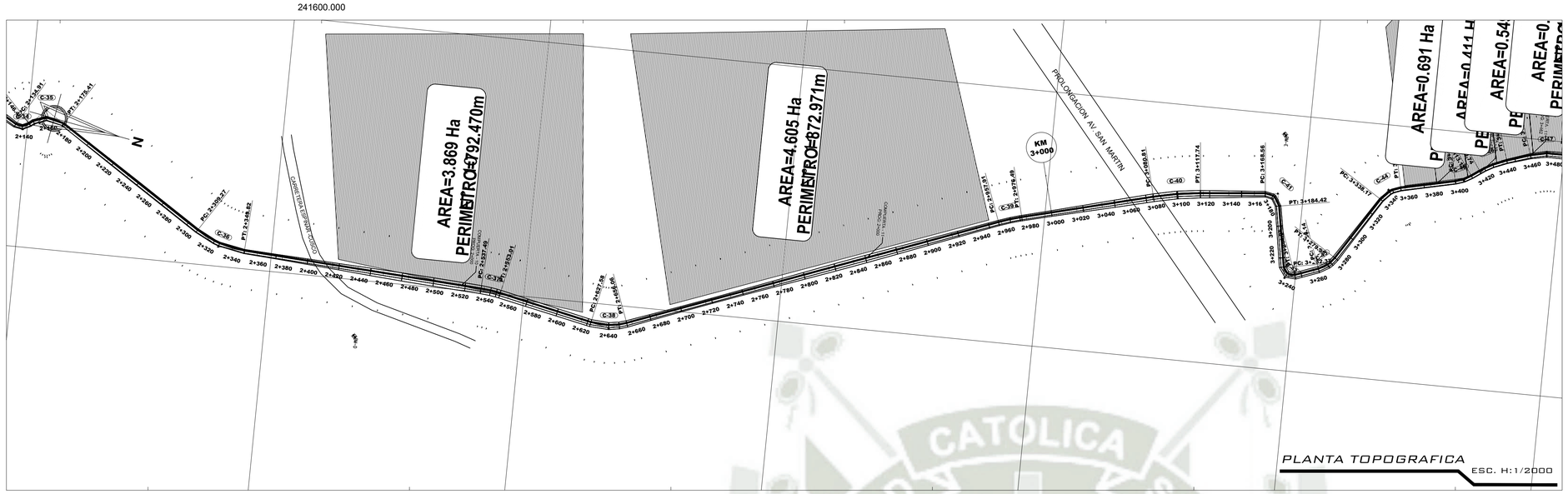


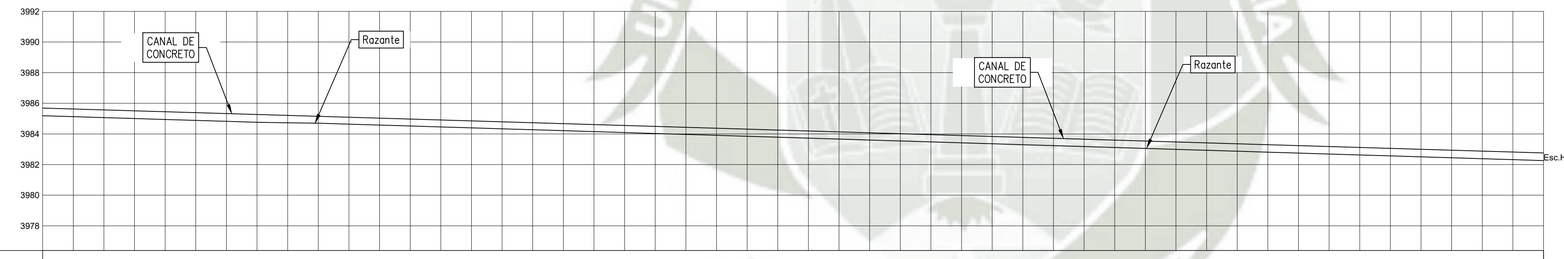
| | | |


8362400.000
8363600.000
AREA=1.911 Ha
PERIMETRO=3578.260
AREA=3.931 Ha
PERIMETRO=4834.181m
AREA=3.442 Ha
PERIMETRO=5781.772m
AREA=1.748 Ha
PERIMETRO=6560.333m
AREA=1.129 Ha
PERIMETRO=7484.060m
AREA=0.449 Ha
PERIMETRO=8365.084m
AREA=0.974 Ha
PERIMETRO=9423.626m
N
ML - (43)
ML - (44)
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000

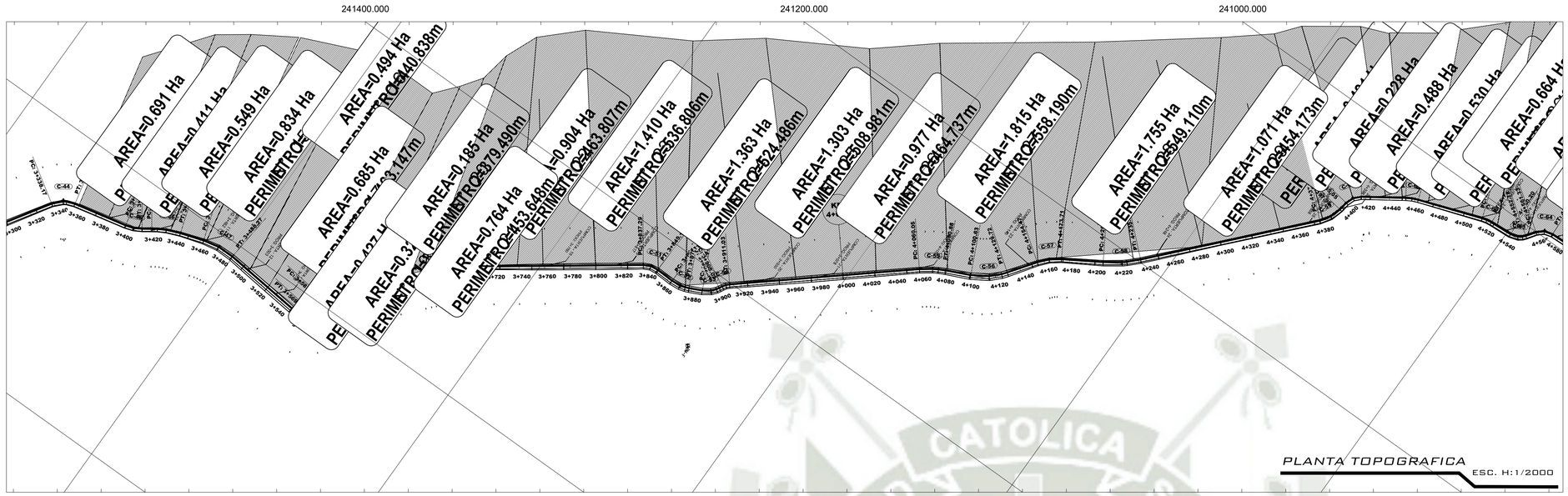

CANAL DE CONCRETO
Razante
CANAL DE CONCRETO
Razante
Compuerta 05
Compuerta 06
Compuerta 07
Compuerta 08
Esc.H.: 2000.00 Esc.V.: 2
3892
3890
3888
3886
3884
3882
3880
3878

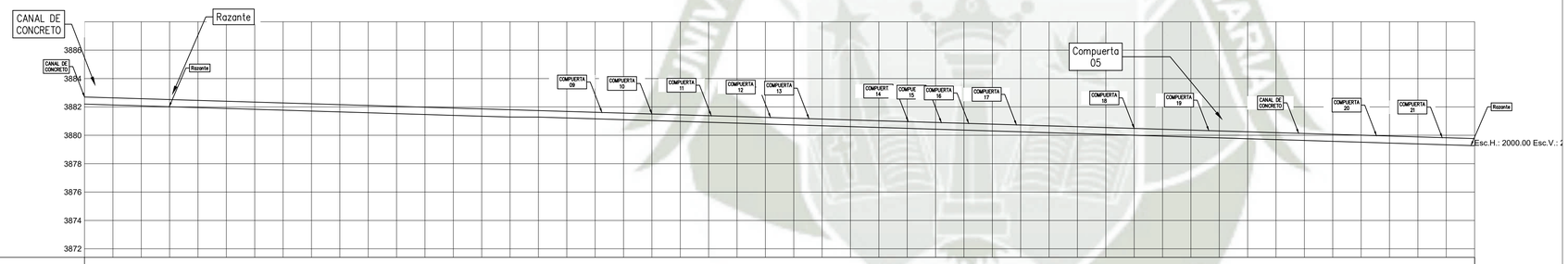
| | | |



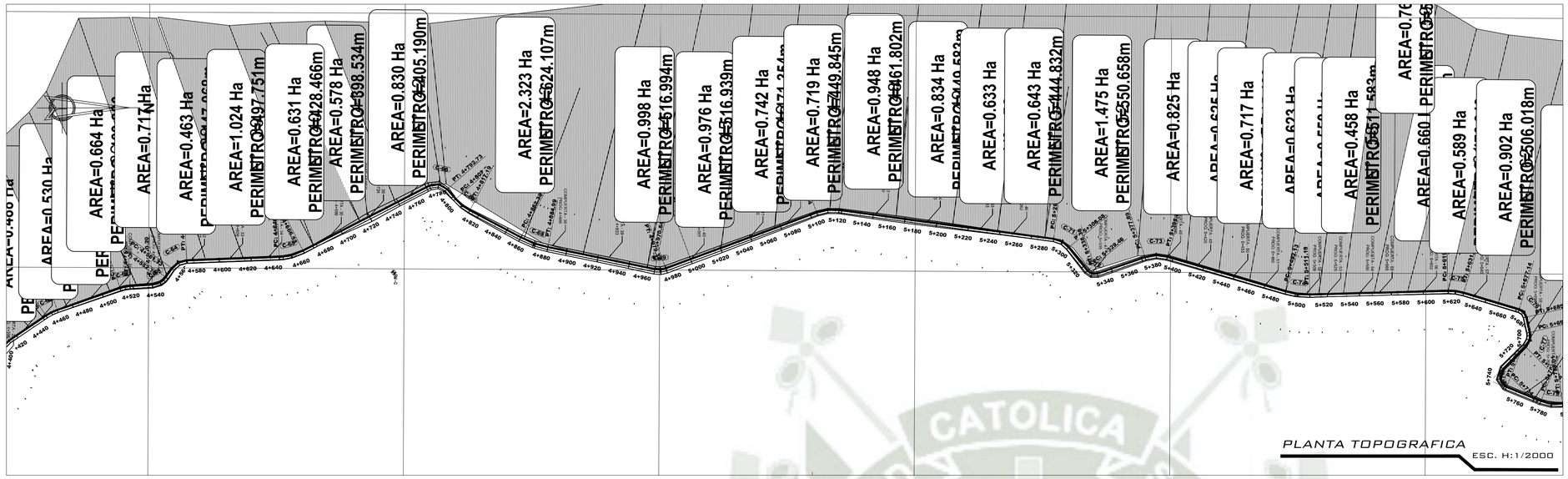


| PENDIENTE % | Dist: 980.000 Pend: -0.299% | | |


241400.000
241200.000
241000.000
8364400.000
8365400.000
AREA=0.691 Ha
AREA=0.411 Ha
AREA=0.549 Ha
AREA=0.834 Ha
AREA=0.494 Ha
AREA=0.685 Ha
AREA=0.185 Ha
AREA=0.764 Ha
AREA=0.904 Ha
AREA=1.410 Ha
AREA=1.363 Ha
AREA=1.303 Ha
AREA=0.977 Ha
AREA=1.815 Ha
AREA=1.755 Ha
AREA=1.071 Ha
AREA=0.228 Ha
AREA=0.488 Ha
AREA=0.530 Ha
AREA=0.664 Ha
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000
241800.000
241600.000
241400.000
241200.000

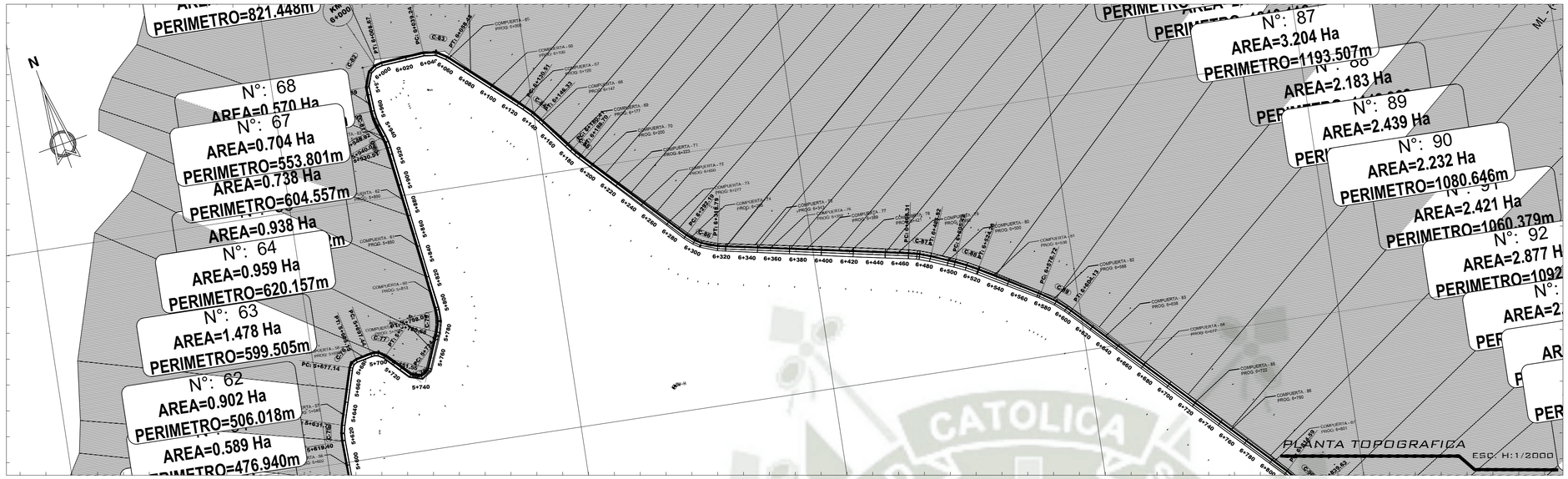

CANAL DE CONCRETO
Razante
Compuerta 05
Razante
Esc.H.: 2000.00 Esc.V.: 2
3886
3884
3882
3880
3878
3876
3874
3872

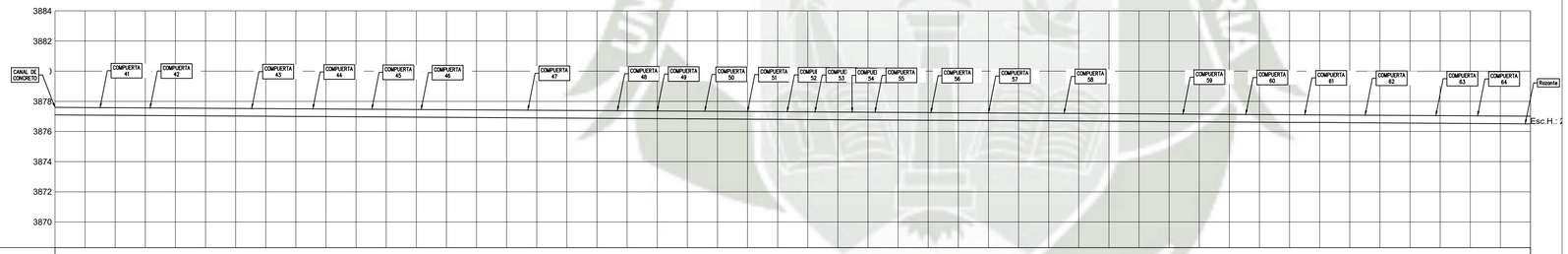
| | | |


AREA=0.530 Ha
AREA=0.664 Ha
AREA=0.717 Ha
AREA=0.463 Ha
AREA=1.024 Ha
AREA=0.631 Ha
AREA=0.578 Ha
AREA=0.830 Ha
AREA=2.323 Ha
AREA=0.998 Ha
AREA=0.976 Ha
AREA=0.742 Ha
AREA=0.719 Ha
AREA=0.948 Ha
AREA=0.834 Ha
AREA=0.633 Ha
AREA=0.643 Ha
AREA=1.475 Ha
AREA=0.825 Ha
AREA=0.717 Ha
AREA=0.458 Ha
AREA=0.589 Ha
AREA=0.902 Ha
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000

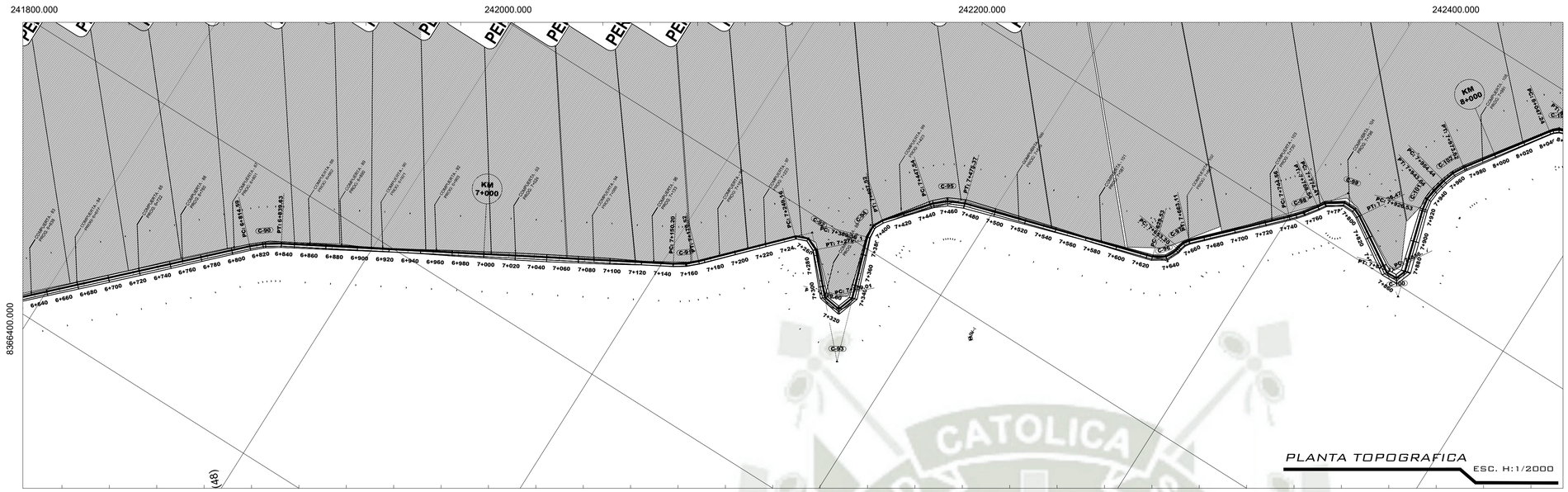
3886
3884
3882
3880
3878
3876
3774
3872
3870
CUNETA 22
CANAL DE CONCRETO
CUNETA 23
Rasante
CUNETA 24
CUNETA 25
CUNETA 26
CUNETA 28
CUNETA 29
CUNETA 31
CUNETA 32
CUNETA 33
CUNETA 34
CUNETA 35
CUNETA 36
CUNETA 37
CUNETA 38
CANAL DE CONCRETO
CUNETA 39
Rasante
CUNETA 40
Esc.H.: 2000.00 Esc.V

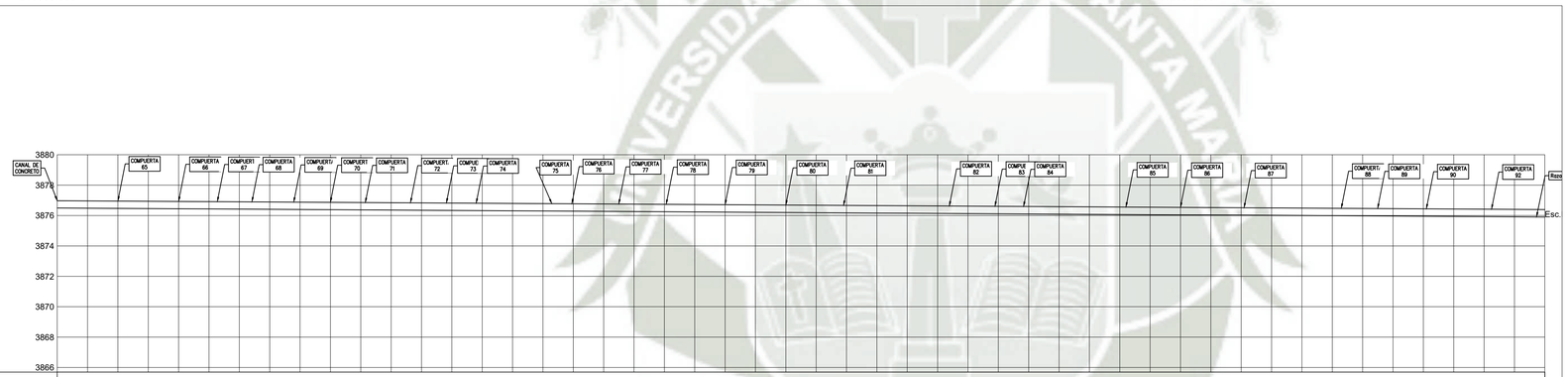
| | | |


241000.000
241200.000
241400.000
241600.000
241800.000
242000.000
8366600.000
8366800.000
8366400.000
240800.000
N
N°: 68
AREA=0.570 Ha
N°: 67
AREA=0.704 Ha
PERIMETRO=553.801m
AREA=0.738 Ha
PERIMETRO=604.557m
AREA=0.938 Ha
N°: 64
AREA=0.959 Ha
PERIMETRO=620.157m
N°: 63
AREA=1.478 Ha
PERIMETRO=599.505m
N°: 62
AREA=0.902 Ha
PERIMETRO=506.018m
AREA=0.589 Ha
N°: 87
AREA=3.204 Ha
PERIMETRO=1193.507m
N°: 89
AREA=2.439 Ha
N°: 90
AREA=2.232 Ha
PERIMETRO=1080.646m
N°: 91
AREA=2.421 Ha
PERIMETRO=1060.379m
N°: 92
AREA=2.877 H
PERIMETRO=1092
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000

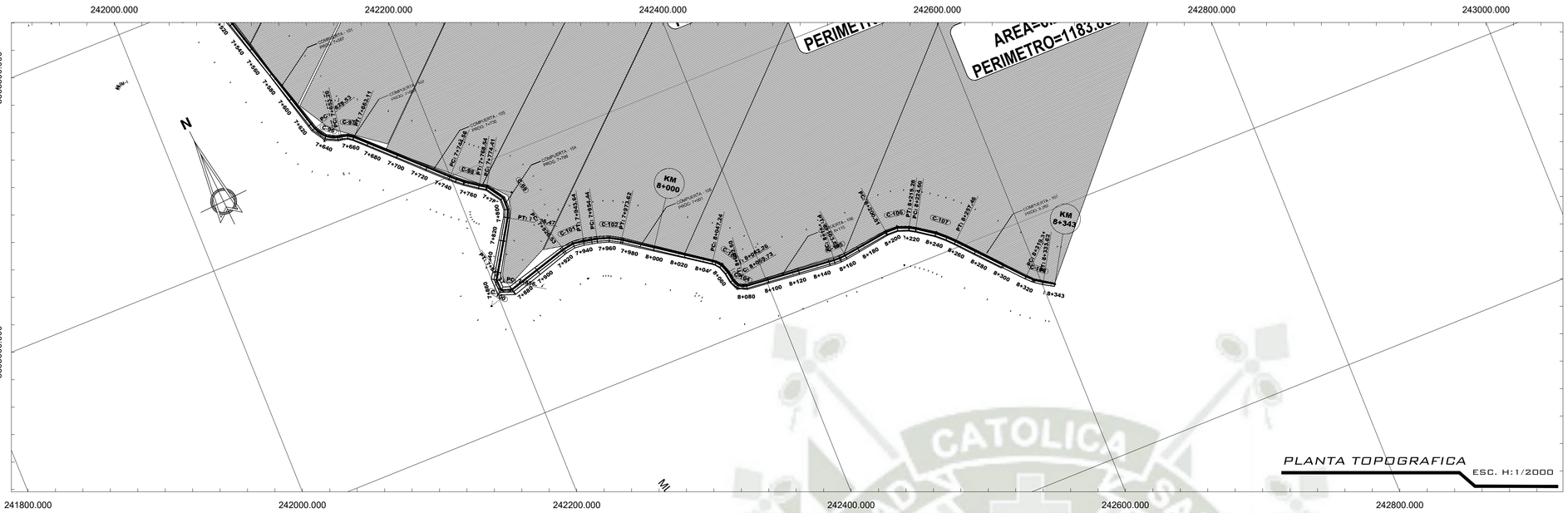

3884
3882
3880
3878
3876
3874
3872
3870
CANAL DE CONCRETO
COMPUERTA 41
COMPUERTA 42
COMPUERTA 43
COMPUERTA 44
COMPUERTA 45
COMPUERTA 46
COMPUERTA 47
COMPUERTA 48
COMPUERTA 49
COMPUERTA 50
COMPUERTA 51
COMPUERTA 52
COMPUERTA 53
COMPUERTA 54
COMPUERTA 55
COMPUERTA 56
COMPUERTA 57
COMPUERTA 58
COMPUERTA 59
COMPUERTA 60
COMPUERTA 61
COMPUERTA 62
COMPUERTA 63
COMPUERTA 64
Rapida
Esc.H.: 2

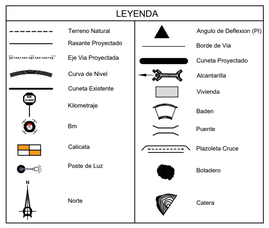
| | | |


241800.000
242000.000
242200.000
242400.000
8366400.000
8365400.000
Km 7+000
Km 8+000
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000
241600.000
241800.000
242000.000


3880
3878
3876
3874
3872
3870
3868
3866
CANAL DE CONCRETO
COMPUERTA 65
COMPUERTA 66
COMPUERTA 67
COMPUERTA 68
COMPUERTA 69
COMPUERTA 70
COMPUERTA 71
COMPUERTA 72
COMPUERTA 73
COMPUERTA 74
COMPUERTA 75
COMPUERTA 76
COMPUERTA 77
COMPUERTA 78
COMPUERTA 79
COMPUERTA 80
COMPUERTA 81
COMPUERTA 82
COMPUERTA 83
COMPUERTA 84
COMPUERTA 85
COMPUERTA 86
COMPUERTA 87
COMPUERTA 88
COMPUERTA 89
COMPUERTA 90
COMPUERTA 92
Esc.

| | | |


242000.000
242200.000
242400.000
242600.000
242800.000
243000.000
8365800.000
8365600.000
8365200.000
241800.000
AREA=0.
PERIMETRO=1183.8
KM 8+000
KM 8+343
N
PLANTA TOPOGRAFICA
ESC. H:1/2000


LEYENDA
Terreno Natural
Rasante Proyectado
Eje Via Proyectada
Curva de Nivel
Cuneta Existente
Kilometraje
Bm
Calicata
Poste de Luz
Norte
Angulo de Deflexion (PI)
Borde de Via
Cuneta Proyectado
Alcantarilla
Vivienda
Baden
Puente
Plazoleta Cruce
Botadero
Catera

3884
3882
3880
3878
3876
3874
3872
3870
3868
COMPUERTA 93
CANAL DE CONCRETO
COMPUERTA 94
COMPUERTA 95
COMPUERTA 96
COMPUERTA 97
COMPUERTA 98
COMPUERTA 99
COMPUERTA 100
COMPUERTA 101
COMPUERTA 102
COMPUERTA 103
COMPUERTA 104
Rasante
COMPUERTA 105
Esc.H.: 2000.00 Esc.V.: 200.

| | | |

SECCIÓN 0+000.00
SECCIÓN 0+020.00
SECCIÓN 0+040.00
SECCIÓN 0+060.00
SECCIÓN 0+080.00
SECCIÓN 0+090.00
SECCIÓN 0+100.00
SECCIÓN 0+120.00
SECCIÓN 0+140.00
SECCIÓN 0+160.00
SECCIÓN 0+180.00
SECCIÓN 0+200.00
SECCIÓN 0+210.00
SECCIÓN 0+220.00
SECCIÓN 0+240.00
SECCIÓN 0+260.00
SECCIÓN 0+280.00
SECCIÓN 0+300.00
SECCIÓN 0+310.00
SECCIÓN 0+320.00
SECCIÓN 0+330.00
SECCIÓN 0+340.00
SECCIÓN 0+350.00
SECCIÓN 0+360.00
SECCIÓN 0+370.00
SECCIÓN 0+380.00
SECCIÓN 0+400.00
SECCIÓN 0+420.00
SECCIÓN 0+440.00
SECCIÓN 0+460.00
SECCIÓN 0+470.00
SECCIÓN 0+480.00
SECCIÓN 0+490.00
SECCIÓN 0+500.00
SECCIÓN 0+520.00
SECCIÓN 0+540.00
SECCIÓN 0+560.00
SECCIÓN 0+580.00
SECCIÓN 0+600.00
SECCIÓN 0+620.00
SECCIÓN 0+640.00
SECCIÓN 0+650.00
SECCIÓN 0+660.00
SECCIÓN 0+680.00
SECCIÓN 0+700.00
SECCIÓN 0+720.00
SECCIÓN 0+740.00
SECCIÓN 0+760.00
SECCIÓN 0+770.00
SECCIÓN 0+780.00
SECCIÓN 0+790.00
SECCIÓN 0+800.00
SECCIÓN 0+820.00
SECCIÓN 0+840.00
SECCIÓN 0+860.00
SECCIÓN 0+880.00
SECCIÓN 0+900.00
SECCIÓN 0+920.00
SECCIÓN 0+940.00
SECCIÓN 0+960.00
SECCIÓN 0+970.00
SECCIÓN 0+980.00
SECCIÓN 1+000.00
SECCIÓN 1+010.00
SECCIÓN 1+020.00
SECCIÓN 1+030.00
SECCIÓN 1+040.00
SECCIÓN 1+060.00
SECCIÓN 1+070.00
SECCIÓN 1+080.00
SECCIÓN 1+100.00
SECCIÓN 1+120.00
SECCIÓN 1+140.00
SECCIÓN 1+160.00
SECCIÓN 1+180.00
SECCIÓN 1+190.00
SECCIÓN 1+200.00
SECCIÓN 1+210.00
SECCIÓN 1+220.00
SECCIÓN 1+240.00
SECCIÓN 1+260.00
SECCIÓN 1+280.00
SECCIÓN 1+300.00
SECCIÓN 1+320.00
SECCIÓN 1+330.00
SECCIÓN 1+340.00
SECCIÓN 1+360.00
SECCIÓN 1+380.00
SECCIÓN 1+390.00
SECCIÓN 1+400.00
SECCIÓN 1+410.00
SECCIÓN 1+420.00
SECCIÓN 1+440.00
SECCIÓN 1+460.00
SECCIÓN 1+470.00
SECCIÓN 1+480.00
SECCIÓN 1+500.00
SECCIÓN 1+520.00
SECCIÓN 1+540.00
SECCIÓN 1+570.00
SECCIÓN 1+580.00
SECCIÓN 1+600.00
SECCIÓN 1+620.00
SECCIÓN 1+640.00
SECCIÓN 1+650.00
SECCIÓN 1+660.00
SECCIÓN 1+670.00
SECCIÓN 1+680.00
SECCIÓN 1+700.00
SECCIÓN 1+720.00
SECCIÓN 1+740.00
SECCIÓN 1+760.00
SECCIÓN 1+770.00
SECCIÓN 1+780.00
SECCIÓN 1+790.00
SECCIÓN 1+800.00
SECCIÓN 1+820.00
SECCIÓN 1+830.00
SECCIÓN 1+840.00
SECCIÓN 1+860.00
SECCIÓN 1+880.00
SECCIÓN 1+900.00
SECCIÓN 1+910.00
SECCIÓN 1+920.00
SECCIÓN 1+940.00
SECCIÓN 1+950.00
SECCIÓN 1+960.00
SECCIÓN 1+980.00
SECCIÓN 2+000.00
SECCIÓN 2+020.00
SECCIÓN 2+040.00
SECCIÓN 2+050.00
SECCIÓN 2+060.00
SECCIÓN 2+080.00
SECCIÓN 2+090.00
SECCIÓN 2+100.00
SECCIÓN 2+120.00
SECCIÓN 2+140.00
SECCIÓN 2+150.00
SECCIÓN 2+160.00
SECCIÓN 2+170.00
SECCIÓN 2+180.00
SECCIÓN 2+200.00
SECCIÓN 2+220.00
SECCIÓN 2+240.00
SECCIÓN 2+260.00
SECCIÓN 2+280.00
SECCIÓN 2+300.00
SECCIÓN 2+310.00
SECCIÓN 2+320.00
SECCIÓN 2+330.00
SECCIÓN 2+340.00
SECCIÓN 2+360.00
SECCIÓN 2+380.00
SECCIÓN 2+400.00
SECCIÓN 2+420.00
SECCIÓN 2+440.00
SECCIÓN 2+460.00
SECCIÓN 2+480.00
SECCIÓN 2+500.00
SECCIÓN 2+520.00
SECCIÓN 2+540.00
SECCIÓN 2+550.00
SECCIÓN 2+560.00
SECCIÓN 2+580.00
SECCIÓN 2+600.00

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

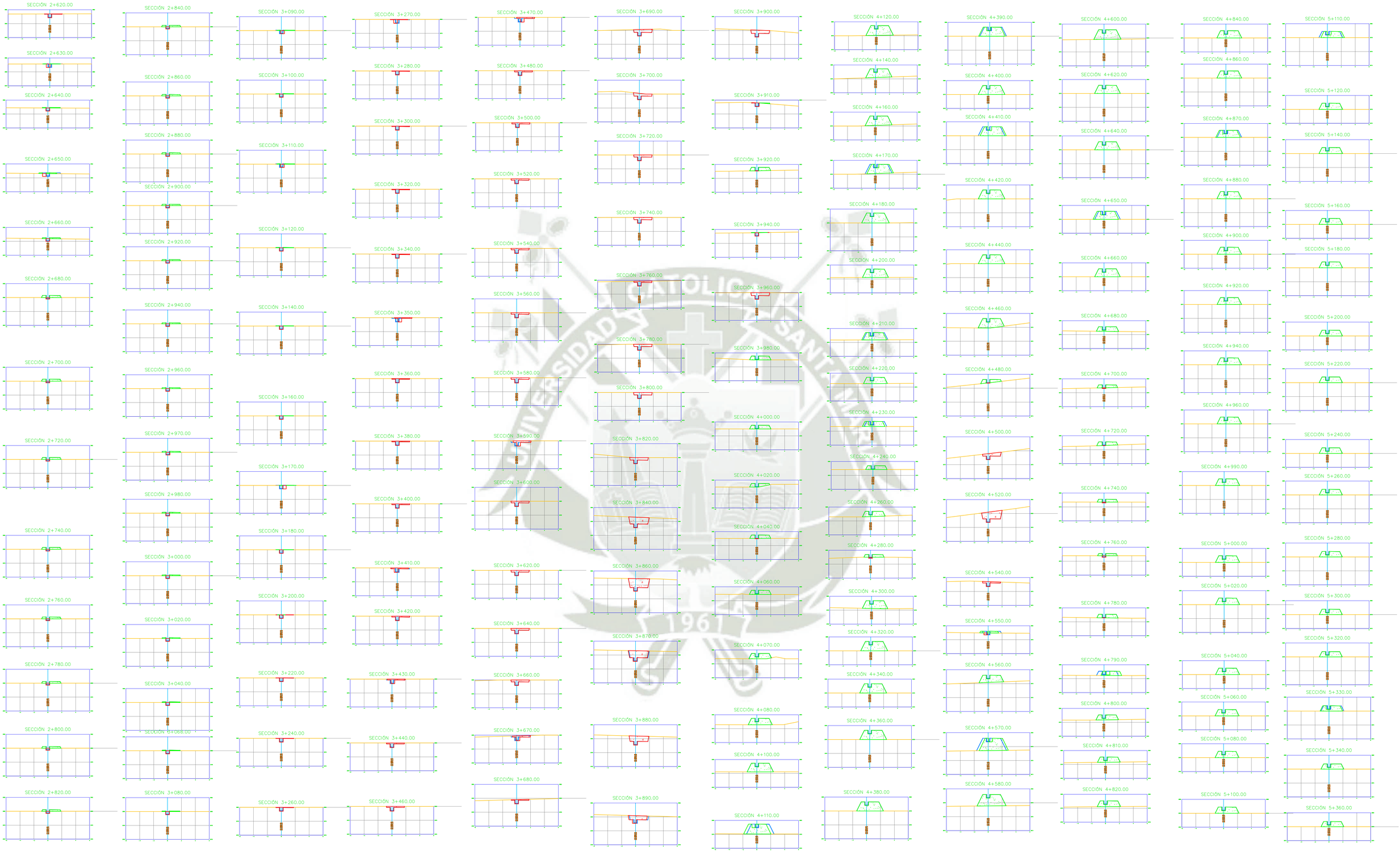
TESIS:
"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES
0+000-2+600

LAMINA:
ST-01

DIBUJO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CANAL

DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI
DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI
REVISA:
APRUEBA:
DATUM: WGS-84
SISTEMA DE PROYECCION: UTM
REGION: CUSCO
PROVINCIA: ESPINAR
DISTRITO: ESPINAR
ESCALA: 1/250
FECHA: MARZO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:

"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES

2+620-4+360

LAMINA:

ST-02

DIBUJO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CANAL	DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	REVISA:	DATUM: WGS-84	REGION: CUSCO	ESCALA: 1/250
	DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI	APRUEBA:	SISTEMA DE PROYECCION: UTM	PROVINCIA: ESPINAR	FECHA: MARZO
				DISTRITO: ESPINAR	

SECCIÓN 5+380.00
SECCIÓN 5+390.00
SECCIÓN 5+400.00
SECCIÓN 5+420.00
SECCIÓN 5+440.00
SECCIÓN 5+460.00
SECCIÓN 5+480.00
SECCIÓN 5+500.00
SECCIÓN 5+510.00
SECCIÓN 5+520.00
SECCIÓN 5+540.00
SECCIÓN 5+560.00
SECCIÓN 5+580.00
SECCIÓN 5+600.00
SECCIÓN 5+620.00
SECCIÓN 5+630.00
SECCIÓN 5+640.00
SECCIÓN 5+660.00
SECCIÓN 5+680.00
SECCIÓN 5+700.00
SECCIÓN 5+720.00
SECCIÓN 5+740.00
SECCIÓN 5+750.00
SECCIÓN 5+760.00
SECCIÓN 5+780.00
SECCIÓN 5+790.00
SECCIÓN 5+800.00
SECCIÓN 5+820.00
SECCIÓN 5+840.00
SECCIÓN 5+860.00
SECCIÓN 5+880.00
SECCIÓN 5+900.00
SECCIÓN 5+920.00
SECCIÓN 5+940.00
SECCIÓN 5+950.00
SECCIÓN 5+960.00
SECCIÓN 5+980.00
SECCIÓN 5+990.00
SECCIÓN 6+000.00
SECCIÓN 6+020.00
SECCIÓN 6+040.00
SECCIÓN 6+050.00
SECCIÓN 6+060.00
SECCIÓN 6+080.00
SECCIÓN 6+100.00
SECCIÓN 6+120.00
SECCIÓN 6+140.00
SECCIÓN 6+160.00
SECCIÓN 6+180.00
SECCIÓN 6+200.00
SECCIÓN 6+220.00
SECCIÓN 6+240.00
SECCIÓN 6+260.00
SECCIÓN 6+280.00
SECCIÓN 6+300.00
SECCIÓN 6+310.00
SECCIÓN 6+320.00
SECCIÓN 6+340.00
SECCIÓN 6+360.00
SECCIÓN 6+380.00
SECCIÓN 6+400.00
SECCIÓN 6+420.00
SECCIÓN 6+440.00
SECCIÓN 6+460.00
SECCIÓN 6+470.00
SECCIÓN 6+480.00
SECCIÓN 6+500.00
SECCIÓN 6+510.00
SECCIÓN 6+520.00
SECCIÓN 6+540.00
SECCIÓN 6+560.00
SECCIÓN 6+580.00
SECCIÓN 6+590.00
SECCIÓN 6+600.00
SECCIÓN 6+620.00
SECCIÓN 6+640.00
SECCIÓN 6+660.00
SECCIÓN 6+680.00
SECCIÓN 6+700.00
SECCIÓN 6+720.00
SECCIÓN 6+740.00
SECCIÓN 6+760.00
SECCIÓN 6+780.00
SECCIÓN 6+800.00
SECCIÓN 6+820.00
SECCIÓN 6+830.00
SECCIÓN 6+840.00
SECCIÓN 6+860.00
SECCIÓN 6+880.00
SECCIÓN 6+900.00
SECCIÓN 6+920.00
SECCIÓN 6+940.00
SECCIÓN 6+960.00
SECCIÓN 6+980.00
SECCIÓN 7+000.00
SECCIÓN 7+020.00
SECCIÓN 7+040.00
SECCIÓN 7+060.00
SECCIÓN 7+080.00
SECCIÓN 7+100.00
SECCIÓN 7+120.00
SECCIÓN 7+140.00
SECCIÓN 7+160.00
SECCIÓN 7+170.00
SECCIÓN 7+180.00
SECCIÓN 7+200.00
SECCIÓN 7+220.00
SECCIÓN 7+240.00
SECCIÓN 7+250.00
SECCIÓN 7+260.00
SECCIÓN 7+270.00
SECCIÓN 7+280.00
SECCIÓN 7+300.00
SECCIÓN 7+310.00
SECCIÓN 7+320.00
SECCIÓN 7+330.00
SECCIÓN 7+340.00
SECCIÓN 7+360.00
SECCIÓN 7+380.00
SECCIÓN 7+390.00
SECCIÓN 7+400.00
SECCIÓN 7+420.00
SECCIÓN 7+440.00
SECCIÓN 7+450.00
SECCIÓN 7+460.00
SECCIÓN 7+470.00
SECCIÓN 7+480.00
SECCIÓN 7+500.00
SECCIÓN 7+520.00
SECCIÓN 7+540.00
SECCIÓN 7+560.00
SECCIÓN 7+580.00
SECCIÓN 7+600.00
SECCIÓN 7+620.00
SECCIÓN 7+630.00
SECCIÓN 7+640.00
SECCIÓN 7+650.00
SECCIÓN 7+660.00
SECCIÓN 7+680.00
SECCIÓN 7+700.00
SECCIÓN 7+720.00
SECCIÓN 7+740.00
SECCIÓN 7+750.00
SECCIÓN 7+760.00
SECCIÓN 7+780.00
SECCIÓN 7+790.00
SECCIÓN 7+800.00
SECCIÓN 7+820.00
SECCIÓN 7+840.00
SECCIÓN 7+860.00
SECCIÓN 7+870.00
SECCIÓN 7+880.00
SECCIÓN 7+900.00
SECCIÓN 7+920.00
SECCIÓN 7+930.00
SECCIÓN 7+940.00
SECCIÓN 7+960.00
SECCIÓN 7+970.00
SECCIÓN 7+980.00
SECCIÓN 8+000.00
SECCIÓN 8+020.00
SECCIÓN 8+040.00
SECCIÓN 8+050.00
SECCIÓN 8+060.00
SECCIÓN 8+070.00
SECCIÓN 8+080.00
SECCIÓN 8+100.00
SECCIÓN 8+120.00
SECCIÓN 8+140.00
SECCIÓN 8+160.00
SECCIÓN 8+180.00
SECCIÓN 8+200.00
SECCIÓN 8+210.00
SECCIÓN 8+220.00
SECCIÓN 8+230.00
SECCIÓN 8+240.00
SECCIÓN 8+250.00
SECCIÓN 8+260.00
SECCIÓN 8+280.00
SECCIÓN 8+300.00
SECCIÓN 8+320.00
SECCIÓN 8+330.00
SECCIÓN 8+340.00
SECCIÓN 8+342.86

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

TESIS:
"ANALISIS HIDROLOGICO Y MEJORAMIENTO HIDRAULICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO Y YANACOLLPADE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA- PROVINCIA DE ESPINAR - CUSCO

DIBUJO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CANAL
DIBUJO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI
DISEÑO: VERONICA-CARDENAS-UMIYAURI
REVISA:
APRUEBA:
DATUM: WGS-84
SISTEMA DE PROYECCION: UTM
REGION: CUSCO
PROVINCIA: ESPINAR
DISTRITO: ESPINAR
ESCALA: 1/250
FECHA: MARZO

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES 5+380-8+342.88
LAMINA: ST-03

ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y MEJORAMIENTO HIDRÁULICO – ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO YANACOLLPA DE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA, PROVINCIA DE ESPINAR, DEPARTAMENTO DE CUSCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
5	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
	dspace.unl.edu.ec	

8	Fuente de Internet	<1 %
9	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
15	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	elperuanolegal.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
17	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Instituto de Educación Superior Tecnologico Privado de la Construccion CAPECO S.A.C. Trabajo del estudiante	<1 %

19	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
27	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
29	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unsm.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
33	Stephanie Aracena, Marco Barboza, Victor Zamora, Oswaldo Salaverry, Doreen Montag. "Health system adaptation to climate change: a Peruvian case study", Health Policy and Planning, 2021 Publicación	<1 %
34	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
35	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
36	docplayer.biz.tr Fuente de Internet	<1 %
37	www.docme.ru Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
	Submitted to Universidad de Jaén	

40	Trabajo del estudiante	<1 %
41	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
42	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	utolima.ut.edu.co Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
45	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
46	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
47	www.sidalc.net Fuente de Internet	<1 %
48	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
50	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	

		<1 %
52	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	scielo.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
54	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	Apagado
Excluir bibliografía	Apagado		