Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Diseño de la Bocatoma y línea de conducción del sistema de riego sausal en el sector La Barranca, La Libertad

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Jesús Joel CHÁVEZ LEÓN

Luis Alberto SALAZAR CENTENO

ASESOR

Dr. Félix Santiago SÁNCHEZ BENITES

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chávez, J. & Salazar, L. (2022). *Diseño de la Bocatoma y línea de conducción del sistema de riego sausal en el sector La Barranca, La Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios: dos autores / un asesor

Datos de autor 1	
Nombres y apellidos	Jesús Joel Chávez León
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	48087918
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2882-7598
Datos de autor 2	
Nombres y apellidos	Luis Alberto Salazar Centeno
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45711680
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4841-8222
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Félix Santiago Sánchez Benites
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07171669
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-5175-7762
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Escalante Contreras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	28286636
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Samuel Ismael Quisca Astocahuana

Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06640007
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Edgar Gabriel Jiménez Rodrigo
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07553168
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: La Libertad Provincia: Ascope Distrito: Chicama Latitud: -7.719245 Longitud: -78.992352
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2020-2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día lunes 07 de noviembre del 2022, siendo las 10:00 horas en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. JORGE ESCALANTE CONTRERAS	Presidente
Dr. SAMUEL ISMAEL QUISCA ASTOCAHUANA	Miembro
Mg. EDGAR GABRIEL JIMENEZ RODRIGO	Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: «***DISEÑO DE LA BOCATOMA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO SAUSAL EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD***» presentada por los Bachilleres ***JESÚS JOEL CHÁVEZ LEÓN*** y ***LUIS ALBERTO SALAZAR CENTENO,*** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, asesorados por el Dr. Félix Santiago Sánchez Benites.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon al Bachiller las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a: Conformidad en su mayor parte

Concluida la Sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue: CATORCE - APROBADO

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**, a Don **JESÚS JOEL CHÁVEZ LEÓN** y a Don **LUIS ALBERTO SALAZAR CENTENO**

Siendo las 11:55am , se dio por concluido el acto académico, expidiéndose Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 07 de noviembre de 2022

Mg. JORGE ESCALANTE CONTRERAS
PRESIDENTE

Dr. SAMUEL ISMAEL QUISCA ASTOCAHUANA
MIEMBRO

Mg. EDGAR GABRIEL JIMENEZ RODRIGO
MIEMBRO

Dr. ~~FÉLIX SANTIAGO~~ SÁNCHEZ BENITES
DIRECTOR (e)
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS ★ Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica ★ E.A.P. DE INGENIERIA CIVIL ★ DIRECTOR

INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD
Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

ESCUELA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

AUTORIDAD ACADÉMICA QUE EMITE EL INFORME DE ORIGINALIDAD
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil

NOMBRES Y APELLIDOS DE LA AUTORIDAD ACADÉMICA
Dr. Félix Santiago Sánchez Benites

OPERADOR DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES
Srta. Doris Elizabeth Vasquez Vasquez

DOCUMENTO EVALUADO:
Tesis titulada: **«*DISEÑO DE LA BOCATOMA Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO SAUSAL EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD*»,** para optar el Grado Académico de INGENIERO CIVIL.

AUTORES DEL DOCUMENTO:
Bachiller CHÁVEZ LEÓN, JESÚS JOEL
Bachiller SALAZAR CENTENO, LUIS ALBERTO

FECHA DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO:
06/10 /2022
FECHA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA INFORMÁTICO DE SIMILITUDES:
10/10/2022

SOFTWARE UTILIZADO
Turnitin

CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES
- Excluye textos entrecomillados
- Excluye fuentes para buscar similitud
- Excluye Bibliografía
- Excluye cadenas menores a 35 palabras

PORCENTAJE DE SIMILITUD SEGÚN PROGRAMA DETECTOR DE SIMILITUDES
Cinco por ciento (5%)

FUENTES ORIGINALES DE LAS SIMILITUDES ENCONTRADAS

OBSERVACIONES
Ninguna

CALIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD
Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones
10/10/2022

Atentamente,

UNMSM
Firmado digitalmente por SANCHEZ BENITES Felix Santiago FAU 20148092282 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 29.11.2022 19:40:49 -05:00

Dr. Félix Santiago Sánchez Benites
Director (e)
E.P. de Ingeniería Civil
FIGMMG - UNMSM

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por ser una institución que forma profesionales de primer nivel. A nuestros Profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil que, con su exigencia, la transmisión de su experiencia profesional nos motivó y condujo a estar preparados como profesionales competentes.

Nuestro agradecimiento también va dirigido a las Entidades del Estado (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Proyecto Especial Jequetepeque - Zaña, Autoridad Local del Agua - Chicama) que brindaron las facilidades para recolectar información de sus respectivas bases de datos.

Al Dr. Félix Santiago Sánchez Benites por ser nuestro asesor por su orientación en la recolección de información, por su paciencia y colaboración incondicional en este informe de tesis.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo realizar la simulación hidráulica de la bocatoma y diseñar el canal de conducción para el abastecimiento de la demanda hídrica del sector La Barranca, La Libertad, siendo el río Chicama la fuente de agua.

El área de estudio tiene 1869.94 hectáreas destinadas a la producción de cultivos permanentes (la caña de azúcar, arroz, etc.) y temporales (plátano, maíz amarillo) debido al potencial agronómico del sector La barranca. Se realizó un estudio con un diseño cuasiexperimental, se tomó los datos de los registros de la estación hidrométrica Salinar, la estación hidrometeorológica Casagrande, se elaboró una topografía del lugar, los estudios geológico-geotécnicos, el análisis de la calidad de agua, y cuestionarios de la población sobre desabastecimiento de agua del sector. Se aplicó las pruebas con 6 distribuciones de frecuencia para valores de descargas máximas, con un nivel de confianza del 95 % y valores críticos para los test de Kolmogórov-Smirnov y de Chi Cuadrado. Para la demanda hídrica de cultivo mediante el método de Hargreaves, determinando una demanda anual de 384.4 MMC.

Para la simulación, se utilizó el programa Iber v 2.5, que permitió determinar el mejor desempeño hidráulico del barraje fijo y bocatoma, y derivar el agua hacia un canal de conducción caudal de diseño máximo.

Palabras Clave: Simulación hidráulica de bocatoma, diseñar el canal de conducción, demanda hídrica, periodo de retorno, río Chicama.

ABSTRACT

The objective of the research was to carry out the hydraulic simulation of the intake and to design the conduction channel to supply the water demand of the La Barranca sector, La Libertad, with the Chicama river being the water source.

The study area has 1869.94 hectares for the production of permanent crops (sugar cane, rice, etc.) and temporary crops (banana, dent corn) due to the agronomic potential of the La Barranca sector. A study with a quasi-experimental design was carried out, data were taken from the records of the Salinar hydrometric station, the Casagrande hydrometeorological station, a topography of the place was elaborated, the geological-geotechnical studies, the analysis of water quality, and questionnaires of the population on water shortages in the sector. Tests were applied with 6 frequency distributions for maximum discharge values, with a confidence level of 95% and critical values for the Kolmogorov-Smirnov and Chi Square tests. For the water demand of cultivation using the Hargreaves method, determining an annual demand of 384.4 MMC.

For the simulation, the Iber v 2.5 program was used, which made it possible to deter-mine the best hydraulic performance of the fixed boom and intake, and to divert the water to a conduction channel with maximum design flow.

Key Words: Hydraulic simulation of intake, design of the conduction channel, water demand, return period, Chicama River.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Introducción 1

1.2. Planteamiento del problema 3

1.2.1. Determinación del problema 3

1.2.2. Formulación del problema 4

1.3. Objetivos 4

1.3.1. Objetivo general 4

1.3.2. Objetivos específicos 4

1.4. Importancia y alcance de la investigación 5

1.4.1. Importancia de la investigación 5

1.4.2. Alcance de la investigación 7

1.5. Limitaciones de la investigación 8

2. MARCO TEÓRICO 9

2.1. Antecedentes del estudio 9

2.1.1. Antecedentes internacionales 9

2.1.2. Antecedentes nacionales 10

2.1.3. Antecedentes locales 13

2.2. Bases teóricas 22

2.2.1. Topografía 22

2.2.2. Geotecnia y geología 25

2.2.3. Hidrología 25

2.2.4. Hidráulica 28

2.2.5. Demanda hídrica 46

2.3. Definición de términos 49

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES 54

3.1. Hipótesis 54

3.1.1. Hipótesis general 54

3.1.2. Hipótesis específicas 54

3.2. Variables 54

3.2.1. Variables independientes 54

3.2.2. Variable dependiente 54

3.3. Operacionalización de variables 55

3.3.1. Variables independientes 55

3.3.2. Variable dependiente 57

4. MATERIALES Y MÉTODOS 58

4.1. Área de estudio 58

4.2. Diseño de investigación 60

4.3. Población y muestra 63

4.4. Procedimientos, técnicas, herramientas e instrumentos de recolección de información y datos 64

4.4.1. Equipo topográfico 64

4.4.2. Equipo para estudio de mecánica de suelos 64

4.4.3. Equipo para toma de datos del río Chicama 65

4.5. Análisis estadístico 65

5. RESULTADOS 66

5.1. Estudios topográficos 66

5.1.1. Trabajo de campo 67

5.1.2. Trabajo de gabinete 71

5.1.3. Resumen de los estudios topográficos 78

5.2. Estudio hidrológico de la cuenca del río Chicama, en La Libertad 79

5.2.1. Evaluación hidrológica 79

5.2.2. Análisis de la información hidrometeorológica 93

5.2.3. Análisis de la información hidrográfica 102

5.2.4. Análisis de transporte de sedimentos 129

5.3. Estudios de mecánica de suelos y geológicos 130

5.3.1. Trabajo de campo y estudios de laboratorio 130

5.3.2. Geología regional 131

5.3.3. Geodinámica 133

5.3.4. Geología estructural 133

5.3.5. Geotecnia de bocatoma, canal de conducción y obras de arte 133

5.3.6. Depósitos fluviales 136

5.3.7. Tipo de suelo en el lugar de emplazamiento de bocatoma, vertedero y el canal de conducción 137

5.3.8. Evaluación granulométrica 141

5.3.9. Cálculo de la capacidad portante de las Estructuras 144

5.4. Diseño hidráulico 149

5.4.1. Cálculo de las características hidráulicas del río 149

5.4.2. Cálculo de rugosidad del río 150

5.4.3. Ancho estable del rio 152

5.4.4. Cálculo del barraje fijo 163

5.4.5. Cálculo del barraje móvil 168

5.4.6. Cálculo de la ventana de captación 171

5.4.7. Cálculo del vertedero lateral – fórmula de Weisbach 183

5.4.8. Altura del muro 185

5.4.9. Cálculo de aforador Parshall 185

5.4.10. Cálculo de toma lateral 190

5.5. Diseño estructural 193

5.5.1. Barraje fijo 193

5.5.2. Muro de captación 198
5.5.3. Compuertas metálicas 250
5.5.4. Canal de conducción 272
5.5.5. Losa de maniobras 279
5.6. Simulación hidráulica con el programa IBER 286
5.6.1. Calibración del programa Iber 288
5.6.2. Modelamiento del río en el área de estudio 294
5.6.3. Simulación de la Bocatoma La Barranca 304
5.6.4. Ecuación de conservación del sedimento 358
5.7. Demanda hídrica 365
5.8. Coeficiente de cultivo (kc) 366
5.9. Balance hídrico mensualizado 372
5.9.1. Disponibilidad hídrica en el río Chicama 372
5.9.2. Balance hídrico 373
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 378
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 380
7.1. Conclusiones 380
7.2. Recomendaciones 381
8. BIBLIOGRAFÍA 383
9. ANEXOS I

9.1. Anexo A: Reglamentos, normas y resoluciones..... I

9.2. Anexo B: Información de la topografía..... VII

9.3. Anexo C: Planos..... XV

9.4. Anexo D: Fichas y cuestionarios para recopilación de datos..... XXXVIII

9.5. Anexo E: Trámites con entidades y licencias de softwares utilizados..... LVII

9.6. Anexo F: Fichas técnicas y especificaciones de diseño..... LXIII

9.7. Anexo G: Panel fotográfico..... LXVIII

9.8. Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos LXXXII

9.9. Anexo I: Análisis de calidad de agua y suelo..... CXI

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad de potenciales beneficiarios directos de la localidad de Sausal 5

Tabla 2 Asignación de recurso hídrico en el valle Chicama por bloques en Sausal. 6

Tabla 3 Valores de los periodos de retorno (T) en años, los riesgos (R) y vida útil (n). 27

Tabla 4 Factores de corrección de Cowan. 29

Tabla 5 Valores estimados para el factor de fondo. 31

Tabla 6 Valores estimados para el factor de orilla. 32

Tabla 7 Valores de $K1$, coeficientes de fondo del río 33

Tabla 8 Tipo de río según la resistencia de sus orillas 33

Tabla 9 Valores de K según el tipo de cauce de un río 35

Tabla 10 Valores de a según la ubicación del río en la cuenca 36

Tabla 11 Ecuaciones para el cálculo de $U\phi$ en función del diámetro medio del material de fondo 37

Tabla 12 Fórmulas de diseño de Altunin para cauces estables según valores conocidos. 38

Tabla 13 Valores del coeficiente B para socavación 41

Tabla 14 Valores promedio utilizados para $Efriego$ 48

Tabla 15 Matriz de operación de la variable independiente 1 55

Tabla 16 Matriz de operación de la variable independiente 2 56

Tabla 17 Matriz de operación de la variable dependiente 57

Tabla 18 Tipo de investigación de diseño experimental y sus características 61

Tabla 19 Correspondencia entre tipos de estudio, hipótesis y diseño de investigación 62

Tabla 20 Recursos utilizados para el levantamiento topográfico 68

Tabla 21 Ubicación de puntos de control geodésico tipo C..... 71

Tabla 22 Ubicación de puntos BM 72

Tabla 23 Ubicación de los vértices para la poligonal de apoyo..... 73

Tabla 24 Datos de campo de la poligonal de apoyo 75

Tabla 25 Error de cierre angular a partir de la poligonal de apoyo 75

Tabla 26 Error de cierre lineal a partir de la poligonal de apoyo..... 77

Tabla 27 Puntos de Control de la Unidad Hidrográfica del área de Estudio 79

Tabla 28 Características hídricas del valle Chicama 81

Tabla 29 Datos generales del aforo en el punto P1..... 83

Tabla 30 Tirantes medidas durante el aforo en el punto P1..... 84

Tabla 31 Cálculo de velocidad en el punto P1..... 85

Tabla 32 Datos generales del aforo en el punto P2..... 85

Tabla 33 Tirantes medidas durante el aforo en el punto P2..... 86

Tabla 34 Cálculo de velocidad en el punto P2..... 87

Tabla 35 Resultados del Aforo..... 88

Tabla 36 Resumen de calidad del Agua en Punto de Control Captación 90

Tabla 37 Interpretación de la calidad del agua respecto al peligro de sales 91

Tabla 38 Interpretación de la calidad del agua respecto al peligro de sodio 92

Tabla 39 Interpretación de la calidad del agua respecto al riesgo de boro, carbonato de sodio (Na2CO2) y la dureza del agua(mgCaCO3/L) 92

Tabla 40 Tabla de descripción de la estación Casa Grande..... 93

Tabla 41 Análisis de los elementos meteorológicos de la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020..... 94

Tabla 42 Precipitación total mensual en la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020..... 95

Tabla 43 Temperatura media mensual en la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020..... 98

Tabla 44 Humedad relativa media mensual estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020 100

Tabla 45 Velocidad del viento media mensual estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020.. 101

Tabla 46 Tabla de descripción de la estación Salinar 103

Tabla 47 Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (1950 – 1978) 104

Tabla 48 Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (1979 – 2007) 105

Tabla 49 Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (2008 – 2016) 106

Tabla 50 Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 1) 108

Tabla 51 Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 2) 109

Tabla 52 Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 3) 110

Tabla 53 Probabilidad de las descargas del rio Chicama (m3/s) estación Salinar (sin los años 1983 y 1998) 1950/2016 112

Tabla 54 Descargas máximas instantáneas del río Chicama, estación Salinar, durante el período 1950 – 2016 (Parte 1)..... 118

Tabla 55 Descargas máximas instantáneas del río Chicama, estación Salinar, durante el período 1950 – 2016 (Parte 2)..... 119

Tabla 56 Valores estadísticos de distribuciones de frecuencia para las descargas máximas instantáneas en el río Chicama – Estación Salinar..... 120

Tabla 57 Parámetros estadísticos de la serie histórica: descargas máximas instantáneas del río Chicama en la estación Salinar en el período 1950 – 2016 121

Tabla 58 Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 1)..... 122

Tabla 59 Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 2)..... 123

Tabla 60 Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 3)..... 124

Tabla 61 Valores previstos de las descargas máximas del río Chicama – estación Salinar 125

Tabla 62 Valores previstos de las descargas máximas del río Chicama en el área de captación 126

Tabla 63 Riesgo admisible en función del período de retorno y la vida útil del proyecto 128

Tabla 64 Descargas de diseño, en función del riesgo de falla, la vida útil y el período de retorno 128

Tabla 65 Descargas medias mensuales del río Chicama en la captación..... 129

Tabla 66 Análisis de sedimentos en el río Chicama, área de captación..... 130

Tabla 67 Unidades geológicas en el área de estudio..... 131

Tabla 68 Resultados del ensayo de penetración dinámica ligera (DPL) para el canal 137

Tabla 69 Características físicas – Bocatoma y Vertedero..... 138

Tabla 70 Características físicas – Bocatoma e ingreso del canal..... 138

Tabla 71 Características físicas – Canal de conducción 139

Tabla 72 Análisis químico de cimentación 139

Tabla 73 Análisis químico de cimentación 139

Tabla 74 Resultados de Calicata en el Barraje fijo 141

Tabla 75 Resultados de Calicata en la Bocatoma 142

Tabla 76 Resultados de Calicata en el vertedero 143

Tabla 77 Resultados de Calicata en el vertedero 143

Tabla 78 Capacidad de soporte de cimentación para la bocatoma (Calicata CB-01) 144

Tabla 79 Capacidad de soporte de cimentación para el vertedero y el canal de conducción (Calicata CB-04) 146

Tabla 80 Factores de correlación de Cowan 150

Tabla 81 Resolución de las fórmulas de diseño por el método de Altunin 154

Tabla 82 Factor $11 + X$ para suelos cohesivos y no cohesivos 157

Tabla 83 Coeficiente β para la socavación 158

Tabla 84 Características geométricas e hidráulicas de canal de conducción 175

Tabla 85 Tabla de corte y relleno canal 0+000-0+115 180

Tabla 86 Tabla de corte y relleno canal 0+120-0+370 181

Tabla 87 Acotamientos de regla aporcelanada 188

Tabla 88 Dimensiones estandarizadas de los aforadores Parshall 188

Tabla 89 Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 1 200

Tabla 90 Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 1 200

Tabla 91 Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 2 213

Tabla 92 Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 2 213

Tabla 93 Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 3 226

Tabla 94 Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 3 226

Tabla 95 Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 3 239

Tabla 96 Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 3 239

Tabla 97 Clasificación reológica general de flujos de agua y sedimentos..... 252

Tabla 98 Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para la bocatoma 253

Tabla 99 Deformaciones de los elementos más representativos de la estructura PL..... 257

Tabla 100 Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para el canal de limpia 258

Tabla 101 Tabla de deformaciones en la compuerta para el canal de limpia 260

Tabla 102 Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para la toma..... 261

Tabla 103 Tabla de deformaciones en la compuerta para la toma..... 264

Tabla 104 Comparación del calado en campo con el calado del modelamiento 294

Tabla 105 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 1) 298

Tabla 106 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 2) 299

Tabla 107 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 3) 300

Tabla 108 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 4) 301

Tabla 109 Resumen de los datos máximos en el procesamiento del programa Iber 303

Tabla 110 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 1)..... 307

Tabla 111 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 2)..... 308

Tabla 112 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 3)..... 309

Tabla 113 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 4)..... 310

Tabla 114 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 5)..... 311

Tabla 115 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 6)..... 312

Tabla 116 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 7)..... 313

Tabla 117 Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 1) 317

Tabla 118 Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 2) 318

Tabla 119 Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 3) 319

Tabla 120 Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 4) 320

Tabla 121 Información de salida del programa Iber, canal de aproximación (Parte 1)..... 329

Tabla 122 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 2)..... 330

Tabla 123 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 3)..... 331

Tabla 124 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 4)..... 332

Tabla 125 Especificaciones para la simulación del vertedero 336

Tabla 126 Información de salida del programa Iber, vertedero lateral (Parte 1)..... 339

Tabla 127 Información de salida del programa Iber, vertedero lateral (Parte 2)..... 340

Tabla 128 Información de salida del programa Iber, aforador Parshall (Parte 1)..... 343

Tabla 129 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 2)..... 344

Tabla 130 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 3)..... 345

Tabla 131 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 4)..... 346

Tabla 132 Especificaciones para la simulación del canal trapezoidal 350

Tabla 133 Información de salida del programa Iber, canal trapezoidal (Parte 1)..... 351

Tabla 134 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 2)..... 352

Tabla 135 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 3)..... 353

Tabla 136 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 4)..... 354

Tabla 137 Rangos de porosidad del limo y arcilla según distintos autores 359

Tabla 138 Información de salida del programa Iber, río con sedimentos (Parte 1)..... 360

Tabla 139 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 2)..... 361

Tabla 140 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 3)..... 362

Tabla 141 Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 4)..... 363

Tabla 142 Distribución Mensual de áreas con Proyecto..... 366

Tabla 143 Coeficiente de Cultivo Kc para las áreas con proyecto 366

Tabla 144 Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (mm/día)..... 369

Tabla 145 Precipitación efectiva 370

Tabla 146 Requerimiento bruto de los cultivos 370

Tabla 147 Cálculo de la demanda hídrica (Sin proyecto) 371

Tabla 148 Probabilidad de las descargas del río Chicama (m3/s)Estación Salinar (sin los años 1983 y 1998) 1950/2016 372

Tabla 149 Cálculo de la oferta hídrica mensual (Sin proyecto) 372

Tabla 150 Resultados de la Oferta hídrica -Demanda hídrica (Sin proyecto) 373

Tabla 151 Cédula de cultivo 374

Tabla 152 Eficiencia de aplicación 375

Tabla 153 Cálculo de la evapotranspiración en el área de estudio 375

Tabla 154 Porcentaje de iluminación mensual con respecto anual 376

Tabla 155 Cálculo de la demanda de agua 377

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de los predios agrícola de la localidad de Sausal, sector La Barranca..... 7

Figura 2 Vista donde se identifica las alturas del barraje vertedero. 45

Figura 3 Detalle de barraje fijo de rampa rugosa..... 46

Figura 4 Ubicación de la cuenca del río Chicama. 58

Figura 5 Entrada a la localidad de Sausal, cerca del área de estudio, en el distrito de Chicama. 59

Figura 6 Ubicación del área de estudio y de las estructuras hidráulicas a diseñar. 59

Figura 7 Ubicación del área de estudio, límite departamental de La Libertad. 60

Figura 8 Rutas de acceso al área de estudio desde la Localidad de Sausal. 67

Figura 9 Reconocimiento del área de estudio, inspección visual. 69

Figura 10 Equipo GPS diferencial estacionado en los puntos de control geodésicos. 72

Figura 11 Monumentación de puntos BM. 73

Figura 12 Monumentación de los vértices de la poligonal de apoyo y ubicación de estaciones auxiliares para el levantamiento topográfico. 74

Figura 13 Cuenca de la Estación Salinar y Cuenca para la Bocatoma. 80

Figura 14 Definición de la cuenca del área de estudio. 82

Figura 15 Sección transversal del río en el punto P1..... 84

Figura 16 Sección transversal del río en el punto P2..... 86

Figura 17 Variación de la precipitación total mensual en la estación Casa Grande 96

Figura 18 Isohietas en la cuenca en la estación Salinar del Río Chicama 97

Figura 19 Variación de temperatura media mensual en la Estación Meteorológica Casa Grande 99

Figura 20 Variación de la humedad relativa media mensual en la Estación asa Grande 100

Figura 21 Variación de la velocidad del viento media mensual en la Estación Casa Grande ... 102

Figura 22 Variación de descargas medias mensuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016) 106

Figura 23 Variación de descargas medias anuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016)..... 107

Figura 24 Variación de descargas medias mensuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016), sin considerar los años 1983 y 1998 111

Figura 25 Variación de descargas medias anuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016), sin considerar los años 1983 y 1998 111

Figura 26 Variación de la probabilidad de ocurrencia de descargas anuales río Chicama (m3/s) de la estación Salinar (1950/2016) sin los años 1983 y 1998..... 113

Figura 27 Variación de la probabilidad de ocurrencia de descargas anuales río Chicama (m3/s) de la estación Salinar (1950/2016) sin los años 1983 y 1998..... 113

Figura 28 Área de cultivo de arroz, predio agrícola con sistema de riego por gravedad 115

Figura 29 Predio agrícola para siembra de arroz, con sistema de riego por gravedad 116

Figura 30 Toma de agua construida por los pobladores del sector La Barranca, sin asistencia técnica y con materiales precarios 116

Figura 31 Variación de los caudales máximos instantáneos del río Chicama (Estación Salinar) con respecto a la probabilidad de ocurrencia, bajo la distribución de Log-Pearson..... 125

Figura 32 Mapa Geológico Regional 16e (Chocope) Y 16f (Otuzco)..... 132

Figura 33 Leyenda del Geológico Regional 16e (Chocope) y 16f (Otuzco)..... 132

Figura 34 Tipos de Suelo y Ubicación de Calicatas - Planta..... 134

Figura 35 Tipos de Suelo y Ubicación de Calicatas – Corte A-A'..... 135

Figura 36 Leyenda geológica de la ubicación de la bocatoma 135

Figura 37 Calicata CB-04 Canal 0+100. Profundidad de 1.40m 136

Figura 38 Calicata CB-04 y Calicata CB-05 140

Figura 39 Vista panorámica de la calicata CB-05 140

Figura 40 Características hidráulicas del río Chicama en el área de estudio (Hcanales v. 3.0) 149

Figura 41 Rugosidades en el lecho del río Chicama, área de captación 151

Figura 42 Esquema de la sección longitudinal del barraje fijo 163

Figura 43 Diagrama de dimensionamiento con los límites de admisión máximo permitido q, en m3/hs 166

Figura 44 Diagrama de dimensionamiento con los límites de admisión, velocidad (vmc), en m3/hs 167

Figura 45 Esquema del barraje fijo, de 200 metros de longitud 167

Figura 46 Sección transversal del barraje fijo, corte A-A 168

Figura 47 Parámetros de cálculo para la compuerta móvil 168

Figura 48 Coeficiente de gasto de una compuerta radial 172

Figura 49 Coeficiente de gasto de una compuerta radial 174

Figura 50 Canal de Aproximación, Vertedero, Medidor Parshall y Canal de Conducción 176

Figura 51 Canal de aproximación-Perfil Longitudinal eje de Perfil Longitudinal : 0+000-0+120Km 177

Figura 52 Canal de Aproximación eje de perfil Longitudinal: 0+000-0+120 Km 178

Figura 53 Perfil Longitudinal: 0+120-0+370 Km 179

Figura 54 Perfil transversal 182

Figura 55 esquema del aforador Parshall 187

Figura 56 Vista en planta del aforador Parshall 189

Figura 57 Perfil longitudinal del aforador Parshall 189

Figura 58 Aforador Parshall con las dimensiones calculadas 190

Figura 59 Esquema de la toma lateral, perfil longitudinal 191

Figura 60 Sección típica del barraje fijo 194

Figura 61 Sección transversal en la progresiva 0+110 del barraje fijo 194

Figura 62 Desnivel entre el barraje fijo y el lecho de río, con el calado del río 195

Figura 63 Esfuerzos de empuje del río sobre la cama de enrocado en el barraje fijo 195

Figura 64 Fuerza cortante sobre el enrocado 196

Figura 65 Vista en planta de los tipos de muros de captación 198

Figura 66 Muro tipo 1 199

Figura 67 Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 1 205

Figura 68 Armadura en el Talón del muro tipo 1 210

Figura 69 Distribución de acero en el muro tipo 1 211

Figura 70 Muro tipo 2 212

Figura 71 Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 2 219

Figura 72 Armadura en el Talón del muro tipo 2 223

Figura 73 Distribución de acero en el muro tipo 2 224

Figura 74 Muro tipo 3 225

Figura 75 Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 3 232

Figura 76 Armadura en el Talón del muro tipo 3 236

Figura 77 Distribución de acero en el muro tipo 3 237

Figura 78 Muro tipo 4 238

Figura 79 Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 4 245

Figura 80 Armadura en el Talón del muro tipo 4 249

Figura 81 Distribución de acero en el muro tipo 4 250

Figura 82 Distribución de esfuerzos del agua y el suelo en un flujo de detritos 253

Figura 83 Distribución de Fuerzas Mayoradas W1,W2 254

Figura 84 Diagrama de la resultante del cortante máximo 255

Figura 85 Diagrama de la resultante de deformaciones 256

Figura 86 Asignación de carga hidráulica de 1000 kgf/m2 a la compuerta para el canal de limpia 258

Figura 87 Diagrama de deformaciones de la compuerta en el canal de limpia 259

Figura 88 Perfiles de acero y de concreto para la toma 261

Figura 89 Diagrama de deformaciones de la compuerta para la toma 262

Figura 90 Diagrama de esfuerzos cortantes de la compuerta para la toma 263

Figura 91 Características de los materiales de la bocatoma radial 265

Figura 92 Modelamiento de la compuerta radial para bocatoma en el programa SAP2000 v.24.0.0 (vista de perfil) 265

Figura 93 Modelamiento de la compuerta radial para bocatoma en el programa SAP2000 v.24.0.0 (vista en 3D) 266

Figura 94 Asignación de las cargas del agua a la compuerta radial 266

Figura 95 Cargas del agua sobre la compuerta radial del barraje móvil 267

Figura 96 Diagrama de esfuerzos cortantes sobre la pantalla y las vigas de apoyo de la compuerta radial del barraje móvil 267

Figura 97 Área de empuje del agua sobre la compuerta radial del barraje móvil 268

Figura 98 Diagrama de esfuerzos cortantes en la armadura del brazo de la compuerta radial.. 268

Figura 99 Diagrama de esfuerzos cortantes en las vigas de apoyo de la compuerta radial..... 269

Figura 100 Compuerta radial en la ventana de captación, de dimensiones 2.20x0.50 mxm..... 269

Figura 101 Diagrama de deformaciones en la compuerta y el muro..... 270

Figura 102 Diagrama de deformaciones en la armadura del brazo de la compuerta radial..... 271

Figura 103 Diagrama de esfuerzos cortantes en la compuerta y el muro..... 271

Figura 104 Detalle de Muros del Canal de Conducción..... 276

Figura 105 Bocatoma en AutoCAD Civil 3D..... 279

Figura 106 Detalle de luz libre y apoyo de la Losa..... 280

Figura 107 Calculo de Momento Flector, mediante SAP2000..... 281

Figura 108 Diagrama de esfuerzos cortantes con el Programa SAP2000..... 284

Figura 109 Vista en planta de la losa de maniobras..... 285

Figura 110 Vistas en elevación de la losa de maniobras tipo C1 y tipo C2..... 285

Figura 111 Vistas en elevación de la losa de maniobras tipo C3..... 286

Figura 112 Esquema del proceso de calibración del programa Iber, con el modelamiento hidráulico del Fenómeno del Niño 2017..... 288

Figura 113 Imagen satelital LandSat8 del área de estudio, 17/11/2017..... 289

Figura 114 Imagen satelital LandSat8 del área de estudio, 13/12/2021..... 289

Figura 115 Diagrama topológico del sistema hidráulico de la cuenca del río Chicama..... 290

Figura 116 Esquema topológico de la zona de estudio..... 291

Figura 117 Esquema hidráulico de las estructuras de captación..... 292

Figura 118 Discretización hidráulica de una sección transversal del río en elementos finitos . 293

Figura 119 Identificación de la marca de agua durante la visita guiada por la Comisión de Usuarios de Sausal 293

Figura 120 Ingreso de Información de Caudales Máximos al Modelo Generado 294

Figura 121 Asignación de inundación en la zona de estudio..... 295

Figura 122 Delimitación del río y los predios agrícolas para asignación de la rugosidad 295

Figura 123 Asignación de coeficientes de rugosidad de Manning en la zona de estudio..... 296

Figura 124 Generación de la malla no estructurada 296

Figura 125 Asignación de los datos y parámetros de la zona de estudio..... 297

Figura 126 Asignación de los datos y parámetros de la zona de estudio..... 297

Figura 127 Calado Máximo de 1.90 m en la sección de la ubicación de la Bocatoma 301

Figura 128 Número de Froude = 0.87 en el Lugar de Captación 302

Figura 129 Caudal máximo específico de 2.56 m2/s en la sección de la ubicación de la bocatoma 302

Figura 130 Velocidad máxima de 2.40 m/s en la sección de la ubicación de la bocatoma..... 303

Figura 131 Importación de las curvas de nivel, incluyendo Barraje, Bocatoma, Canal..... 304

Figura 132 Generación de archivo TIN a partir del formato Shape 304

Figura 133 Generación de archivo DEM a partir del formato TIN 305

Figura 134 Generación de archivo ASCII compatible, a partir del formato DEM..... 305

Figura 135 Generación de la geometría de la zona de estudio en el programa Iber..... 306

Figura 136 Generación de la malla no estructurada, incluyendo bocatoma, barraje y canal..... 306

Figura 137 Postproceso de la simulación del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal 314

Figura 138 Variación del caudal específico en la bocatoma y el canal por efectos del barraje fijo 314

Figura 139 Variación de la velocidad de flujo en la bocatoma y el canal por efectos del barraje fijo 315

Figura 140 Variación de calados en la zona de estudio por efectos del barraje fijo 315

Figura 141 Rediseño Final del canal de aproximación 316

Figura 142 Variación del caudal específico en la bocatoma 321

Figura 143 Gráfico de la variación del caudal específico en la bocatoma, corte A-A 322

Figura 144 Variación del calado la bocatoma 323

Figura 145 Gráfico de la variación del calado en la bocatoma, corte A-A 324

Figura 146 Variación de la velocidad del flujo en la bocatoma 325

Figura 147 Gráfico de la variación del calado en la bocatoma, corte A-A 326

Figura 148 Variación del número de Froude en la bocatoma 327

Figura 149 Gráfico de la variación del número de Froude en la bocatoma, corte A-A 328

Figura 150 Variación del caudal específico en el canal de aproximación 333

Figura 151 Gráfico de la variación del caudal específico en el canal de aproximación 333

Figura 152 Variación de la velocidad del fluido en el canal de aproximación 334

Figura 153 Gráfico de la variación de la velocidad del fluido en el canal de aproximación 334

Figura 154 Variación del calado en el canal de aproximación 335

Figura 155 Gráfico de la variación del calado en el canal de aproximación 335

Figura 156 Creación de líneas y superficies del vertedero 336

Figura 157 Calidad de malla a generar para el vertedero 337

Figura 158 Malla generada para el vertedero 337

Figura 159 Asignación de coeficiente de Manning a los elementos del enmallado 338

Figura 160 Variación del calado en el vertedero lateral 341

Figura 161 Variación del número de Froude en el vertedero lateral 341

Figura 162 Variación de la velocidad del flujo en el vertedero lateral 342

Figura 163 Enmallado del aforador Parshall 343

Figura 164 Variación del caudal específico en el aforador Parshall 347

Figura 165 Gráfica de la variación del caudal específico en el aforador Parshall, Corte A-A . 347

Figura 166 Variación del calado en el aforador Parshall 348

Figura 167 Gráfica de la variación del calado en el aforador Parshall, Corte A-A 348

Figura 168 Variación de la velocidad del flujo en el aforador Parshall 349

Figura 169 Gráfica de la variación de la velocidad del flujo en el aforador Parshall, Corte A-A 349

Figura 170 Generación de la geometría, mallado y asignación de la rugosidad, canal trapezoidal 350

Figura 171 Variación de la velocidad del flujo en el canal trapezoidal 354

Figura 172 Gráfico de variación de la velocidad del flujo en el canal trapezoidal 355

Figura 173 Variación del calado en el canal trapezoidal 355

Figura 174 Gráfico de la variación del calado en el canal trapezoidal 356

Figura 175 Variación del caudal específico en el canal trapezoidal 356

Figura 176 Gráfico de la variación del caudal específico en el canal trapezoidal 357

Figura 177 Variación del número de Froude en el canal trapezoidal 357

Figura 178 Gráfico de la variación del número de Froude en el canal trapezoidal 358

Figura 179 Generación de enmallado para modelar el río con sedimentos 360

Figura 180 Gráfico de la cota de fondo del río Chicama en el área de estudio 364

Figura 181 Gráfico de la concentración de sedimentos en el río Chicama..... 364

Figura 182 Gráfico de la erosión de aguas debajo del barraje fijo, en el río Chicama..... 365

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

En la costa peruana, las infraestructuras hidráulicas de riego y abastecimiento de agua tales como bocatomas, captaciones y canales, así como las estructuras de protección ribereña, son recurrentemente afectadas por los desbordes e inundaciones, sedimentación y procesos erosivos, causados por las grandes avenidas en los ríos (eventos hidrológicos extremos) que ocurren por la presencia del fenómeno El Niño en sus distintas magnitudes.

Los sistemas de riego en los valles de la costa norte del Perú están conformados por grandes infraestructuras hidráulicas mayores y menores de riego, convirtiendo al Perú en uno de los países líderes en agroexportación. Sin embargo, aún existen pequeños sistemas de riego precarios con bocatomas, captaciones rusticas y canales de tierra, construidos por los propios agricultores, sin asistencia técnica ni financiera.

El principal problema es el inadecuado aprovechamiento de la oferta hídrica del río Chicama debido a las condiciones actuales de las estructuras hidráulicas cuya eficiencia de conducción es baja y, en este sentido, la tesis presenta el aseguramiento de la demanda hídrica del sector La Barranca, localidad de Sausal, provincia de Ascope, en la región La Libertad, donde se capta el agua desde la mar margen izquierda del río Chicama.

En el capítulo I, se detallan la ubicación de la población de Sausal en el cual se determinó el problema de la demanda hídrica y el objetivo a lograr mediante la simulación de la bocatoma y el diseño del canal de riego, considerando la importancia de solucionar el abastecimiento de agua

requerido por la Junta de Usuarios de Sausal, limitando la investigación al sector de riego La Barranca.

En el capítulo II, se detallan los antecedentes de estudio hidráulicos en el río Chicama, las bases teóricas necesarias para determinar las características hidrológicas del río, geotécnicas, topográficas, hidráulicas necesarias para determinar las dimensiones de la bocatoma y el canal.

En el capítulo III, se determina las variables que intervienen en el problema de investigación, los cuales son: El diseño de la bocatoma, el diseño del canal de conducción y la demanda hídrica del sector La Barranca; mediante un cuadro de Operacionalización de variables de estudio.

En el capítulo IV se presenta el diseño de la investigación, la identificación de la población y muestra para la recolección de datos, así como el procedimiento, topográficos, mecánica de suelos y la identificación de los estadios hidrométricos de la zona.

En el capítulo V se presenta los resultados de los estudios básicos de ingeniería, como la ubicación, la topografía de la bocatoma y el canal de conducción, la evaluación hidrológica y el uso de los caudales anuales instantáneos mediante aplicación de estadística, las características geológico-geotécnicas, así como la capacidad portante del suelo, el diseño hidráulico y el diseño estructural de las obras hidráulicas consideradas. Con los datos antes obtenidos, se realizó el modelado hidráulico de la bocatoma y el canal de conducción mediante el programa Iber, así como cada componente de las mencionadas obras hidráulicas, siendo estos: barraje fijo, barraje móvil, compuertas radiales y compuertas de izaje, canal de aproximación, vertedero, aforador Parshall y canal de conducción.

Finalmente, en el Capítulo VI se discute los resultados obtenidos con los antecedentes, mientras que las conclusiones y recomendaciones son tratadas en el Capítulo VII. Se brinda la bibliografía consultada y, adicionalmente, como anexo se presenta planos, fichas de campo, trámites, licencia de programas, y un panel fotográfico de las visitas a campo.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Determinación del problema

Actualmente, la captación del sector La Barranca se encuentra parcialmente operativo, pero la captación es de construcción rústica. Esta construcción se encuentra en la margen izquierda del río Chicama; y presenta un canal rústico con pendiente irregular y un sistema de riego por gravedad hacia las áreas de riego del sector Sausal, los cuales quedaron inoperativos luego de ocurrido el Fenómeno de El Niño del 2017, lo que ocasionó un desabastecimiento de agua para cultivo de arroz y legumbres en el sector Sausal, ubicadas a 500 metros de la bocatoma aproximadamente y cuyas tierras de cultivo protegidas con diques de encauzamiento. Sobre la captación, se realizó con elementos rústicos y sin asistencia técnica debido a las bajas condiciones socioeconómicas en la que se encuentra la población del sector La Barranca, cuya economía se sustenta en mayor medida en la agricultura.

En atención de la necesidad descrita y a través de la Junta de Usuarios del sector La Barranca se ha realizado la visita de reconocimiento, y se detectó que en diferentes tramos de canal están colmatadas, desbordadas, colapsadas y deterioradas, esto debido a las deficiencias técnicas en su construcción precaria; debiendo estos tramos ser revestidos con concreto por su adecuado comportamiento hidráulico.

1.2.2. Formulación del problema

1.2.2.1. Problema general

¿El diseño de la bocatoma y la línea de conducción del sistema de riego Sausal abastecerá la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad?

1.2.2.2. Problema específico 1

¿El diseño de la bocatoma Sausal abastecerá la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad?

1.2.2.3. Problema específico 2

¿ El diseño de la línea de conducción del sistema de riego Sausal abastecerá la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar la bocatoma y la línea de conducción del sistema de riego Sausal para abastecer la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Objetivo específico 1

Diseñar la bocatoma Sausal para abastecer la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

1.3.2.2. Objetivo específico 2

Diseñar la línea de conducción del sistema de riego Sausal para abastecer la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

1.4. Importancia y alcance de la investigación

1.4.1. Importancia de la investigación

El área agrícola ubicada en el área de estudio, según la Comisión de Usuarios de Sausal (W. Huaccha, comunicación personal, 17 de octubre de 2020), por las características del suelo y costumbres culturales, está destinada principalmente a la producción de cultivos permanentes como la caña de azúcar, en un promedio del 77.77% de los terrenos durante todo el año, sucediendo lo mismo con los frutales comunes (10%), la alfalfa (2.34%) y la vid común (4.56%). Por otro lado, para el maíz amarillo destinan un promedio porcentual del 39% de los terrenos por campaña, un 1.27% para el frijol bayo y un 12.30% para el arroz trasplante, áreas variables dependiendo de la campaña. En la Tabla 1 se detalla la población a beneficiarse con esta investigación.

Tabla 1

Cantidad de potenciales beneficiarios directos de la localidad de Sausal

Potenciales beneficiarios	Cantidad
N° de usuarios (N° de familias)	132
Población beneficiada (N° de habitantes)	660

Nota: Adaptado de la Comisión de Usuarios de Sausal (comunicación personal, 17 de octubre de 2020).

Con respecto a las hectáreas beneficiadas, la R. A. N° 194-2010-ANA-ALA Chicama estableció que el bloque de riego de La Barranca cuenta con 1869.94 hectáreas, correspondiendo el 84.5% al régimen con licencia y el resto está bajo permiso. Se brinda mayor detalle de la asignación del recurso hídrico en la Tabla 2.

Tabla 2

Asignación de recurso hídrico en el valle Chicama por bloques en Sausal.

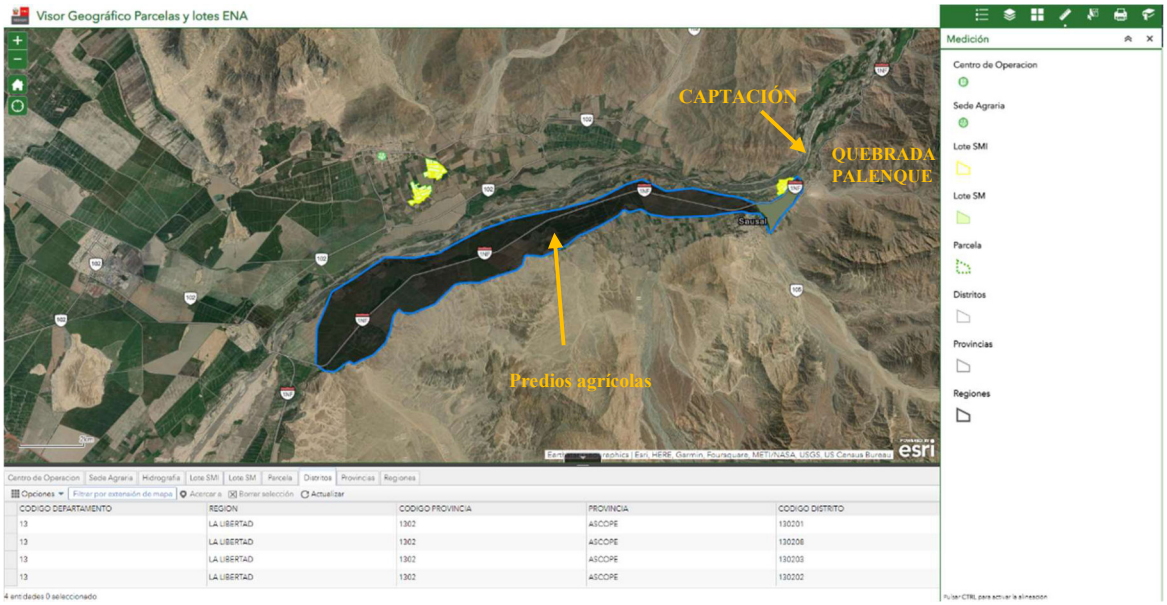
Nombre de bloque	Área bajo riego (ha)	Área bajo licencia[a] (ha)	Área bajo permiso[b] (ha)	Demanda bruta de agua (m^3)	Asignación de agua bajo licencia	Módulo (m^3/ha)
Pampas de Jaguey	641.8360	293.8030	348.0330	11.1366	2.8190	9594.99
Salinar-Quemazón	840.8766	450.9238	389.9528	17.0922	4.3266	9594.99
La Barranca	**1869.9407**	**1579.9592**	**289.9815**	**59.8882**	**15.1597**	**9594.99**
Chicamita	3403.0771	1619.4948	1783.5823	61.3868	15.5390	9594.99
SUBTOTAL	6755.7304	3944.1808	2811.5496	149.5037	37.8444	

Nota: [a] Referido al uso temporal del agua (Ver Artículo 50 de la Ley 29338). [b] Referido a los usuarios que son propietarios o poseedores del predio agrícola (Ver Artículo 60 de la Ley 29338). Todos los bloques de la Comisión de Usuarios de Sausal cuentan con el río Chicama como fuente de agua. Adaptado de la R. A. N°194-2010-ANA-ALA CHICAMA, (Ver Anexo A:).

Asimismo, en la Figura 1 se presenta la ubicación de los predios agrícolas del sector La Barranca que se benefician de las aguas del río Chicama.

Figura 1

Ubicación de los predios agrícola de la localidad de Sausal, sector La Barranca.



Nota: Adaptada del visor geográfico de parcelas y lotes ENA (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, s.f.).

La simulación hidráulica de las estructuras y el modelamiento numérico del río permite identificar zonas vulnerables a inundaciones en el lugar de captación y los predios agrícolas, ayudando a la protección de las estructuras mediante muros de contención, diques de enrocado y otro tipo de defensa ribereña.

1.4.2. Alcance de la investigación

Se consideró las descargas del río Chicama la simulación hidráulica de la bocatoma y el diseño del canal de conducción dentro un área de estudio recomendable de 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo de la bocatoma como mínimo, además de la producción agrícola del sector La Barranca, localidad de Sausal. Sin embargo, se hará mención de la presencia de la quebrada Palenque mas no la de la ocurrencia de flujo de detritos por la activación de la quebrada

en eventos extraordinarios debido a que se requiere de estudios más especializados de la geología de la quebrada antes mencionada.

Se realizará un análisis de la demanda y balance hídrico del sector la Barranca ubicado en La Libertad al margen izquierdo del río Chicama.

1.5. Limitaciones de la investigación

La información hidrológica e hidrometeorológica no fueron inmediatas, se gestionó por medio de trámites a las entidades competentes como la Autoridad Nacional del Agua (y su división Autoridad Local de Agua - Chicama), el Proyecto Especial Jequetepeque – Zaña (PEJEZA) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Las respuestas a los correos remitidos hacia las entidades mencionadas fueron positivas, ordenando la información brindada en rigor a la exigencia del trabajo. Respecto a los estudios de topografía y mecánica de suelos, se realizó un convenio con la empresa consultora NILOC Consultores EIRL para la obtención de la información fidedigna para el procesamiento de datos, trabajando conjuntamente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En los diversos estudios de investigación revisados se propuso estructuras hidráulicas de captación y conducción como solución al desaprovechamiento del recurso hídrico fluvial, en los que se buscó beneficiar a la población y mejorar las actividades económicas como la agricultura y la ganadería.

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis titulada *Diseño de bocatoma y línea de conducción para garantizar el caudal del sistema de acueducto de la cabecera municipal de La Mesa, Cundinamarca*, Martínez (2020), cuyo objetivo fue diseñar una toma hidráulica y un sistema de conducción para el abastecimiento Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del municipio para aprovechar la oferta hídrica del río Apulo. Los datos fueron recolectados de la información del área de estudio en entidades locales y nacionales tales como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la Empresa Regional Aguas del Tequendama S.A. E.S.P. y la Alcaldía Municipal de La Mesa. El autor concluyó en un diseño de bocatoma en el que considera las características demográficas, meteorológicas, hidrológicas y topográficas que luego de la captación conduce el caudal mediante tubería.

Esta investigación está ligada al diseño de obras hidráulicas de captación y conducción, las cuales permiten aprovechar la oferta hídrica fluvial, mejorando la calidad de vida de los usuarios.

En la tesis titulada *Modelación Hidráulica-Física de la Captación del Río Boquerón, Proyecto de Riego Cayambe-Pedromoncayo, en el Laboratorio de Hidráulica de la UCE,* Sánchez

(2017) cuyo objetivo fue realizar un modelo hidráulico-físico de la captación del río Boquerón en el Laboratorio UCE de Ecuador, donde detalla que se debe construir una plataforma transversalmente en el cauce del río aguas arriba ya que contribuye a que el agua sea captada de una manera uniformemente distribuido, así como permite el paso libre de partículas, evitando que se azolven antes del ingreso a la rejilla. El autor concluyo con un modelo físico en el que determino características que relacionan el caudal, velocidad, numero de Froude, sedimentos a través de una rejilla.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Para beneficiarse de los recursos hídricos de los ríos a nivel nacional, los usuarios se han organizado en sectores de riego formado por comisiones de regantes, amparadas en resoluciones administrativas emitidas por las Autoridades Locales del Agua (Conocidas como ALA). Lamentablemente, la carencia u obsolescencia de las estructuras de captación y riego limitan el uso de los recursos hídricos, siendo los sectores agrícolas uno de los más afectados; por tanto, se partió de los siguientes antecedentes:

Julon (2019), en la tesis *Diseño de la bocatoma y canal de derivación de Pueblo Escondido, sector Marripón, distrito de Motupe, provincia y departamento de Lambayeque, 2017*, tuvo como objetivo diseñar hidráulicamente y estructuralmente tanto una bocatoma sobre el río Chiniama, donde las principales actividades económicas del sector Marripón son la agricultura y la ganadería, como un canal de desviación con un tramo de 3 km; todo ello con el fin de aprovechar las 295 hectáreas de cultivo habituales y 45 hectáreas fronterizos con el río Chiniama durante todo el año, mejorando la economía de los usuarios del sector Marripón. El diseño de la investigación fue descriptivo con enfoque aplicativo, en el que al realizar los estudios de ingeniería básica, la topografía del canal presentó pendientes de entre 1.076% y 3.950% mientras que en la bocatoma

se determinó un 1.8% de pendiente promedio; el suelo del canal está compuesto de arcillas y arenas – CL donde no se encontró aguas freáticas en la excavación de sus 6 calicatas mientras que la capacidad portante del lecho del río, existen de piedras subangulares y rocas rodado en una matriz de grava bajamente gradada de limo y arcilla – GP determinada con 5 calicatas, fue de 1.61 kg/cm^2; el caudal para un periodo de retorno 100 años fue 46.02 m^3/s, con caudal mínimo de 1.11 m^3/s; el modelamiento del software Telemac 2D. de las estructuras diseñadas presentó velocidades de hasta 2.7 m/s y calados de 2.1 m, donde se concluye que el diseño funciona bajo las condiciones anteriormente determinadas.

Esta investigación se relaciona con el diseño y modelamiento de estructuras de captación y de desviación en los departamentos del Norte del Perú, donde se ubica el área de estudio.

Por otro lado, la tesis *Criterios de diseño de la bocatoma "El Vado" en el Río Arma con fines de riego - Provincia de Condesuyos – Arequipa*, de Orosco (2015), planteó que la construcción de la estructura hidráulica para la captación en un estado supercrítico debido a la capacidad erosiva del flujo del río Arma, se necesita establecer criterios que permitan diseñar una estructura de captación, asegurando la demanda agrícola y de la población en la provincia de Condesuyos (Arequipa). Para lograrlo, se recopiló información y metodologías con el fin de definir los criterios de diseño; se analizó y validó los datos obtenidos, los estudios hidrológicos, geológico-geotécnicos e hidrología; se comparó diferentes métodos para calcular las dimensiones de captación y los materiales de cimentación a partir de los aspectos geológico en la bocatoma en el río Arma de la cuenca del Vado.

La investigación guarda relación con la bocatoma, siendo necesario establecer criterios de diseño que garanticen el óptimo funcionamiento de la estructura de captación.

Asimismo, la tesis de Jáuregui (2019), *Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del Sistema de Irrigación Ccecca, Ishua y Huaycahuacho*, evaluó la incidencia del diseño en la mejora de la captación y el sistema de riego de los sectores de cultivos Ccecca, Ishua y Huaycahuacho, en el departamento de Ayacucho, mediante la definición del diseño hidráulico de la captación y el tipo de estructura de captación según el análisis de los estudios de ingeniería básica, verificando el aseguramiento de la captación permanente de las aguas del río Mayobamba. La demanda hídrica para un área de riego de 750 ha fue de 0.5 m^3/s mientras que, para un período de retorno de 50 años, el caudal máximo fue de 875 m^3/s y el mínimo fue de 2.50 m^3/s. Se eligió una bocatoma de tipo Tirolesa y con parámetros como la pendiente en la ruta del río en 5 kilómetros fue de 10%, un caudal de captación menor a 1 m^3/s, la mínima presencia del sedimento en periodos de estiaje y muchas de piedras transportadas en periodos de caudales máximos. Luego de realizar el diseño hidráulico de la captación, se propuso el flujo del río mediante una manga de concreto ciclópeo hacia una ventana de captación, concluyendo que la estructura puede captar 0.5 m^3/s en época de avenidas mínimas y es capaz de soportar grandes avenidas para el aumento de la producción agrícola en los sectores Ccecca, Ishua y Huaycahuacho. El autor sugirió incrementar proyectos de inversión pública sobre captación e irrigación para satisfacer las demandas en épocas de mínimas avenidas, las realizaciones de los análisis agrológicos para sustentar la rentabilidad de los proyectos de riego, diseñar canales rectangulares en taludes pronunciadas del terreno y los gaviones para la protección del canal, considerando los desniveles del río y canal.

Esta tesis está vinculada con el diseño hidráulico de una bocatoma adecuada que satisface las demandas de agua en sectores agrícolas.

2.1.3. Antecedentes locales

Se consultó diversas investigaciones sobre el aprovechamiento de las aguas fluviales en la región La Libertad, en las cuales se propuso el cálculo y el diseño de estructuras hidráulicas para la captación y/o conducción que sean validadas mediante modelamientos numéricos de los ríos en los eventos extraordinarios y simulaciones de las estructuras diseñadas; así como la determinación de la oferta para satisfacer la demanda hídrica para beneficio de las actividades económicas y de la población locales.

Ponce (2015), en su tesis *Diseño hidráulico de bocatoma. Caso: bocatoma en el río Chicama, en la zona de Facalá*, buscó asegurar la captación permanente del agua en el margen derecho del río Chicama para los usuarios del sector de riego Facalá, pertenecientes a la Comisión de regantes de Ascope, mediante una bocatoma. La muestra a partir de todas las captaciones del río Chicama fue la bocatoma Facalá, en un estudio de enfoque cuantitativo y diseño preexperimental donde se recopiló información mediante entrevistas a los usuarios del sector de riego Facalá, compra de datos oficiales de entidades como SENAMHI y estudios de ingeniería básica; siendo útiles para la estimación de la demanda hídrica. Se concluyó que un período de retorno T = 50años, las descargas máximas y mínimas registradas fueron de 694.8 m^3/s y 6.98 m^3/s, mientras que, para un período de retorno de T = 75 años, el caudal de diseño fue 469 m^3/s; a partir de la determinación de la demanda de agua para la irrigación 8025.25 hectáreas, el caudal de diseño para captación fue 13.7 m^3/s, permitiendo un diseño adecuado de la bocatoma.

Esta investigación se vincula con las propuestas de diseño de estructuras hidráulicas de captación en el río Chicama para el aprovechamiento del agua para riego.

Por su parte, *Determinación del balance hídrico en la cuenca del río Chicama, región La Libertad, 2016*, investigación realizada por Castillo e Iñonán (2018), fue un estudio de enfoque

cuantitativo que permitió, a partir de la disponibilidad hídrica de aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del río Chicama, determinar si el agua disponible satisfizo la demanda para uso agroindustrial, población y minero con la distribución de la oferta de agua en la cuenca del valle Chicama, calibrando y validando el balance hídrico en el año 2016. El balance hídrico de la cuenca del río Chicama se realizó mediante el software especializado para la gestión de recursos hídricos Water Evaluation And Planning System (WEAP), en el que, frente a la demanda hídrica anual de 999.39 MMC, se calculó un déficit de 146.4 MMC, siendo la parte baja de la cuenca la que presentó el 82.65% del déficit hídrico. En cuanto al uso del recurso hídrico, la demanda para uso agrícola es un 97.90% de la demanda total mientras que la demanda poblacional asciende a un 1.86%; la demanda industrial requiere de un 0.22% y la minería, el 0.02% restante. En base a los registros históricos que existen en la estación Salinar, el río Chicama contó con 684 MMC de agua por año en promedio, siendo los meses entre enero y abril cuando se concentra el 76.92% del promedio anual de agua. A partir de la información brindada por la Autoridad Nacional del Agua, se identificó 4500 pozos de agua freática, de donde se extrae 300 MMC para cubrir la demanda en la cuenca baja . La investigación sugiere proponer obras de captación y almacenamiento aguas arriba, ubicadas en las subcuencas Cascas o San Benito, así como obras de conducción para distribuir el agua almacenada hacia la parte baja de la cuenca del río Chicama.

Esta investigación está ligada al desaprovechamiento de la demanda hídrica de la cuenca del río Chicama, al cual pertenece el sector La Barranca, y al uso del recurso hídrico en la población en las actividades económicas.

Asimismo, Carhuapoma (2019), en su investigación titulada *Uso del software Hec-Hms y ArcGis para determinar máximas avenidas y diseño de bocatoma de la quebrada Chimina. Distrito Sarín, Provincia Sánchez Carrión, La Libertad, 2019*, presentó el modelo hidrológico de

la cuenca del río Chimina, de superficie 2.43 km^2, para determinar el caudal máximo y los parámetros morfológicos de la quebrada con asistencia de los softwares ArcGis y HEC-HMS, en el cual se simuló la escorrentía cuyo caudal máximo fue de 8.1 m^3/s, además de determinar un caudal máximo de 17 m^3/s con T=50años de la quebrada Chimina; diseñó una bocatoma de fondo para abastecer de agua potable a la comunidad Chimina, obteniendo un caudal de 0.062 m^3/s, apropiado para la bocatoma.

Esta investigación tiene relación con el diseño de una bocatoma en La Libertad, donde se propone una secuencia de uso de softwares especializados para obtener parámetros útiles para el diseño de las estructuras de captación.

Además, Tandaypan (2015), en su investigación de título *Evaluación de las eficiencias de conducción en los Canales de Derivación de la comisión de usuarios de Sausal, su impacto en la dotación de Aguas*, estudió la conducción de los cuatro canales de derivación existentes para la Comisión de Usuarios de Sausal respecto a la dotación de agua distribuida, proponiendo revestimiento con concreto para los canales de derivación para mejorar la eficiencia de conducción de cada canal de ser el caso. La muestra fue conformada por canales de conducción para los sectores Pampas de Jagüey, Salinar - Quemazón, Barranca y Chicamita, cuya eficiencia de conducción promedio fue de 77.85%; se comparó dicha eficiencia con la información recabada de los estudios del Programa de Formalización de Derechos de Uso de Agua (2009), que determinó una eficiencia de conducción de 75% para el río Chicama, mientras que la eficiencia de conducción del río Moche (2005) fue de 81.50% sin revestir. Dichos estudios también sugirieron una eficiencia de conducción de 95% en canales revestidos.

Esta investigación está vinculada al canal de derivación del sector La Barranca, donde se describió la situación del canal no revestido en el río Chicama en cuanto a su eficiencia de conducción.

Por su parte, García (2016), en su investigación titulada *Consumo de agua de riego y cédulas de cultivo en el valle Chicama, Perú*, evaluó el consumo de agua y las células de cultivo en el valle Chicama de las comisiones de regantes de Ascope, Paiján, La Pampa, Magdalena de Cao – Yalpa, Santiago de Cao y Sausal, durante la campaña agrícola 2015, siendo una investigación correlacional; utilizó el programa CROPWAT 8.0, basado en las directrices de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013), lo que permitió procesar la información de la estación meteorológica (Casa Grande), las cédulas de cultivo y coeficiente de cultivo de las plantaciones *Saccharum officinarum*, *Zea mays* y *Asparagus officinalis* por su mayor incidencia en las hectáreas ocupadas y la evapotranspiración potencial usando el método de Penman Monteih. En su totalidad, las comisiones de regantes del valle Chicama requirió un consumo aproximado de 578 MMC. Al identificar las cédulas de cultivo en el valle del río Chicama, los cultivos abundantes eran los permanentes *Saccharum officinarum* y los temporales *Zea mays* y *Asparagus officinalis*. Del cual se ha observado una correlación significativa ($R > 0.60$, $p < 0.05$) entre el consumo del recurso hídrico y áreas cultivadas pertenecientes a las comisiones de usuarios regantes del valle Chicama, a excepción de la comisión de riego Sausal, que reportó entre febrero y abril un mayor consumo hídrico al disminuir el área utilizada por la comisión de regantes del sector.

Esta investigación se relaciona con la demanda hídrica, debido a que mediante el conocimiento del uso de las hectáreas de cultivo se puede estimar la demanda hídrica de las comisiones de regantes del valle Chicama.

Oliva y Silva (2021), cuya investigación titulada *Diseño de estructuras complementarias de las bocatomas Chiclín y Chicamita para estabilizar el río Chicama sector Chicamita* presentó un diseño de investigación de tipo preexperimental con un enfoque aplicativo, en el cual se realizó el levantamiento topográfico de 2.58 km del tramo del eje principal del rio, obteniendo pendientes de entre el 0.58% y el 0.84%. Considerando una distancia de 200 m entre las ubicaciones tentativas para las bocatomas de los sectores Chicamita y Chiclín, los autores propusieron realizar solo una bocatoma, la de Chicamita, debido al remanso producido en la simulación del barra-je fijo de bocatoma en Chiclín, que puede perjudicar las estructuras de captación aguas abajo, incluyendo la bocatoma Chicamita; siendo recomendable diseñar bocatomas a 1 km unas de otras para mitigar los efectos de la curva de remanso aguas arriba. El estudio hidrológico determinó que el caudal 1400 m^3/s para un T = 100 años , por lo que la bocatoma Chicamita fue rediseñada sin considerar la relación de 1:10 del ancho del barraje móvil respecto del barraje fijo debido a que el ancho estable del río Chicama en el sector Chicamita no es regular o pequeño; en cambio, los anchos de cada barraje fueron de 100 m cada uno, estabilizando el cauce del río al presentar bajas velocidades de evacuación de la poza disipadora a un caudal máximo de 400 m^3/s. Se recomendó diseñar evitando las altas velocidades del agua saliendo de la poza de disipación debido a la ocurrencia de la socavación, que puede desestabilizar el cauce del río.

Esta investigación presenta un vínculo con el diseño de obras de captación en el río Chicama, ofreciendo criterios de diseño bajo ciertas condiciones del cauce del río en una determina-da sección o tramo.

La investigación de Martín (2018), titulada *Evaluación de la eficiencia por perdidas de conducción en el canal Paiján, progresiva 0+000 km al 20+000 km, provincia Ascope*, estuvo enfocada en determinar el porcentaje del caudal de entrada que se pierde a través del canal de

Paiján, de 44.732 km de longitud, cuyo tramo inicial de 20 km no está revestido. Para realizar tal evaluación, se dividió el tramo de estudio en 5 subtramos de 4 km de longitud cada uno y se midió en 6 ocasiones. La eficiencia de conducción acumulada de los subtramos en las mediciones promedió un 90%, surcando un caudal máximo de 15.00 m^3/s. El autor sugirió descolmatar el canal debido a la presencia de vegetación que altera la medición del caudal y de los sedimentos que se depositan en el lecho del canal, reduciendo el tirante y los taludes de este, además de proponer compuertas para mejorar el control y aprovechamiento del recurso hídrico.

El trabajo citado guarda relación con la variable del canal de conducción, debido a que evaluó qué tan eficiente en la conducción del caudal es un canal sin revestir.

Por su parte, la tesis *Diseño y modelamiento numérico de la bocatoma Poroto, Trujillo, La Libertad*, elaborada por Benites y Lázaro (2018), presentó un nivel de investigación descriptiva y de enfoque aplicativo cuyo objetivo principal fue diseñar una estructura de captación para aprovechar las aguas del río Moche, Sector Poroto, ubicado en el distrito homónimo. Para tal fin, se estimó los caudales en máximas avenidas cuenca del río Moche, se levantó la topografía y batimetría del río Moche 200 m , respecto de la ubicación de la bocatoma y la topografía del canal existente de 100 m y se calculó la demanda hídrica mensual para los cultivos en lugar de estudio, comparando el resultado obtenido utilizando los métodos de Cristiansen-Hargreavers, Hargreaves, Blaney-Criddley y Penman-Montieh (Cropwat). En base a los resultados anteriores, se realizó un modelo numérico tridimensional con la asistencia del programa Flow 3D y se diseñó tanto la estructura de captación como las defensas ribereñas, sometiéndolas a una simulación en escenario de máximas avenidas, además de analizar el desempeño de la bocatoma frente a la retención de sedimentos. Se concluyó que en un período de retorno de T=100 años de caudal máximo, se calculó una descarga máxima de 113.88 m^3/s, dato útil para dimensionar la estructura; el área de estudio

presentó una topografía accidentada, con una pendiente de 2.04%; Según el método de Blaney-Criddle, que para su investigación fue el método más adecuado, se calculó un caudal demandado de 4.14 m^3/s. La estructura se dimensionó con un barraje de 95 m de ancho, 2.42 m de altura, con 2 ventanas de derivación de largo 1.42 m y de alto 1.15 m para cada una. El canal de derivación contó con un ancho de 3.36 m con tirante de 0.90 m, el desarenador constó de un canal de ancho 1.50 m y un vertedero de 1.50 m de largo con una altura para demasías de 0.40 m, siendo su longitud de 8.10 m. En la simulación de la estructura, se sometió al desarenador a una carga de sedimentos de 114.7 kg/m^3 de agua, donde se comprobó que el diseño del desarenador era insuficiente, modificando las dimensiones del vertedero a 3.36 m de largo y 0.70 m de alto, garantizando así el tránsito del caudal requerido hacia el canal.

La investigación se vincula con el cálculo y dimensionamiento de obras de captación en los ríos de La Libertad y con la demanda hídrica de las áreas de cultivos, donde se analiza y compara varios métodos de cálculo del caudal demandado.

Casana y Llacza (2020), en su investigación *Diseño de la bocatoma Salinar, en el sector de pampas de Jagüey, distrito y provincia de Ascope*, tuvieron como objetivo diseñar y evaluar el desempeño hidráulico de la bocatoma aplicando el método de la United States Bureau of Reclamation (U.S.B.R.) en el sector Salinar, Pampas de Jagüey. Para ello, se realizó el levantamiento topográfico del tramo del río Chicama 1 kilómetro de radio, desde la ubicación de la captación y se estimó el caudal de máxima avenida para un período de retorno T = 100 años. Asimismo, se ha elaborado un modelo hidráulico computacional del cauce y se predimensionó la bocatoma a partir de fórmulas empíricas sugeridas para evaluar sus características hidrodinámicas. Por el propósito de la investigación, la investigación fue aplicativa, en la que también se recolectó información de campo; por el nivel de conocimientos, fue una investigación descriptiva con un

diseño correlacional, por la estrecha relación entre variables. Se definió como población todas las bocatomas existentes en el departamento de La Libertad y la muestra fue la Bocatoma del proyecto, cuyos beneficiaros son los integrantes de la junta de usuarios del sector Salinar, en Pampas de Jagüey. Se cubrió una distancia de cauce, 2.36 km del río Chicama, presentando una inclinación de 0.8%. El DEM (modelo digital de elevaciones) presentó 22.50 cm/plx de resolución y una densidad de puntos de 19.70 por metro cuadrado. Se estableció 4 puntos de control para el levantamiento topográfico que permitieron controlar los desfases al procesar la información fotogramétrica cuyos errores fueron menores a 1 m. En el ajuste de distribución de las descargas, se ajustó con la distribución de Log Gumbel y se proyectó para un período de retorno de 100 años una descarga máxima de 1716.47 m^3/s. Contrastando con el valor del riesgo admisible sugerido en el Manual de Hidráulica e Hidrología y Drenaje del MTC, el valor de riesgo admisible de la bocatoma resultó en 22% para un periodo de retorno de 50 años, frente al mismo valor de riesgo y un periodo de 25 años que propone el MTC. Al dimensionar la estructura, se consideró un tirante de 2.51 m en régimen de flujo subcrítico. Basado en las fórmulas empíricas sugeridas por el U.S.B.R., el canal de derivación presentó un ancho de 4.00 m y un tirante de 0.47 m que permiten el transporte de 1.282 m/s, las ventanas de captación con un ancho de 2.00 m y de altura 0.70 m para desviar una captación de 3.00 m^3/s. Sobre el estudio de mecánica de suelos, se determinó suelo con una matriz arenosa de diámetro medio de 0.40 milímetros. Con Flow 3D se determinó que un desarenador tradicional no retuvo los sedimentos transportados por el río Chicama, por lo que se modeló con el mismo software un desarenador en serie. Los autores sugirieron que en la topografía se realice también el levantamiento batimétrico del fondo del lecho del cauce del tramo del río Chicama que influye en la bocatoma. Además, el constante mantenimiento del desarenador por la elevada carga sedimentaria del río, sugiriendo 3 a 4 veces al año con herramientas manuales

y el mantenimiento del área de limpia o barraje móvil de la estructura hidráulica de Bocatoma para evitar obstrucción o bloqueo de las compuertas en situaciones de emergencia.

Por otro lado, la investigación de Chávez (2021), titulada *Diseño y análisis de funcionamiento de la bocatoma San Juan, Virú mediante un modelamiento hidráulico bidimensional, La Libertad 2020*, presentó un diseño correlacional con enfoque aplicativo, en el que se realizó el levantamiento de la topografía del río Virú 1 km aguas arriba y aguas abajo respecto al punto de establecimiento de la captación, el estudio hidrológico para determinar las máximas avenidas en el río Virú y los estudios como mecánica de suelos para su clasificación, además de recopilar información de la junta de usuarios de Choloque y Queneto sobre el uso de las áreas de cultivo y la demanda de agua; todo ello con la finalidad de diseñar la estructura de la bocatoma y accesorios para posteriormente realizar el modelamiento mediante el software HEC-HMS. Se cubrió una distancia de cauce de 4.00 km y un área de 2.23 km^2 usando un dron, determinándose que el terreno era relativamente llano, con una pendiente de 1.50 % en el lecho del río. Para el estudio hidrológico, se consideró los datos tomados por la estación Huacapongo durante 37 años, en el que se obtuvo una descarga máxima de 185.51 m^3/s para un riesgo excedente de 22.00%, una vida útil de 25 años y un período de retorno de T = 100 años. Según la junta de usuarios de Cho-loque y Queneto, el caudal es 0.70 m3/s. Mediante un ensayo granulométrico de una muestra de masa 1001.43 kg, se identificó los diámetros característicos de D10 = 0.315 mm, D30 = 0.771 mm, D50 = 4.238 mm, D60 = 6.892 mm y D90 = 11.629 mm, con coeficiente de curva y uniforme de 0.270 y 21.907, siendo el suelo clasificado según SUCS como agregado grueso mal gradado con bajo porcentaje de limos (SP). Se calculó la ventana de derivación de 1.50 m de ancho y 0.50 m de alto, a 0.65 m desnivel de fondo del cauce. Se recomendó el uso de modelos en 3 dimensiones a fin de obtener resultados más conservadores en el diseño de la

bocatoma que en el modelado en 2 dimensiones y evaluar el desempeño de sus componentes mediante la simulación de escenarios extraordinarios.

Las investigaciones de Casana y Llacza (2020) y de Chávez (2021) guardan relación con el diseño de bocatomas, permitiendo el correcto funcionamiento de sus componentes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Topografía

La recolección de datos topográficos en la zona se realiza en función a las necesidades de precisión, estudios técnicos, descriptivos del terreno , y puntos de estables de control que incluye cambios accidentados en planimetría y altimetría .Los levantamientos serán diferentes para cada estructura hidráulica, del cual la metodología se realizará :

Mansen (2006) sugiere realizar los levantamientos topográficos bajo las siguientes condiciones:

a) Para el cauce del río, aproximadamente un radio de 500 metros aguas abajo y 500 metros aguas arriba, respectivamente tomando como punto central el barraje fijo.

b) Para la zona donde se ubicará la bocatoma, un área de 500x500 mxm mínimo, con la captación como punto central.

c) Para el levantamiento longitudinal del rio, por lo menos 1000x1000 mxm, siendo el punto central el barraje fijo.

d) Para la sección transversal y longitudinal de la línea de conducción se realizará a lo largo de cada estructura y con un ancho transversal de 50 mxm en ambos márgenes.

2.2.1.1. Evaluación de la zona de trabajo

Se monumentación tres puntos para la poligonal de apoyo:

a) El primer punto se coloca cercano a las estructuras de captación planteadas encima de una zona elevada. Está ubicado en la margen izquierda del río Chicama.

b) El segundo punto se ubica aguas abajo de la culminación del canal de conducción propuesto encima de defensa ribereña existente. Está ubicado en la margen izquierda del rio Chicama.

c) El tercer punto se ubica fuera del cauce derecha del rio también encima de una superficie elevada y segura, abarcando toda la zona de estudio para su levantamiento topográfico mediante una poligonal de apoyo. Se utiliza el equipo de estación total para mejores precisiones.

2.2.1.2. Determinación de la poligonal de apoyo

Establecer tres puntos de apoyo de la poligonal, un punto aguas abajo y dos aguas arriba.

2.2.1.3. Levantamiento topográfico

2.2.1.3.1. Puntos de georreferenciación

El punto de control geodésico Tipo “C” mediante procedimiento estático relativo con receptores del sistema de posicionamiento global, con un GPS diferencial de alta precisión.

2.2.1.4. Tolerancia de cierre angular

Una tolerancia de cierre angular con la siguiente formula:

$$TCA = P" \times (n)\ 0.5$$

Donde:

TCA : Tolerancia de cierre angular

P : Precisión del equipo topográfico, ≤ 5”

n : Numero de vértices de poligonal

El ángulo para la poligonal fue de 180º; y el número de vértices de 3.

2.2.1.5. Error de cierre

Con los ángulos medidos de la poligonal, se determinó el azimut respecto al norte geográfico para determinar dicha medida angular, y hallar los valores lineales en x e y; para hallar el error de cierre lineal con la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

Donde:

E_x : Error de cierre en el eje X.

E_y : Error de cierre en el eje Y.

2.2.1.6. Error relativo

Para determinar el error relativo, se usó la siguiente fórmula:

$$E_r = \frac{1}{(Perímetro/E)}$$

Donde el error relativo E_r debe ser menor que 0.00010.

2.2.2. Geotecnia y geología

Según Mansen (2006), la importancia de determinar las condiciones geomorfológicas, geológicas, geotécnicas, permite obtener las medidas en mayor seguridad de la estructura; por que se considera los siguientes resultados de los estudios geológicos y geotécnicos:

a) Curva de Graduación conformante del rio.

b) Sección transversal donde se muestra la geología de la zona de ubicación de la bocatoma.

c) Coeficiente de permeabilidad del suelo.

d) Capacidad portante del suelo.

e) Cantidad y tamaño de los sedimentos del río.

2.2.3. Hidrología

La importancia conocer las características hidrológicas del río, permite determinar el caudal de diseño para la captación y definir las medidas para la bocatoma y la línea de conducción. El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008) sugiere determinar los siguientes datos:

2.2.3.1. Caudal de diseño

Es importante realizar el análisis de los eventos extremos y las descargas máximas ya que permite determinar las magnitudes, frecuencias, periodos, para el diseño de estructuras hidráulicas, control de avenidas que inundan, drenaje, canales entre otros.

Sobre el lugar de estudio, existen registros de caudales máximos, del río y las estaciones meteorológicas, los que han considerado para el análisis en el periodo de retorno.

Las avenidas máximas con fines de diseño se analizan a través de las descargas instantáneas. Para obtener las descargas máximas instantáneas, se procedió a utilizar la relación de Fuller el cual permite transformar los caudales máximos a instantáneas de acuerdo con:

$$Q_i = c \times Q_d$$

$$c = 1 + \frac{a}{A^b}$$

Donde:

Q_i = Caudal máxima instantánea, (m3/s)

Q_d = Caudal màxima diaria, (m3/s)

A = Área de la cuenca, (km2)

a, b = Constantes

Las descargas máximas instantáneas se analizarán con funciones estadísticas para determinarlos niveles de confiabilidad, probabilidad de ocurrencia.

Para realizar el análisis estadístico, se sugiere utilizar 06 distribuciones de frecuencia:

a) Distribución normal.

b) Distribución log-normal con 2 parámetros.

c) Distribución log-normal con 3 parámetros.

d) Distribución Pearson.

e) Distribución log-Pearson.

f) Distribución Gumbel.

2.2.3.2. Riesgo de falla admisible

Este parámetro se encuentra definido:

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

Donde:

R: Riesgo de Falla

T: Periodo de retorno en años

N: Vida útil del Proyecto en años.

Monsalve (1999) realizó una tabulación del riesgo admisible, la vida útil del proyecto y el periodo de retorno, presentado en la Tabla 3.

Tabla 3

Valores de los periodos de retorno (T) en años, los riesgos (R) y vida útil (n).

RIESGO ADMISIBLE (R)	**VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n) AÑOS** $R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$									
%	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
1	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
2	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
5	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144

Nota: Tomado de *Hidrología en la Ingeniería*, (Monsalve, 1999).

2.2.4. Hidráulica

2.2.4.1. Caudal de avenidas

El caudal máximo de avenida está determinado en la sección hidrológica; donde para un periodo de retorno (T) se tiene una descarga máxima ante algún evento.

2.2.4.2. Coeficiente de rugosidad del río

Es característico de cada lugar del cauce, siendo dependiente de mayor o menor resistencia al tránsito del río. Rocha (2007) sugiere el uso de los factores de corrección de Cowan, que permite calcular el valor del coeficiente de Manning que está en función de varios parámetros, permitiéndole evaluar ciertas propiedades del canal. La expresión de Cowan es la siguiente:

$$n = m \times (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$$

Donde:

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

n_0 : Cauce recto, uniforme y liso determinado por material del fondo.

n_1 : Efecto de las irregularidades superficiales.

n_2 : Variaciones de forma y tamaño

n_3 : El efecto de obstrucciones.

n_4 : Efecto de presencia de vegetación.

m : La sinuosidad del cauce.

Los factores de corrección de Cowan se encuentran definidos en la Tabla 4.

Tabla 4

Factores de corrección de Cowan.

Correcciones Efecto de:	Corrección	Leves o Despreciables	Moderados.	Marcados.	Muy Marcados
Irregularidad gradual	n1	0	0.005	0.01	0.02
Cambios en la Secciones	n2	0	0.005	0.01	0.0145
Obstrucciones	n3	0	0.010-0.015	0.020-0.030	0.040-0.060
Vegetativo	n4	0.005-0.010	0.010-0.025	0.025-0.050	0.050-0.100
Meandros	m	1	1	1.15	1.3

Nota: Adaptado de *Hidráulica de tuberías y canales* (Rocha, 2007).

El valor de n_0 cuando el sedimento del lecho es granular, será estimado con la fórmula de Strickler, cuya expresión es:

$$n_0 = 0.038 \times D^{1/6}$$

Donde:

n_0 : Coeficiente de rugosidad

D : Diámetro representativo del sedimento en metros.

2.2.4.3. Ancho estable del río

El ancho estable de los ríos se ha considerado métodos basados en la Teoría del régimen, desarrollada por Kennedy en 1985, mediante observaciones del comportamiento de canales no revestidos (Bouza, 2003). Estos métodos son:

2.2.4.3.1. Método de Blench

Según Bouza (2003), este método está en función de los valores numéricos atribuibles a factores como la orilla o el fondo del río, cuya estimación requiere de experiencia y mucho análisis de datos para lograr valores confiables. A partir de esos valores y del conocimiento del caudal que se transportará por un canal o cauce se obtiene el ancho de cauce estable, calculado usando la siguiente fórmula:

$$b_m = 1.81 \times \left(\frac{F_b \times Q}{F_o}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

b_m : Ancho de cauce estable

Q : Caudal de avenida.

F_b : Factor de fondo.

F_o : Factor de orilla.

La estimación de F_o y F_b (factor de orilla y de fondo, respectivamente) se realiza con las siguientes fórmulas:

$$F_o = 60.1 \times \sqrt{D_m}$$

$$F_b = F_o \times (1 + 0.012 \times C)$$

Donde:

D_m : Tamaño medio de grano del material del lecho.

Q : Caudal de avenida.

F_b : Factor de fondo.

F_o : Factor de orilla.

C : Concentración del material arrastrado en la capa de fondo, expresado en partes por millón (ppm).

Tirante de corriente:

$$y = \sqrt[3]{\frac{Q \times F_o}{F_b^2}}$$

Agrupación de constante:

$$K = \frac{3.63 \times g}{\upsilon^{1/4}}$$

Pendiente hidráulica:

$$S = \frac{F_b^{5/6} \times F_o^{1/12}}{3.28 \times K \times Q^{1/6} \times \left(1 + \frac{C}{2330}\right)}$$

Otra manera de estimar los factores de fondo y de orilla es mediante criterios establecidos en la Tabla 5 y la Tabla 6.

Tabla 5

Valores estimados para el factor de fondo.

Tipo de fondo	Valor de F_b
Para materiales de fondo finos, con Dm ≤ 0.5 mm	0.8
Para materiales de fondo grueso, con Dm > 0.5 mm	1.2

Nota: Adaptado de *Regime Behaviour of Canals and Rivers* (Blench, 1957).

Tabla 6

Valores estimados para el factor de orilla.

Tipos de orilla	Fo
Material suelto (orilla de barro y arena)	0.1
Material ligeramente cohesivo (orilla de barro-arcilla-fangoso)	0.2
Materiales cohesivos	0.3

Nota: Adaptado de *Regime Behaviour of Canals and Rivers* (Blench, 1957).

2.2.4.3.2. Método de Simons y Henderson

Según Bouza (2003), a diferencia del método anterior y otros basados en la teoría del régimen, este método es aplicable a un rango mucho mayor de materiales (fondo y orillas). El ancho estable se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$b_m = K_1 \times Q^{0.50}$$

Donde:

b_m : Ancho estable del cauce.

Q : Caudal de avenida.

K_1 : Coeficientes en función del material de fondo y orilla.

En cuanto a los materiales considerados en este método, en la Tabla 7 se muestra los valores de K_1, que varían según la condición de fondo del río.

Tabla 7

Valores de K_1, coeficientes de fondo del río

Condición de fondo del rio	K1
Fondos y orilla de arena	5.7
Fondos arena y orilla de materiales cohesivos	4.2
Fondos y orillas de material cohesivo	3.6
Fondos y orillas de grava	2.9
Fondo Arena y orillas material no cohesivo	2.8

Nota: Adaptado de *Tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca Chancay Lambayeque* (Alfaro & Bardález, 2010).

2.2.4.3.3. Método de Altunin

El método incorpora los materiales granular grueso, como grava y cantos rodados, sin tener en cuenta el transporte de sedimentos, pero analizando qué tan estable es el cauce de un río cuyas velocidades de arrastre sean próximas a las velocidades críticas (Altunin, 1962).

Asimismo, Altunin clasifica los ríos en base a la resistencia de sus orillas a la erosión, entrando en mayor detalle en la Tabla 8.

Tabla 8

Tipo de río según la resistencia de sus orillas

Tipo	Definición
Tipo A	Orillas muy resistentes a la erosión. Formados por materiales cohesivos o cantos rodados.
Tipo B	Orillas poco resistentes a la erosión. Formadas por materiales aluviales sin cohesión

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

Para este método, Altunin desarrollo 3 ecuaciones fundamentales, en relación a los tres grados de libertad que presenta una corriente natural (Maza & García, 2012). Estas ecuaciones son:

a) Primera ecuación fundamental (resistencia de las márgenes)

Respecto del ancho de una sección de río, Gluschkov desarrolló una fórmula basada en la resistencia de las márgenes de un río a la erosión, relacionando el ancho estable del río en una sección con el tirante medio de la sección y cuya expresión es la siguiente:

$$B^m = K \times d_m$$

Donde:

B : Ancho de la superficie libre de la corriente (m).

d_m : Tirante medio de la sección (m), obtenido al dividir el área de la sección entre B.

K : Factor de resistencia de las orillas, cuyos valores se detallan en la Tabla 9.

m : Exponente cuyo valor se obtiene de la expresión:

$$m = 0.72 \times \left(\frac{\Delta \times D_{50}}{d_m \times S}\right)^{0.1}$$

Δ : Densidad sumergida de las partículas.

D_{50} : Diámetro representativo del material de fondo en un 50%.

S : Pendiente longitudinal del río.

Tabla 9

Valores de K según el tipo de cauce de un río

Tipo de cauce	Valores
Cauce formado en material aluvial	8 – 12
Ríos con orillas muy difícilmente erosionables	3 – 5
Cauces con orillas muy fácilmente erosionables	16 – 20

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

En base a la fórmula de Gluschkov y combinándola con la ecuación de Manning, Altunin desarrolló la primera ecuación fundamental, cuya expresión es:

$$B = E \times \left(\frac{Q}{S^{1/2}}\right)^{\frac{3}{3+5\times m}}$$

Donde:

Q : Caudal o gasto (m3).

S : Pendiente longitudinal del río.

E : Constante cuyo valor se obtiene de la expresión:

$$E = \left(n \times K^{5/3}\right)^{\frac{3}{3+5\times m}}$$

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

Para efectos prácticos, Altunin recomienda utilizar esta versión simplificada de la primera ecuación fundamental:

$$B = \frac{E \times Q^{0.5}}{S^{0.2}}$$

b) Segunda ecuación fundamental (Aseguramiento del movimiento del material de fondo)

Asimismo, Altunin desarrolló la segunda ecuación fundamental, teniendo en cuenta el movimiento continuo de las partículas de fondo, mediante la siguiente expresión:

$$U = a \times U_{\phi} \times {d_m}^{\alpha}$$

Donde:

U : Velocidad mínima de la corriente que desplaza las partículas de fondo.

a : Coeficiente de ubicación del río en la cuenca (Ver Tabla 10).

U_{ϕ} : Velocidad de formación.

α : $\frac{1}{5}$ si $d_m > 2.5\ m$, $\frac{1}{4}$ si $2.5\ m > d_m > 1.5$ m y $\frac{1}{3}$ si $d_m < 1.5$ m.

Tabla 10

Valores de a según la ubicación del río en la cuenca

Tipo de cauce	Valores
Río en zona montañosa	1
Río en zona intermedia	1
Río en zona de planicie	1.1 – 1.15

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

Maza (1996) definió la velocidad de formación como la velocidad media de la corriente del río teniendo un calado de 1 m, excluyendo una posible erosión y asegurando el movimiento de las partículas. Maza también propuso, en base a estudios y datos de Altunin y Lebediev, tres

ecuaciones para el cálculo de la velocidad de formación, cuyas condiciones de uso son detalladas en la Tabla 11.

Tabla 11

Ecuaciones para el cálculo de U_ϕ en función del diámetro medio del material de fondo

Información utilizada	Valores de D_m (m)	Ecuación
Datos de Lebediev	0.0003 – 0.00263	$U_\phi = 113.6 \times D_m + 0.466$
Datos de Altunin y Lebediev	0.00263 – 0.0303	$U_\phi = \frac{1}{1.341 - 12.5 \times D_m}$
Datos de Altunin	0.0303 – 0.0865	$U_\phi = 2.248 - \frac{0.0366}{D_m}$
Datos de Altunin	≥ 0.0865	$U_\phi = \frac{D_m}{0.259 \times D_m + 0.0247}$

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

c) Tercera ecuación fundamental (Fricción o resistencia al flujo)

Por último, Altunin propuso una tercera ecuación fundamental, vinculada con la fricción en cauces que contienen material grueso (Maza & García, 2012), siendo la siguiente expresión:

$$U = k \times {d_m}^z \times S^x$$

Donde:

U : Velocidad mínima de la corriente que desplaza las partículas de fondo.

S : Pendiente longitudinal del río.

k, z, x : Valores en función del material de las orillas y el fondo del cauce.

Altunin sugirió que, para esta tercera ecuación fundamental, se considerara como valores $k = 11, z = 1/2$ y $x = 1/3$.

Las fórmulas de diseño del método de Altunin son obtenidas a partir de las ecuaciones fundamentales y sirven para determinar las características geométricas o hidráulicas desconocidas del cauce (Ver Tabla 12).

Tabla 12

Fórmulas de diseño de Altunin para cauces estables según valores conocidos.

Se conocen Q, E y U_ϕ	Se conocen Q, E y S
$\epsilon = 0.2(z-\alpha) + x(1+\alpha)$	$E = \left(n.K^{5/3}\right)^{\frac{3}{3+5m}}$
$E = \frac{1}{{U_\phi}^{0.5}}$	$U_\phi = \frac{0.855.Q^{0.083}.(1000.S)^{0.312}}{a.E^{0.176}}$
Pendiente: $S = \left[\frac{E^{z-\alpha}\left(a.U_\phi\right)^{1+z}}{k^{1+\alpha}Q^{\frac{z-\alpha}{2}}}\right]^{\frac{1}{\epsilon}}$	Caudal unitario: $q = Q/B$
Altura hidráulica: $y_m = \left(\frac{q}{a.U_\phi}\right)^{\frac{1}{1+\alpha}}$	Altura hidráulica: $y_m = \left(\frac{q}{a.U_\phi}\right)^{4/5}$
$m = 0.72\left(\frac{\Delta.D_m}{y_m.S}\right)^{0.1}$	Velocidad: $v = a.U_\phi.{y_m}^{\alpha}$
Ancho: $B = \left(\frac{n.Q.K^{5/3}}{S^{1/2}}\right)^{\frac{3}{3+5m}}$	Ancho: $B = \frac{E.Q^{0.5}}{S^{0.2}}$

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

2.2.4.4. Socavación general del cauce del río

La profundidad de socavación general del fondo del cauce, se calcula en base a la evaluación de tirante de agua en el régimen supercrítico, en el barraje fijo y móvil, así como en el muro:

$$d_s = h_s - h$$

Donde:

d_s : Profundidad de socavación general (m).

h_s : Tirante de agua en el cauce con fondo socavado (m).

h : Altura Hidráulica (m).

Para Freire & Ruilova (2012), la evaluación del nivel de agua del caudal en el canal estacionario se hará en base a ecuaciones hidráulicas y modelos matemáticos tradicionales que indiquen caudal constante, uniforme y cambio secuencial.

Lischtvan y Lebediev (1967), considera la velocidad de erosión, es la velocidad media calculada, el cual degradaría el fondo y se expresa:

$$V_e = 0.6 \times g_s \times 1.18 \times B \times (t_s)^X$$

A partir de la fórmula y la sección del ancho estable y la profundidad calculada se obtiene:

$$Q = K_s \times b_o \times t^{5/3} \times S^{1/2}$$

Sea $a = K_s \times S^{1/2}$

Reemplazando en la fórmula anterior y despejando:

$$Q = a \times b_o \times t^{5/3} \Longrightarrow a = \frac{Q}{b_o \times t^{5/3}}$$

La velocidad V_r (real), con una profundidad incrementada t_s (tirante que corresponde a la profundidad a la que se desea evaluar la velocidad erosiva) disminuye de tal forma :

$$Q = V_r \times t_s \times b_o = a \times b_o \times t^{5/3}$$

$$V_r = \frac{a \times b_o \times t^{5/3}}{t_s}$$

La erosión en cierta parte del fondo se obtendrá a una profundidad que satisface:

$$V_e = V_r$$

Reemplazando los valores de V_e y V_r:

$$0.6 \times g_s \times 1.18 \times B \times (t_s)^X = \frac{a \times b_o \times t^{5/3}}{t_s}$$

Despejando t_s (Suelos no cohesivos):

$$V_e = 0.68 \times D_m \times 0.28 \times B.(t_s)^X$$

Luego:

$$\Longrightarrow t_s = \left(\frac{a \times b_o \times t^{5/3}}{0.68 \times D_m \times 0.28 \times B}\right)^{\frac{1}{1+X}}$$

Y la profundidad de socavación (H_s) se obtiene de:

$$H_s = t_s - t$$

Donde:

V_e : Velocidad erosiva (m/s)

V_r : Velocidad real (m/s)

g_s : peso específico del suelo seco Hs en T/m3.

B : Coeficiente (Ver Tabla 13)

Q : Descarga de diseño (m3 / s)

b_o : Sección estable (m)

t_s : profundidad de tirante a una profundidad de la velocidad erosiva (m).

t : profundidad de Tirante normal (m)

H_s : longitud de profundidad de la socavación

X : Exponente para material no cohesivo en función del diámetro característico.

D_m : Diámetro medio del material de fondo (mm)

Tabla 13

Valores del coeficiente B para socavación

Probabilidad anual caudal de diseño (%)	Valores de B
100	0.770
50	0.820
20	0.860
5	0.940
2	0.970
1	1.00
0.3	1.03

Fuente: Lischtvan & Lebediev, 1967.

2.2.4.5. Criterio de diseño de las obras de captación

Debido a las condiciones del rio se presenta arrastre de sedimentos de fondo y en suspensión que hace que se presente erosión del lecho fluvial.

Se plantea un tipo de bocatoma mixta, donde se realiza la captación del recurso hídrico mediante elevar el nivel del rio con un dique transversal de concreto ciclópeo y rampa rugosa de piedras grandes para su disipación, en el lado izquierdo del rio se colocara unos muros para el barraje móvil con compuertas radiales de regulación; la toma será mediante una ventana de captación y muro de encauce de concreto armado, esta tendrá un desripiador y canal de limpia para evitar el ingreso de sedimentos al canal de conducción.

El tipo de barraje que se plantea no rompe el equilibrio del rio; más bien amengua las características de erosión regresiva que se puede presentar.

2.2.4.5.1. Ubicación de estructura de captación y barraje de derivación

El emplazamiento de la toma se encuentra en la parte cóncava del rio, lugar recomendable ya que los sedimentos son de menor cantidad en esta parte y puedan colapsar la estructura, también se cuenta con compuertas de limpia para el paso de sedimentos.

La estructura de toma planteada esta agua arriba del dique forma un ángulo perpendicular de 90º con respecto a ella.

2.2.4.5.2. Condición de lecho de la toma y barraje de derivación

En la zona del proyecto el lecho del rio Chicama subyacen en material aluvial, se caracterizan por la presencia cantos rodados con matriz gravo arenosa a pedregosos.

La capacidad de soporte del suelo gravoso del lecho del rio es de 6.91 kg/cm2, lo cual es un buen índice de buena capacidad.

Para la erosionabilidad del suelo se propone un dique transversal de concreto ciclópeo enterrado hasta 4.0 m de la superficie del suelo y protegiéndolo con rocas grandes.

2.2.4.5.3. Determinación del tipo de cimentación del barraje

La cimentación del barraje y captación esta sobre suelo pedregoso bajo condiciones de erosionabilidad en época de avenidas del rio; ante esto se propone una cimentación flotante apoyado sobre el material conformante; de características de dique transversal protegido aguas arriba y abajo con rampa de piedras grandes.

Cabe indicar que esta propuesta considera factores económicos de construcción adecuados ante otras consideraciones.

2.2.4.5.4. Relación entre el barraje fijo y móvil

Los criterios para calcular la longitud de barraje vertedero fijo (L_f) y la longitud de la compuerta móvil (L_m) es que sus longitudes deberán permitir el flujo de caudales Q_m (caudal en la compuerta móvil) y Q_f (caudal por barraje fijo) el cual la suma seria:

$$Q_m + Q_f = Q_d$$

2.2.4.5.5. Efecto del remanso causado el barraje

Un barraje fijo en el cauce del rio, produce elevación de la cota de agua delante del vertedero del barraje que origina un obstáculo aguas arriba del barraje por lo que se determina la curva de remanso formada.

Para la presente investigación, se determinó por el método aproximado la longitud del remanso y el efecto del remanso que viene aguas arriba:

$$L = 2 \times (h/l_o)$$

Donde:

h : Sobreelevación del tirante o altura (d_n)

l_o : Pendiente del fondo del río

2.2.4.5.6. Altura del barraje vertedero

La altura del barraje está orientado a elevar el nivel del agua en el rio, de modo tal que, se puede derivar un caudal hacia el canal principal o canal de derivación.

Se puede definir que la cota C_c (en metros) de la cresta del barraje vertedero será:

$$C_c = C_o + h_o + h + 0.20$$

Donde:

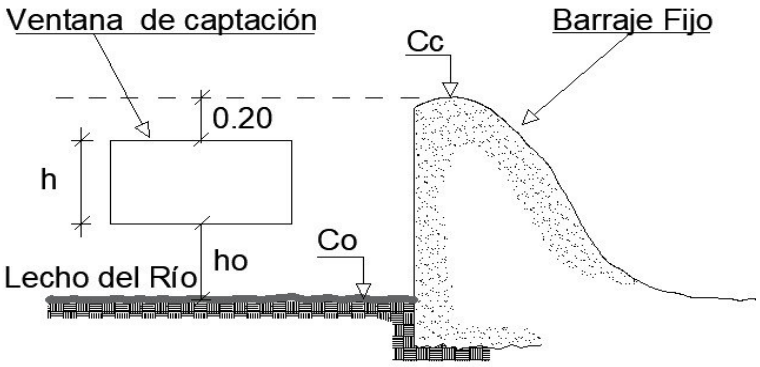
C_o : Cota del lecho detrás del barraje vertedero (Ver Figura 2).

h_o : Altura mínima para evitar el ingreso de material de arrastre (Preferible >0.60 m).

h : Altura requerida de la ventana de captación, útil para captar parte del caudal del río (Q_d), funcionando como una ventana – vertedero, adicionando 20 centímetros de seguridad para mitigar efectos de oleaje y de coeficientes de la fórmula.

Figura 2

Vista donde se identifica las alturas del barraje vertedero.



Nota: Adaptada de *Diseño de bocatomas* (Mansen, 2006, p.28).

2.2.4.5.7. Planteamiento del barraje fijo

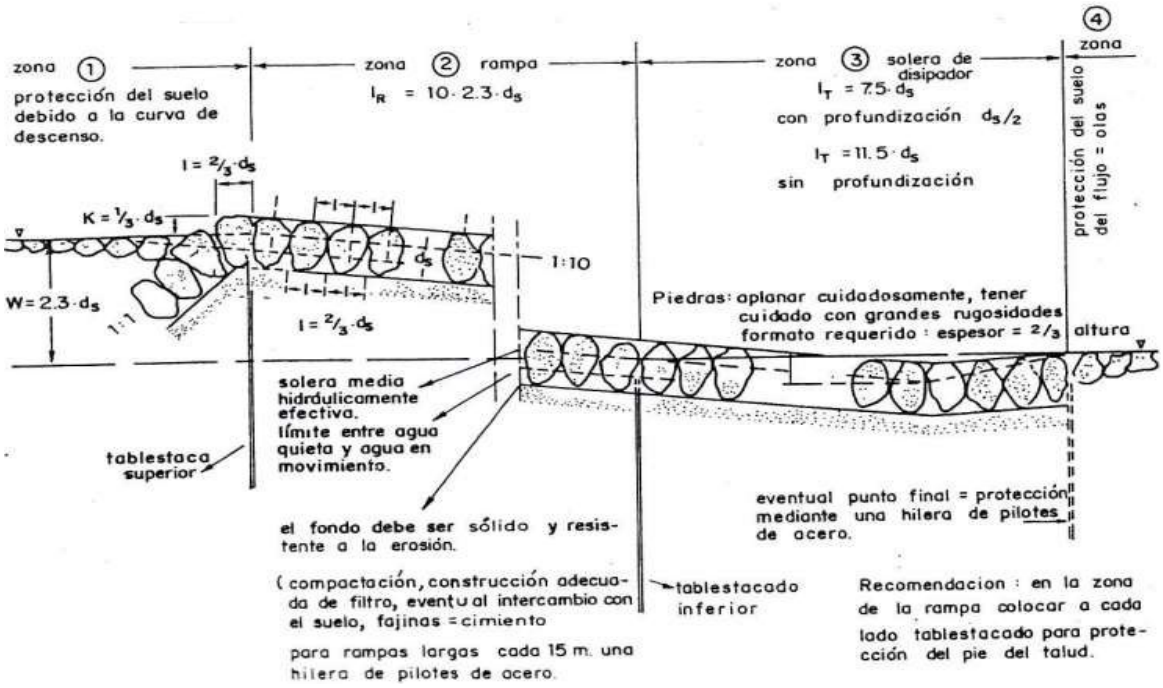
Lo que se presenta en el rio en épocas de avenidas es considerables caudales, ante esto se propone un dique transversal para elevar el tirante de agua y la captación del agua lo que producirá aumento de las velocidades del flujo y turbulencia, mediante la infraestructura planteada se evitan las ondulaciones y el perfil del agua es más o menos tranquilo. Se puede ayudar, con longitud mayor para recibir un flujo normal, con $F_r > 1$.

Para $F_r < 1$, permanece en el flujo una parte importante de energía, la cual produce erosión. Los mejores efectos de la rampa se logran para $F_r = 2$, al pie de la rampa, después de un resalto hidráulico débil.

La construcción normal de la rampa rugosa es con bloque de piedra, de diámetro d_s, sobre un terreno pedregoso en el suelo (Ver Figura 3).

Figura 3

Detalle de barraje fijo de rampa rugosa.



Nota: Se muestra la distribución de rocas por zonas en la rampa rugosa del barraje fijo. Extraído de *Regularización y control de ríos* (Schröder,1937, p.187).

2.2.5. Demanda hídrica

Según el Ministerio de Economía y Finanzas (2012), la demanda de agua depende de la cédula de cultivos, la evaporación – evapotranspiración, el factor de cultivo (K_c), la precipitación efectiva, la eficiencia de riego, las horas de riego y el área sembrada por cultivo.

El factor de cultivo es un valor que indica el grado cobertura del cultivo, afectado por parámetros como las características del cultivo, desarrollo del cultivo - el K_c varia por estación en función de este factor, tiempo de período vegetativo, clima, precipitación, temperatura y riego.

Para determinar la demanda de agua para riego :

2.2.5.1. Evapotranspiración real (UC):

Este es el consumo real de agua del cultivo, que se considera la cantidad de agua consumida que varía con la condición de crecimiento del cultivo. La unidad medida en mm/día y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$UC = E_{to} \times K_c$$

2.2.5.2. Precipitación efectiva (P_{efec})

Es el agua de lluvia que una planta utiliza en cantidad para cubrir algunas o todas sus necesidades. Se expresa en milímetros.

2.2.5.3. Requerimiento de agua (R_{eq})

Esta es cantidad adicional de agua que debe proporcionarse a la planta para cumplir con sus necesidades. Se expresa en milímetros:

$$R_{eq} = UC - P_{efec}$$

2.2.5.4. Requerimiento volumétrico bruto de agua ($R_{eq}V_{bruto}$)

Es la cantidad de agua requerido por m2 o hectáreas de cultivo. La unidad de medida es m^3/ha y se calcula mediante la fórmula:

$$R_{eq}V_{bruto} = R_{eq}(mm) \times 10$$

2.2.5.5. Eficiencia de riego (Ef_{riego})

Es un coeficiente o indicador que muestra el aprovechamiento del agua ,que circula por el sistema de riego y se calcula mediante la fórmula:

$$E.f_{riego\_proyecto} = E.f_{riego\_conducción} \times E.f_{riego\_distribución} \times E.f_{riego\_aplicación}$$

Los valores promedio de Ef_{riego} se establecen en la Tabla 14.

Tabla 14

Valores promedio utilizados para Ef_{riego}

Tipo de riego	Valores de Ef_{riego}
Por gravedad	0.40
Por aspersión	0.70
Por goteo	0.90

Nota: Adaptado del *Diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos dentro del Marco del Sistema Nacional de Inversión Pública "Proyecto de Riegos". Módulo III: Formulación* (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2012).

2.2.5.6. Requerimiento volumétrico neto de agua ($R_{eq}V_{neto}$)

Se mide en m3/ha y se calcula mediante la fórmula:

$$R_{eq}V_{neto} = \frac{R_{eq}V_{bruto}}{Ef_{riego\_proyecto}}$$

2.2.5.7. Horas de riego ($N°\ Horas\_riego$)

Es el tiempo de riego efectivo que se utiliza el sistema. Medición en horas.

2.2.5.8. Módulo de riego (MR)

Es el caudal continuo de agua que requiere una hectárea de cultivo. Se expresa en l/s y se calcula mediante la fórmula:

$$MR = R_{eq}V_{neto} \times \left(\frac{1000}{3600 \times Días\_mes \times N°\ Horas\_riego}\right)$$

2.2.5.9. Área total predial ($Área\_total$)

Es el área de terreno de riego del proyecto. Medición en m^2.

2.2.5.10. Caudal disponible a la demanda (Q_{dem})

Es el caudal demandado del sistema, de tal manera que satisface a los usuarios. Se calcula en litros por segundo (l/s) y se determina con la fórmula:

$$Q_{dem} = Área\_total \times MR$$

2.3. Definición de términos

Diseño de bocatoma: Una bocatoma es la obra destinada a captar un cierto caudal de un río, siendo uno de los factores importantes en su diseño el período de utilización de la obra de captación, debiendo estar operativa de forma continua; además del tipo de captación según ubicación, pues desde un río o cauce natural, la bocatoma es superficial cuya obra de conducción por lo general es un canal abierto, en cambio, cuando se capta en un embalse la bocatoma es profunda, siendo un túnel en presión su obra de conducción. (Mery, 2013).

Línea de Conducción : Son un conjunto de sistemas estructurados que transporta agua desde la captación por gravedad y/o bombeo hasta un lugar de regulación del cual podrán ser operados, el cual podrán tener canales, tuberías, sifón, etc.(SIAPA,2014).

Bocatoma: Denominada también como obra de toma, captación o toma, es una toma hidráulica ubicado al borde de un rio cuya función es captar, es decir tomar una parte del caudal del rio. Se caracteriza por captar y poder regular el caudal de entrada, siendo muy importante ya que define el gasto que una obra de toma puede admitir. (Rocha, 2003).

Canal: un canal es aquel conducto abierto o cerrado por donde circula un determinado caudal de agua bajo la influencia de la gravedad y cuya superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera, por lo que el agua circula sin presión además de la atmosférica, (Villón, 2008).

Barraje: Estructura de derivación que permite elevar el nivel de las aguas, construyendo-se en sentido transversal al río con fines de captación en aquellos casos en que el tirante del río no sea lo suficientemente grande y no abastezca los requisitos de captación, (Aspilcueta & Juárez, 2014).

Caudal: Es el volumen de agua que fluye por un punto de control en un sistema hidráulico en determinada circunstancia, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Información Hidrológica: Es aquella información elaborada acerca de los recursos hídricos con el fin de brindar información para su mejor provecho, captación y manejo, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], s.f.).

Caudal de Diseño: máximo caudal que una estructura hidráulica puede dejar fluir sin que sea dañado las estructura, (Rocha, 2003).

Estación Pluviométrica: Estación donde se registra y mide la precipitación en un área determinada, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Lluvia de Diseño: Es el evento hipotético más intenso de lluvia, estadísticamente previsible, para una duración dada y una recurrencia asignada que permite evaluar permite evaluar el caudal de diseño para las estructuras o para medidas de planificación territorial al alimentar con información hidrológica un modelo lluvia – escorrentía (Instituto Nacional del Agua [INA], s.f.).

Para Maldonado et al., (2020), la ***intensidad de la lluvia de diseño*** se puede expresar como "la tasa temporal de precipitación, o la profundidad por unidad de tiempo (mm/h o pulg/h)".

Coeficiente de escorrentía: Es la proporción de lluvia precipitada que pasará a formar parte de la Escorrentía Superficial (lluvia neta) con respecto a la precipitación total, (Juncosa, 2018).

Material del Lecho: Los ríos a menudo muestran una variedad de tamaños de granos en la matriz, desde partículas muy finas (limo y arcilla) hasta grandes cantos rodados y piedras. Además, los ríos exhiben una variabilidad espacio-temporal en la composición del lecho rocoso debido a varios factores, como los regímenes de flujo y las tasas de transporte de sedimentos asociadas, la contribución de los afluentes y, en ocasiones, la intervención humana. (Ramírez et al, 2004).

Temperatura Anual Media (Cº): Promedio de las temperaturas registradas durante todo el año en un lugar determinado. Para que este promedio sea representativo de las condiciones climáticas de ese lugar, es necesario que sea calculado a partir de información recopilada en un largo período de años; es decir, muchas temperaturas medias anuales, (Gentile, 2007).

Duración de lluvia: Tiempo transcurrido desde el inicio de la tormenta hasta su finalización. Aquí se especifica la duración, como un cierto período de tiempo, en minutos u horas, de lluvias cortas o largas, respectivamente, de la duración total de la tormenta., (Villón, 2002).

Hidrograma: Gráfico en el que se visualiza la variación del caudal que se acumula durante una lluvia de tormenta a través del tiempo, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Hietograma: Gráfico para determinar la precipitación de un lugar a través del tiempo de la tormenta, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Período de retorno (T): Período en el cual los eventos anuales son independientes, la probabilidad de falla se puede calcular sobre la vida de *n* años. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Tiempo de concentración: Tiempo que recorre una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la salida de la cuenca, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Estimación de caudales: Al existir una cantidad suficiente de datos de aforo, se realiza un estudio estadístico de los caudales máximos instantáneos anuales para la estación más cercana al lugar de la obra hidráulica. Se calculan los caudales para los períodos de retorno de interés (2años, 5 años, 10 años, 20 años, 50 años, 100 años y 500 años son valores estándar) el cual usa la función de distribución LogNormal, LogPearson III y el Valor Extremo Tipo I (Gumbel), (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Demanda hídrica: Es la cuantificación de la demanda que integra las actividades para las cuales el recurso hídrico es necesario, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible, (Sabas & Paredes, 2009).

Oferta Hídrica: Es la cuantificación del caudal luego de la tormenta sobre la cuenca y satisface la evapotranspiración e infiltración del sistema suelo – cobertura vegetal, fluye por los cauces del rio mayores hacia el rio principal y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, cisternas y reservorios, confluye con otras corrientes y va al mar. En Hidrología, el agua que escurre por los ríos es conocida como escorrentía superficial y su cuantificación conforma el elemento principal de medición en las redes de seguimiento hidrológico existentes. La cuantificación de la escorrentía superficial del balance hídrico de la cuenca, se está estimando la

oferta superficial del agua. La estimación de la oferta hídrica varía según la serie del registro histórico. Cuando existe información histórica confiable de los caudales con series extensas, el caudal medio anual del río es la oferta hídrica de esa cuenca, (Corporación Autónoma Regional de Nariño, 2011).

Calicata: Técnica que permite ver de forma directa los estratos del río, pudiéndose obtener varios muestreos para ensayos y determinar la capacidad portante. Al efectuar las calicatas, tomar muestras de suelo y determinar el ángulo de fricción y sistema se determina la capacidad portante del suelo, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Riesgo: Probabilidad de una ocurrencia de un evento que produciría un daño o peligro, (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2008).

Línea de conducción: Componente de un sistema hidráulico que transporta el agua desde una fuente de captación mediante bombeo, gravedad o combinado, hacia un tanque de regulación, red de distribución o planta potabilizadora (Comisión Nacional del Agua [CNA], 2015).

CAPÍTULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El diseño de la bocatoma y la línea de conducción del sistema de riego Sausal abastece la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

3.1.2. Hipótesis específicas

3.1.2.1. Hipótesis específica 1

El diseño de la bocatoma Sausal abastece la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

3.1.2.2. Hipótesis específica 2

El diseño de la línea de conducción del sistema de riego Sausal abastece la demanda hídrica en el sector La Barranca, La Libertad.

3.2. Variables

3.2.1. Variables independientes

3.2.1.1. Variable independiente 1

El diseño de la bocatoma Sausal.

3.2.1.2. Variable independiente 2

El diseño de la línea de conducción del sistema de riego Sausal.

3.2.2. Variable dependiente

La demanda hídrica del sector La Barranca, en el departamento de La Libertad.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Variables independientes

3.3.1.1. Variable independiente 1

Tabla 15

Matriz de operación de la variable independiente 1

Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento (test, equipo, etc.)
El diseño de la bocatoma	Una bocatoma es la obra destinada a captar un cierto caudal de un río, siendo uno de los factores importantes en su diseño el período de utilización de la obra de captación, debiendo estar operativa de forma continua; además del tipo de captación según ubicación, pues desde un río o cauce natural, la bocatoma es superficial cuya obra de conducción por lo general es un canal abierto, en cambio, cuando se capta en un embalse la bocatoma es profunda, siendo un túnel en presión su obra de conducción. (Mery, 2013). Según Rocha (2003), la bocatoma es una estructura construida en algún margen del río o canales para captar una parte del caudal del río o canal. Generalmente se caracterizan por el caudal , que es el máximo que puede captar una bocatoma.	Caudal del Río Chicama	I1: Área de la cuenca (m2)	Registró Cartográfico
			I2: Intensidad de la Lluvia de Diseño (mm)	Registro de Estación Hidrométrica
			I3: Coeficiente de escorrentía	Registro de Estación Hidrométrica
		Información Cartográfica	I1: Delante de curva (m)	Topografía
			I2. Curva(m)	Topografía
		Estudios Geológicos y Geotécnicos	I1: Capacidad Portante del Terreno	Calicata
			I2: Material del Lecho	Calicata
			I3: Coeficiente de Permeabilidad	Calicata
		Información Hidrológica	I1: Caudal de diseño(m3/s)	Registro de Estación SENAMHI 2017
			I2: Caudal Mínimo (m3/s)	Registro de Estación SENAMHI 2017
			I3: Caudal Máximo (m3/s)	Registro de Estación SENAMHI 2017

Nota: Elaboración propia.

3.3.1.2. Variable independiente 2

Tabla 16

Matriz de operación de la variable independiente 2

Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento (test, equipo, etc.)
Diseño de la línea de conducción	La línea de conducción es un componente de un sistema hidráulico que transporta el agua desde una fuente de captación mediante bombeo, gravedad o combinado, hacia un tanque de regulación, red de distribución o planta potabilizadora (Comisión Nacional del Agua [CNA], 2015)	Caudal de diseño(m3/s)	Ic1: Numero de Froude	Resultados de la simulación SOFTWARE IBER
			Ic2: Tipo de Flujo (numero)	Resultados de la simulación SOFTWARE IBER
			Ic3: Velocidad (m/s)	Resultados de la simulación SOFTWARE IBER
		Empuje de tierra (kg)	Ic1:Peso específico de material (gr/cm3)	Calicata
			Ic2: Angulo de rozamiento interno de material (grados)	Calicata
			Ic3: Altura del muro de canal (m)	Resultado del calado (IBER y Hcanales)

Nota: Elaboración propia.

3.3.2. Variable dependiente

Tabla 17

Matriz de operación de la variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento (test, equipo, etc.)
Demanda hídrica	En la cuantificación de la demanda se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible, (Sabas, & Paredes. 2009)	Evapotranspiración	I1: Temperatura media mensual (Cº)	Registro de estación Casa Grande
			I2: Porcentaje de iluminación con respecto al anual (%)	bibliografía
		Demanda hídrica para el sector agrícola	I1: Área bajo riego (M2)	Registro de Comisión de usuarios Sausal
			I2: Demanda bruta de agua (MMC)	Cuestionario
			I3: Coeficiente de cultivo (a.d.)	Registro de MINAGRI
			I4: Distribución de Agua por tipo de cultivo agrícola (m3)	Cuestionario

Nota: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El área de estudio se ubica hidrográficamente en la cuenca del rio Chicama (ver Figura 4), con captación en las coordenadas UTM y datum WGS 84 , zona 17M en: 721378E con 9146260N. Se consideró para la simulación hidráulica de la Bocatoma un área de 500 metros aguas arriba y 500 metros aguas abajo con un ancho total del cauce del río.

Figura 4

Ubicación de la cuenca del río Chicama.



Nota: Extraído del *Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad S.A. [Sedalib], 2018, p.4)

Políticamente, el área de estudio está ubicado en el sector La Barranca, localidad de Sausal, distrito de Chicama, provincia de Ascope, departamento de La Libertad (Ver la Figura 5, la Figura 6 y la Figura 7).

Figura 5

Entrada a la localidad de Sausal, cerca del área de estudio, en el distrito de Chicama.



Nota: Elaboración propia.

Figura 6

Ubicación del área de estudio y de las estructuras hidráulicas a diseñar.



Nota: Extraído del *Mapa de Centros Poblados de la región La Libertad* (Instituto Geográfico Nacional [IGN], s.f.).

Figura 7

Ubicación del área de estudio, límite departamental de La Libertad.



Nota: Extraído del *Límite departamental de La Libertad* (Instituto Geográfico Nacional [IGN], s.f.).

4.2. Diseño de investigación

Según Hernández (2014), a diferencia del diseño experimental puro, en el diseño cuasiexperimental la muestra no es escogida aleatoriamente antes de la manipulación, pese a que la variable o variables dependientes pueda ser manipulada deliberadamente.

En la **Tabla *18*** se muestra los tipos de investigación experimental y sus características, lo cual ayudó a elegir un diseño cuasiexperimental luego de realizar un análisis de cada tipo de investigación.

Tabla 18

Tipo de investigación de diseño experimental y sus características

Tipo de investigación experimental	Características
Experimental puro	- Manipula la variable independiente. - Mide la variable dependiente. - Controla las variables extrañas: algo fundamental es que sus sujetos son asignados a los grupos de forma aleatoria o son emparejados.
Cuasi Experimental	- Manipula la variable independiente. - Mide la variable dependiente. - Controla las variables extrañas pero sus sujetos no son asignados al azar, ni emparejados, sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento, son grupos intactos.
Preexperimental	- No existe la manipulación de la variable independiente, ni se utilizan grupos de control. - Se mide la variable dependiente. - Su grado de control es mínimo, por ejemplo, los estudios de caso con una sola medición.

Nota: Adaptado de *Metodología de la Investigación, 6ta Ed.* (Hernández, 2014).

Para el presente trabajo se utilizó normas y métodos sugeridos por la Autoridad Nacional del Agua [ANA] y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC] para el diseño aplicado a los modelos en computador del sistema de captación consistente en una bocatoma y un canal de conducción, simulándolos para un escenario de máximas avenidas. Se eligió la bocatoma y el canal de conducción del sector La Barranca como el grupo de estudio; como grupo control, todas las

estructuras de captación y riego que se abastecen parcialmente o totalmente del caudal del río Chicama. Por esta razón, se concluye que el diseño de investigación es cuasiexperimental, en donde la manipulación de la variable dependiente se efectuará mediante la simulación del escenario de máximas avenidas con la asistencia del software especializado Iber.

En cuanto al tipo de investigación, Hernández (2014) sugiere que, para definir el posible diseño, se asocia una correspondencia con el tipo de estudio y las hipótesis (Ver Tabla 19):

Tabla 19

Correspondencia entre tipos de estudio, hipótesis y diseño de investigación

Estudio	Hipótesis	Posibles diseños
Exploratorio	-No se establecen, lo que se puede formular son conjeturas iniciales	-Transeccional exploratorio o descriptivo -Preexperimental
Descriptivo	-Descriptiva	-Preexperimental -Transeccional descriptivo
Correlacional	-Diferencia de grupos sin atribuir causalidad	-Cuasiexperimental -Transeccional correlacional -Longitudinal (no experimental)
	-Correlacional	-Cuasiexperimental -Transeccional correlacional -Longitud (no experimental)
Explicativo	-Diferencia de grupos atribuyendo causalidad	-Experimental puro -Cuasiexperimental, longitudinal y transeccional causal (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)
	-Causales	-Experimental puro (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)

Nota: Adaptado de *Metodología de la Investigación, 6ta Ed.* (Hernández, 2014).

4.3. Población y muestra

Según Requena, B. (s.f.), el muestreo no probabilístico es utilizado cuando es imposible o extremadamente difícil muestrear por métodos de muestreo probabilístico. Las muestras seleccionadas con un muestreo no aleatorio pretenden ser representativas según el criterio del investigador, pero no garantizan la representatividad. Requena define el muestreo por conveniencia como una selección de individuos que se produce por facilidad de acceso, proximidad geográfica, por filiación, etc. debido a que al investigador le resulta más fácil examinarlos.

Las muestras se determina qué parte o porción de la población debe ser examinada, con el propósito de hacer inferencias (de resultados de análisis realizados se aplica a toda la población investigada). Asimismo, Palella y Martins (2012) definen a la población como: “un conjunto de unidades de las que desea obtener información sobre las que se va a generar conclusiones" para tener referencia se extrae que cada unidad de estas posee características comunes y da origen a los datos de la investigación cabe mencionar también que sería una población de tipo finito al ser contables los elementos que lo conforman.

Basado en los conceptos anteriores, se consideró un tipo de muestreo por conveniencia ya que para la población de todas las bocatomas y canales de conducción que se abastecen del río Chicama, se eligió como muestra la bocatoma y el canal de conducción en el sector La Barranca.

4.4. Procedimientos, técnicas, herramientas e instrumentos de recolección de información y datos

Se ha realizado dos visitas al sector La Barranca, siendo la primera visita a campo el día 17 de octubre del 2020, día en el que se trabajó con el reconocimiento del lugar, el levantamiento topográfico, se calculó del aforo por el método del flotador, se realizó el análisis de calidad de agua, se tomó datos de la estación Salinar y se realizó calicatas para el estudio de las muestras del suelo.

Por su parte, la segunda visita se realizó en agosto del 2021 para determinar la zona de influencia de la bocatoma, y se realizó el reconocimiento de la quebrada Palenque.

4.4.1. Equipo topográfico

Para la realización del trabajo de campo, el equipo utilizado consistió en:

- 01 Estación Total SUNWAY modelo ATS-120R.

- 01 Nivel automático y mira telescópica.

- 02 Prisma.

- 02 GPS Garmin 60 csx.

4.4.2. Equipo para estudio de mecánica de suelos

Consistió en:

- Maquinaria.

- Tamiz para granulometría.

- Muestras de suelo.

4.4.3. Equipo para toma de datos del río Chicama

Consistió en:

- Aforador.

- Botella de 3 litros para la toma de muestras de agua.

- Cámara digital.

4.5. Análisis estadístico

Se utilizo el análisis Estadístico de la variación de la probabilidad de las descargas máximas del rio Chicama, obtenidas desde la estación hidrométrica Salinar.

Dicho análisis consistió en utilizar 6 métodos de distribución de frecuencia: método de Normal, método de LogNormal 2 Parámetros, método de Log Normal 3 Parámetros, método de Pearson, método de Log Pearson y método de Gumbel; para obtener descargas a diferentes periodos de retorno (T).

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

5.1. Estudios topográficos

La descripción de la metodología empleada en el desarrollo del estudio topográfico, tanto en la parte de trabajo de campo y de procesamiento de datos en gabinete; asimismo se indica los equipos y software empleados para tales fines y su consecuente utilización para elaboración del plano topográfico de la zona ubicada en la localidad de Sausal, Distrito de Chicama, Provincia de Ascope, Región La Libertad.

El levantamiento topográfico consiste en monumentar los puntos de control horizontal y vertical. El cual se necesita una cantidad suficiente de puntos para el control vertical e igualmente puntos de control horizontal para la verificación de los datos en la generación de las curvas de nivel en el programa AutoCad Civil.

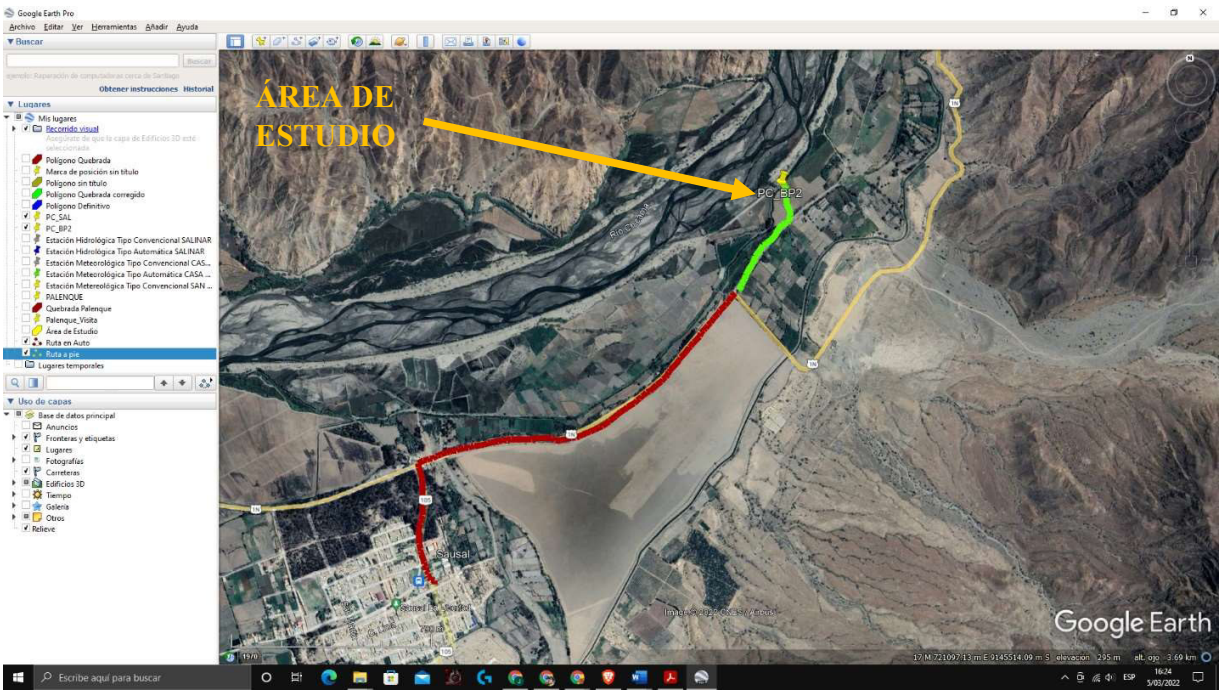
En la zona de ubicación de la bocatoma, canal de riego, barraje fijo, y dentro del rio se realizó el levantamiento topográfico, se monumento los puntos de control horizontal con coordenadas UTM (vértices de la poligonal), además se monumento puntos de control vertical como son los BM’s (m.s.n.m.).

La localidad de Sausal se encuentra a 296 m.s.n.m. al este de la provincia de Ascope, en el departamento de La Libertad, a una distancia de 25 km de la localidad de Chicama capital de la provincia ubicada en el km 610 de la Carretera Panamericana Norte, la localidad de Chicama se encuentra 30 km al norte de la ciudad de Trujillo; el tiempo de recorrido aproximado desde Trujillo hasta Sausal es de 1.50 horas y la vía es asfaltada.

La localidad está ubicada en la cuenca baja del Rio Chicama, en el norte de la Vertiente Occidental de los andes peruanos. Desde la misma localidad de Sausal se accede al área de estudio por la misma carretera que se dirige a Cascas en recorrido de 2.2 km de longitud, desde este punto se accede al rio y lugar de la bocatoma en una distancia de 400 m (Ver Figura 8).

Figura 8

Rutas de acceso al área de estudio desde la Localidad de Sausal.



Nota: En la ruta, la línea roja indica el tramo recorrido con movilidad, mientras que la línea verde indica el tramo recorrido a pie. Extraído de Google Earth Pro (s.f.).

5.1.1. Trabajo de campo

Se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio con el personal, equipo y materiales especificados en la Tabla 20.

Tabla 20

Recursos utilizados para el levantamiento topográfico

Personal	Equipos	Materiales
-01 Topógrafo. -03 Ayudantes para el trabajo con prisma. -02 Ayudantes para el trabajo de monumentación de BM's.	-01 Estación Total SUNWAY, modelo ATS-120R (Ver la Figura B 1 del Anexo B: Información de la topografía) -01-Nivel automático con mira telescópica. -02 Prismas. -02 GPS Garmin 60 csx.	-Pinturas esmalte rojo y blanco. -Brochas. -Wincha de 50 m. -Cemento

Nota: Elaboración propia.

5.1.1.1. Evaluación del área de estudio

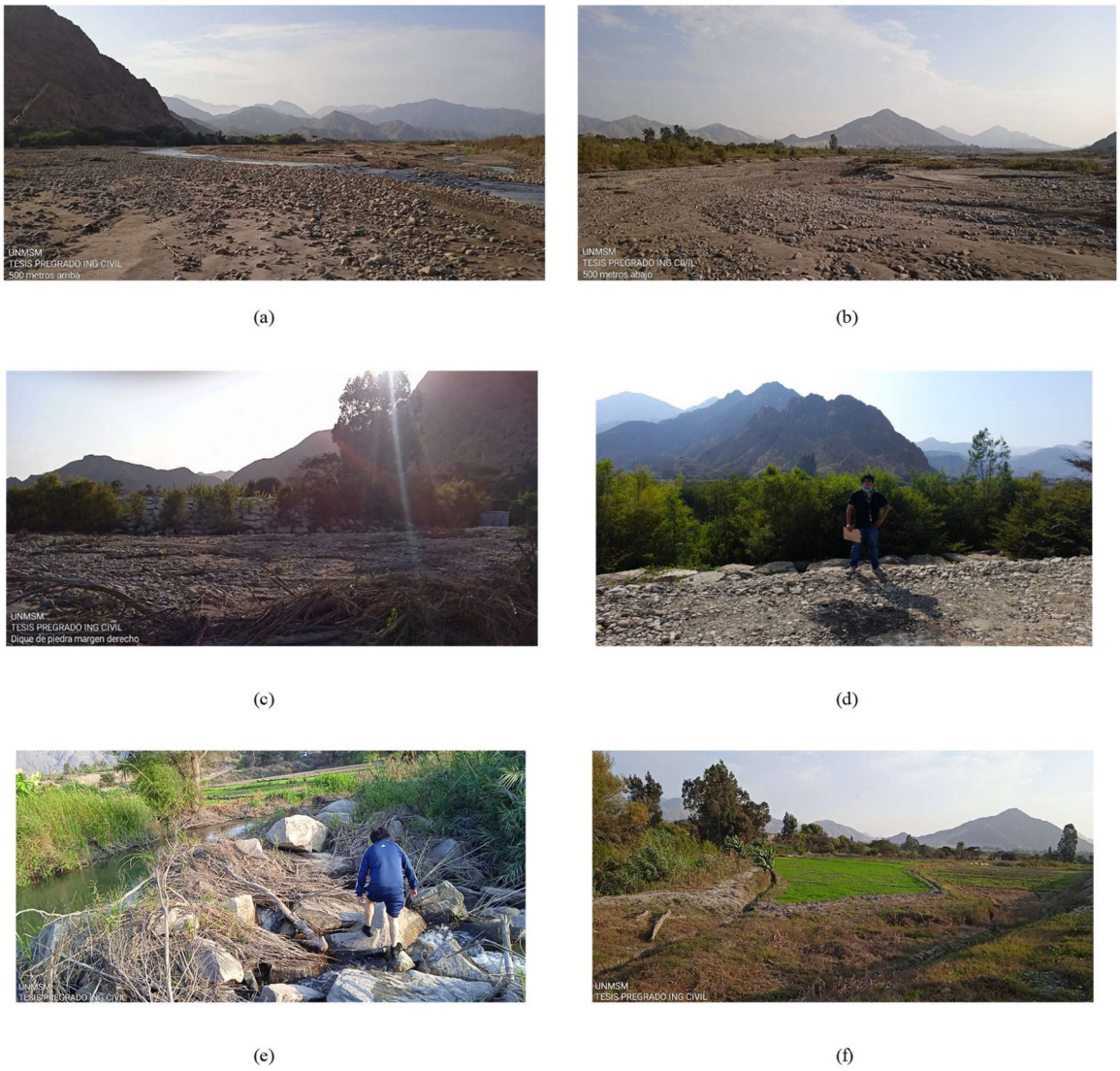
Se realizó el reconocimiento del área de estudio, a fin de establecer los puntos más adecuados para establecer la poligonal de apoyo, evaluar zonas donde realizar prospecciones en suelos para extracción de muestras representativas.

Además, el reconocimiento de campo permitió identificar los problemas constructivos como la profundidad del nivel freático, las erosiones de las orillas y las áreas de cultivo cercanas, la calidad del agua, los tipos de sedimentos que transporta el río y el impacto de los caudales del río Chicama sobre las estructuras hidráulicas a diseñar, etc.

Para el reconocimiento de campo en el río Chicama se consideró los 500 metros aguas arriba y aguas abajo respecto de la bocatoma, márgenes izquierda y derecha. Por otro lado, en el canal de conducción se midió cada 20 metros desde el inicio del canal 0+000 y se estacaron mediante progresivas; se observó además que el fondo de canal es irregular con vegetación en ambas márgenes de esta, totalizando 250 m de canal a levantar topográficamente (Ver Figura 9).

Figura 9

Reconocimiento del área de estudio, inspección visual.



Nota: La figura 9-(a) muestra el río Chicama 500 metros aguas arriba respecto de la bocatoma. La figura 9-(b) muestra el río Chicama 500 metros aguas debajo respecto de la bocatoma, en la margen izquierda. En las figuras 9-(c) y 9-(d) se aprecian las defensas ribereñas existentes, cercanas a la bocatoma y ubicadas en las márgenes derecha e izquierda, respectivamente. En la figura 9-(e) se aprecia el canal existente, sin revestir. Finalmente, se aprecia los sembríos en un predio agrícola en la figura 9-(f). Elaboración propia.

5.1.1.2. Documentación de puntos para georreferenciación y control vertical

Se estableció cercano a la carretera 2 puntos de control Geodésico del Tipo "C", por una empresa especializada, también mediante el mismo mecanismo se tomaron los datos de los puntos de control vertical de los BM's cercanos al canal de conducción.

En el inicio del canal de conducción se monumento 02 BM's para el posterior control vertical de las obras planteadas:

BM – 1: En el inicio del canal de conducción, borde izquierdo.

BM – 2: En la progresiva 0+035 del canal conducción, borde derecho.

5.1.1.3. Determinación de la poligonal de apoyo

Con el fin de determinar los errores y cierres correspondientes, se establecieron tres puntos de la poligonal, el primer punto EST-A se colocó cercano a las estructuras planteadas de captación encima de la defensa ribereña existente, la EST-B se ubicó aguas abajo de la culminación del canal de conducción propuesto encima de defensa ribereña existente, ambos están en la margen izquierda del rio; y la EST-C se ubicó en la margen derecha encima de los diques del rio Chicama también encima de la defensa ribereña existente, abarcando el área de influencia. (Ver anexo C-18: Plano de topografía del área de estudio). Se utilizó el equipo de estación total para dichos trabajos.

5.1.1.4. Levantamiento topográfico

Se procedió al levantamiento topográfico en dos tramos, el primero arrancando de la EST-A, con la zona de bocatoma y aguas arriba por la defensa ribereña existente abarcando las estructuras de ingreso, vertederos, defensa existente, y barrajes propuestos, con estaciones auxiliares desde A1 hasta A4.

Para el segundo tramo de levantamiento esta corresponde a la zona del canal de conducción y la zona de influencia del rio hasta 500 m aguas abajo y 500 m aguas arriba de la bocatoma proyectada, se utilizaron líneas auxiliares desde “A” hasta “H”.

5.1.2. Trabajo de gabinete

Realizado el levantamiento topográfico, se procedió a procesar la información para luego elaborar un plano topográfico (Ver anexo C-18: Plano de topografía del área de estudio).

5.1.2.1. Puntos de georreferenciación

Se estableció el punto de control geodésico Tipo “C” mediante procedimiento estático relativo con receptores del sistema de posicionamiento global, con un GPS diferencial de alta precisión. Para mayor detalle, ver la Tabla 21.

Tabla 21

Ubicación de puntos de control geodésico tipo C

Descripción	Coordenada UTM (WGS 84)		Cota (m.s.n.m)
	Este	Norte	
LIB02088	721552.234	9146138.736	288.397
LIB02089	721401.699	9146031.123	288.226

Nota: Elaboración propia.

Estos puntos fueron establecidos en la carretera de acceso a Cascas, a 208 m de la Bocatoma Sausal, en un lugar libre sin obstáculos para mejor determinación del punto de control.

Figura 10

Equipo GPS diferencial estacionado en los puntos de control geodésicos.



(a)



(b)

Nota: En la figura 10-(a), el topógrafo está instalando el GPS diferencial en el punto LIB02088, mientras que en la figura 10-(b), se muestra el equipo estacionado en el punto LIB02089. Elaboración propia.

Para los puntos de control vertical, se monumentó 2 BM's (Ver Figura 11) cuyas coordenadas se establecen en la Tabla 22.

Tabla 22

Ubicación de puntos BM

Descripción	Coordenada UTM (WGS 84)		Cota (m.s.n.m)
	Este	Norte	
BM-1	721418.899	9146202.275	284.940
BM-2	721341.834	9146129.974	283.930

Nota: Elaboración propia.

Figura 11

Monumentación de puntos BM.



(a) (b)

Nota: En la figura 11-(a), el punto BM-1 se encuentra ubicado cerca de la progresiva 0+050 del canal de aproximación, en la margen izquierda. En la figura 11-(b), el punto BM-2 se ubica en la progresiva 0+150 del canal de conducción, margen derecha. Elaboración propia.

5.1.2.2. Ubicación de estaciones para la poligonal de apoyo

Se requirió de 3 vértices o estaciones para la poligonal de apoyo (Ver Figura 12), cuyas coordenadas se muestran en la Tabla 23. Ver anexo C-18: Plano de topografía del área de estudio.

Tabla 23

Ubicación de los vértices para la poligonal de apoyo

Descripción	Coordenada UTM (WGS 84)		Cota (m.s.n.m)
	Este	Norte	
EST-A (Vértice A)	721413.195	9146275.088	288.90
EST-B (Vértice B)	720951.929	9145967.618	281.390
EST-C (Vértice C)	721308.071	9146569.949	286.840

Nota: Elaboración propia.

Figura 12

Monumentación de los vértices de la poligonal de apoyo y ubicación de estaciones auxiliares para el levantamiento topográfico.



(a)



(b)



(c)



(d)

Nota: Las figuras 12-(a), 12-(b) y 12-(c) son monumentaciones de los vértices de la poligonal de apoyo, cuyas coordenadas están presentadas en la Tabla 16. En la figura 12-(d) se muestra al topógrafo en la estación auxiliar EST-C para el levantamiento topográfico del área de estudio. Elaboración propia.

Por último, se tomó 4 puntos auxiliares transversales al eje del río Chicama (50 metros por lado aproximadamente) por cada tramo de 10 metros de río.

Los 3 puntos descritos anteriormente se midieron para establecer la poligonal de apoyo, con las características de medición y del equipo mostradas en la Tabla 24.

Tabla 24

Datos de campo de la poligonal de apoyo

Estación	Punto visado		Ángulo medido			Distancia		
	Desde	Hasta	°	‘	“	Desde	Hasta	Longitud (m)
EST A’	EST C’	EST B’	104.00	3.00	56.00	EST A’	EST B’	554.345
EST B’	EST A’	EST C’	25.00	43.00	9.00	EST B’	EST C’	699.743
EST C’	EST B’	EST A’	50.00	13.00	1.00	EST C’	EST A’	313.038
Perímetro								1,567.130

Nota: Elaboración propia.

5.1.2.3. Tolerancia de cierre angular

Los datos mostrados en la tabla anterior fueron medidos en campo con estación total y requeridos para el cierre de la poligonal. En la Tabla 25 se presenta los cálculos para la tolerancia de cierre angular con los datos obtenidos en campo con la poligonal de apoyo.

Tabla 25

Error de cierre angular a partir de la poligonal de apoyo

Estación	Punto visado		Ángulo medido		
			°	‘	“
EST-A	EST-B	EST-C	104.00	3.00	56.00
EST-B	EST-C	EST-A	25.00	43.00	9.00
EST-C	EST-A	EST-B	50.00	13.00	1.00
Suma de ángulos			179.00	59.00	66.00
Suma de ángulos (Dec)			179.00	0.98	0.01833
Error angular (Seg)				-6.00	

Nota: Elaboración propia.

Se estableció una tolerancia de cierre angular con la siguiente formula:

TCA=P"×(n)0.5

$$TCA = P" \times n^{0.5}$$

Donde:

TCA : Tolerancia de cierre angular

$P"$: Precisión del equipo topográfico, $\leq 5"$

n : Numero de vértices de poligonal

Por lo que al aplicar la fórmula se tiene:

$P"$: 5 Precisión de equipo - estación total (segundos).

n : 3 Número de vértices de poligonal.

CAE : 8.7 Error de cierre angular del equipo.

CAC : -6.0 Error de cierre angular calculado.

Considerando que el ángulo para la poligonal fue de 180°, el error de cierre calculado con datos de campo (-6.0 segundos) es inferior al error de cierre angular del equipo topográfico (8.7 segundos).

5.1.2.4. Tolerancia de cierre lineal

Para determinar la tolerancia de cierre lineal, se utilizó la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

Donde:

E_x^2 : Error de cierre en el eje x.

E_y^2 : Error de cierre en el eje y.

E : Error de cierre lineal.

El cálculo del error de cierre lineal se presenta en la Tabla 26.

Tabla 26

Error de cierre lineal a partir de la poligonal de apoyo

Punto	Azimut (Z) °	‘	“	Azimut (Z) (DEC)	Distancia (m)	$\boldsymbol{D_x}$ $(\boldsymbol{D \sin Z})$	$\boldsymbol{D_y}$ $(\boldsymbol{D \cos Z})$
EST A’	236.00	18.00	11.00	236.345	554.345	-461.21	-307.55
EST B’	30.00	35.00	47.00	30.60	699.743	356.16	602.32
EST C’	160.00	22.00	54.00	160.38	313.038	105.10	-294.87
					1,567.126 Perímetro	0.0576 $\boldsymbol{E_x}$	-0.0961 $\boldsymbol{E_y}$

Nota: Elaboración propia

Remplazando:

$$E = \sqrt{0.0576^2 + (-0.0961)^2} \Longrightarrow E = 0.1121\, m$$

Para el cálculo de la tolerancia en el error relativo, se consideró el perímetro de la poligonal de apoyo mediante la siguiente fórmula:

$$E_r = \frac{1}{Perímetro/E}$$

Remplazando:

$$E_r = \frac{1}{1564.126/0.1121} \Longrightarrow E_r = 0.00007 < 0.00010 = E_{perm}$$

Por lo que el error relativo calculado es menor que el error relativo permisible.

5.1.3. Resumen de los estudios topográficos

La Poligonal de Apoyo con vértices situados a ambas márgenes del Rio Chicama, en la coronación de las defensas ribereñas existentes.

Para las cotas y posicionamiento de las coordenadas se utilizó como referencia los Puntos de Control Geodésico LIB02089 y LIB0288 colocado para georreferenciar los puntos para estaciones de levantamiento topográfico y ubicación de BM´s de referencia.

Se utilizó una poligonal de cierre de 3 puntos en cada tramo y corregidas mediante vistas atrás en cada estación para comprobar el nivel de error y compensarlos en mismo campo.

Se establecieron la colocación de 2 BM's monumentados en el bordo izquierdo del canal de conducción, para el posterior control vertical que se pueda dar.

Los errores calculados están por debajo de los permisibles; el error angular calculado fue de "-6.0 seg" inferior al error permisible del equipo topográfico "8.7 seg"; y el error de cierre relativo calculado de "0.00007 m" inferior al permisible de "0.00010 m".

Para un mayor detalle sobre la poligonal de apoyo, incluyendo datos técnicos como coordenadas de los BM's, los vértices y los puntos geodésicos tipo "C", ver el Plano de topografía del área de estudio, en el Anexo C: Planos.

5.2. Estudio hidrológico de la cuenca del río Chicama, en La Libertad

Se realizó la caracterización Hidrológica del río Chicama en la captación de la bocatoma y el canal de riego La Barranca, para derivar un caudal de agua de 4.00 m3/s a las hectáreas de cultivo del Bloque de Riego La Barranca.

5.2.1. Evaluación hidrológica

5.2.1.1. Ubicación hidrográfica

La cuenca del río Chicama, se ubica en la zona Norte del Perú en la vertiente occidental del sistema hidrográfico del Perú. La zona de riego se localiza en la margen izquierda del río Chicama (Ver Figura 13).

Esta unidad hidrográfica se ha delimitado a partir de su punto de control (PC), definido como punto de la captación, del cual esta unidad hidrográfica ha sido delimitada, para conocer la caracterización hidrológica del diseño de la bocatoma y tramo de canal ubicada en la margen izquierda del río Chicama.

En la Tabla 27 se presenta las características del Punto de Control de la Bocatoma y de la estación hidrométrica de nombre Salinar que controla las aguas del río Chicama.

Tabla 27

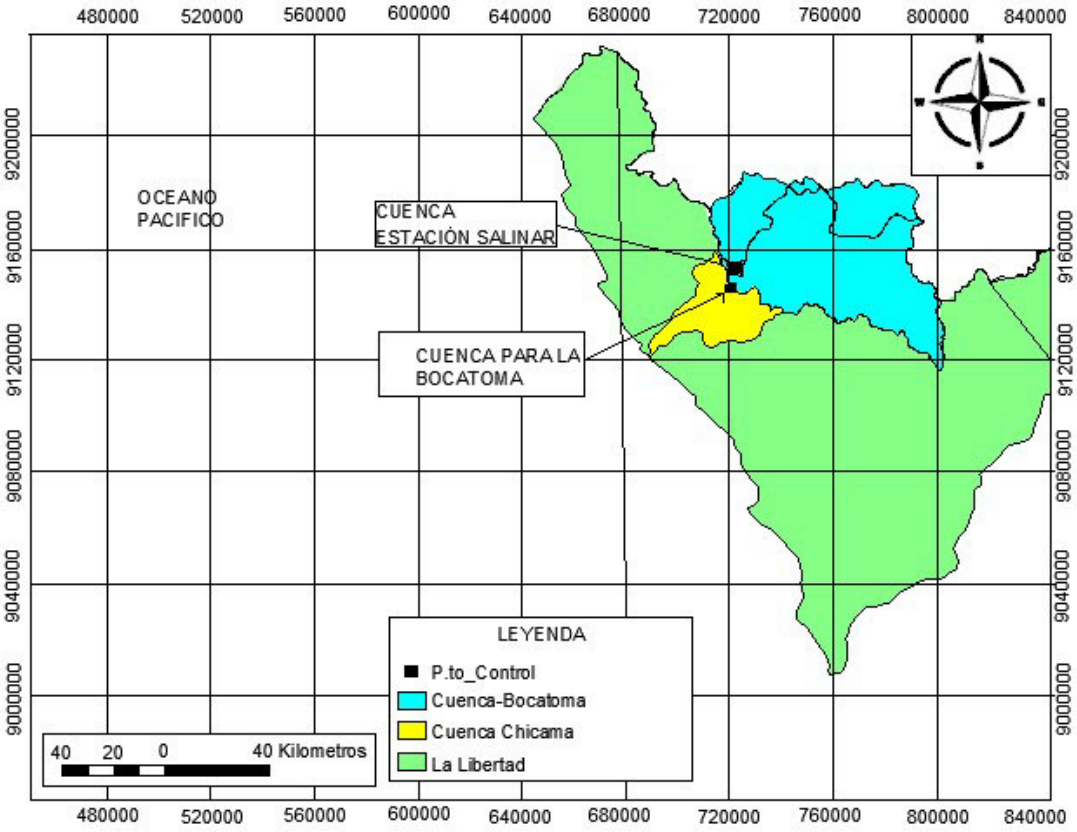
Puntos de Control de la Unidad Hidrográfica del área de Estudio

Nombre de la Cuenca	Rio	PC	X	Y	Altitud (msnm)	Área km2
Bocatoma	Chicama	PC_BP2	721369	9146157	288	3752
Salinar	Chicama	PC_SAL	724259	9151985	330	3642

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Cuenca de la Estación Salinar y Cuenca para la Bocatoma.



Nota: Adaptado del *Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad S.A. [Sedalib], 2018) con información de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

5.2.1.2. Hidrografía de la cuenca en la zona de estudio

La hidrografía de la zona de estudio está relacionada al río de la cuenca del río Chicama en sus nacientes hasta el valle de Chicama y su desembocadura al Océano Pacífico. En la Tabla 28 se resume las características hídricas del río Chicama.

Tabla 28

Características hídricas del valle Chicama

Área del Valle Chicama		2,449.34 Km2
Superficie agrícola		74,266.026 ha
Servicio de riego	(En épocas hidrológicamente húmedas)	50,000 ha
Descripción	Características	Fechas
Régimen hídrico	Período crítico (Escasez)	Agosto a noviembre
Descarga torrentosa	Muy irregular	Enero a abril
Época de estiaje	Nivel más bajo o caudal mínimo	Mayo a abril

Nota: Adaptado del *Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad S.A. [Sedalib], 2018), con información de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

La información pluviométrica en el Valle Chicama se realiza en las estaciones de medición de tormentas pluviales por las Empresas Agroindustriales Casa Grande y aguas arriba de la captación a través de la estación Cascas).

En cuanto a las estaciones hidrométricas, la cuenca registra caudales diarios desde 1950 en la estación Salinar, cubriendo un área de drenaje de 3642 km^2. En el punto de la captación de la bocatoma, hacía aguas arriba cubre un área de 3752 km^2. Dicha información fue gestionada al SENAMHI mediante comunicación por correo electrónico.

Actualmente no se cuenta con estación hidrométrica y los aforos del Río Chicama se llevan a cabo prácticamente en las Bocatomas de los canales de Derivación. Existe una regla limnimétrica

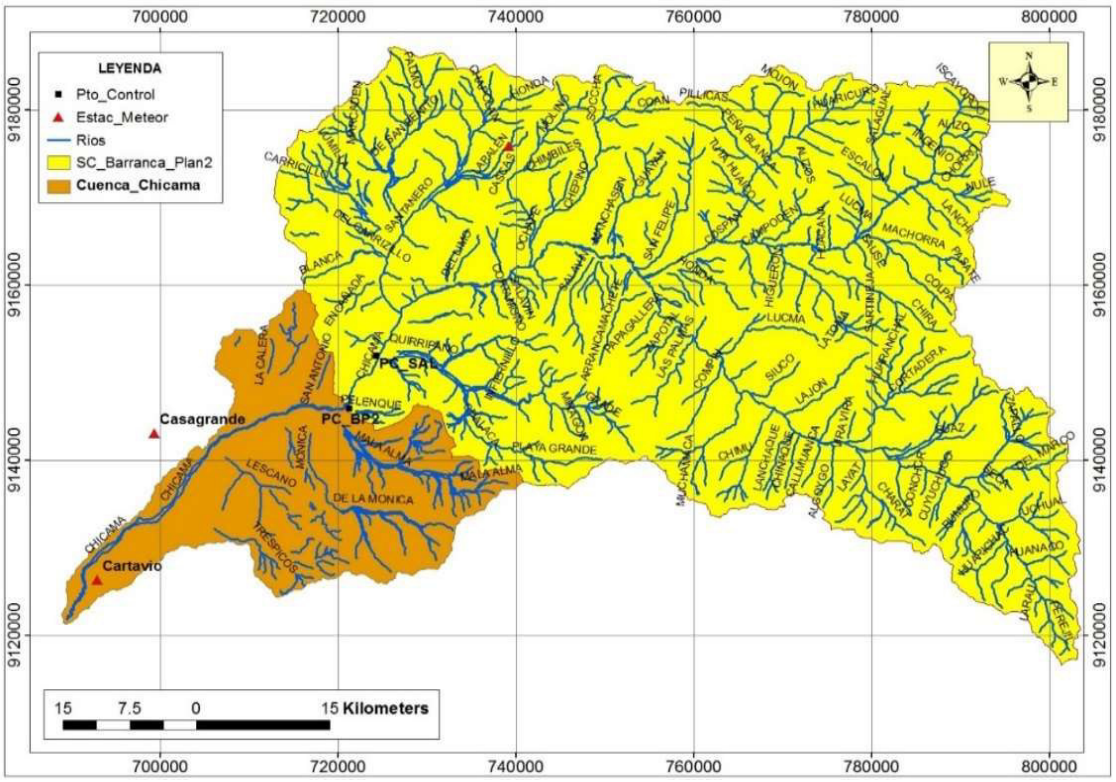
en El Tambo ubicado en el Alto Chicama, que permite determinar las lecturas de los caudales de manera referencial el cual es reportado diario a la Junta de Usuarios Chicama y al ALA Chicama.

El valle cuenta con una superficie agrícola de 74,266.026 ha; con un servicio de riego de aproximadamente 50,000 ha; en épocas hidrológicamente húmedas.

Se pueden observar las características hidrográficas de la red de drenaje de la cuenca del río Chicama; en los puntos de control: Estación Salinar y la Captación del Proyecto Bocatoma.

Figura 14

Definición de la cuenca del área de estudio.



Nota: Adaptado del *Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad S.A. [Sedalib], 2018), con información de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

En la Figura 14 se aprecia la cuenca asociada con el área de estudio (en naranja), así como los puntos de control y las estaciones meteorológicas.

5.2.1.3. Aforo del río Chicama

En el reconocimiento de campo, ocurrido el 17 de octubre del 2020, se realizó el aforo del río Chicama. Este aforo se efectúo a 1.0 km aguas arriba de la captación actual, por tener mejores condiciones físicas para su ejecución. Se aforó en dos puntos porque el escurrimiento en época de estiaje divaga de acuerdo a las condiciones hidráulicas dejadas por la estación húmeda que ocupa todo el ancho (más de 200 m.) y en época de estiaje su escorrentía es muy variable. Por tal motivo se aforó en dos brazos del río, uno cerca al centro del cauce y el otro en la margen izquierda, al final se sumaron los caudales, siendo este el aforo de ese momento, disminuido porque aguas arriba existen tomas que utilizan el agua para riego.

En el aforo se utilizó el método del flotador, aforándose en los siguientes puntos:

5.2.1.3.1. Aforo en el punto P1

En la Tabla 29 se presenta información general del aforo del río Chicama en el punto P1 (centro del río):

Tabla 29

Datos generales del aforo en el punto P1

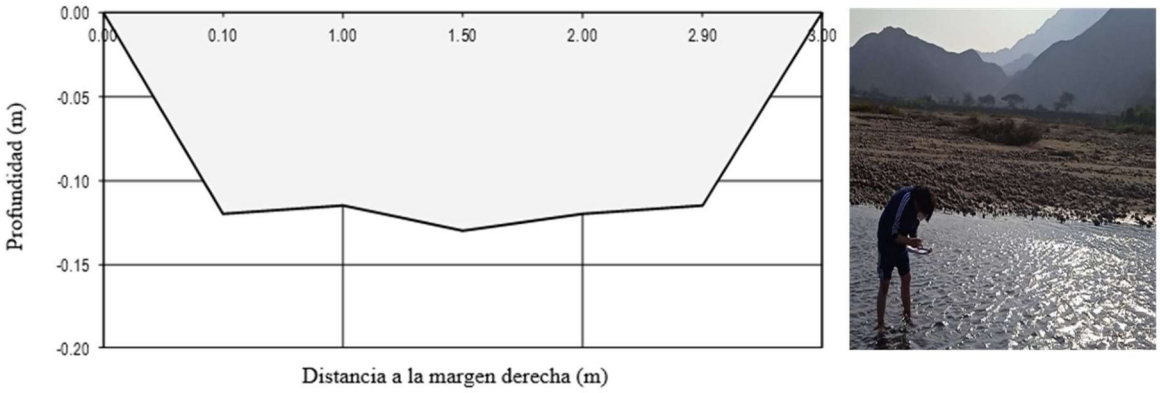
Lugar: Centro del río, aguas arriba de la captación (Punto P1)			
Fecha:	17/10/2020	Hora:	2:30:00 p.m.
Método de aforo:	Flotador	Época:	Seca
Coordenadas UTM (Cuadrante 17 – M)		Altitud:	291 m.s.n.m.
712424 m E	9148469 m S		

Nota: Elaboración propia.

Los resultados del aforo se presentan en la Figura 15, la Tabla 30 y la Tabla 31.

Figura 15

Sección transversal del río en el punto P1.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 30

Tirantes medidas durante el aforo en el punto P1

Margen	Punto	Distancia Acumulada (m)	Tirante de agua (m)	Área Parcial (m2)
MI	y_0	0.00	0.000	
	y_1	0.10	0.120	0.01
	y_2	1.00	0.115	0.11
	y_3	1.50	0.130	0.06
	y_4	2.00	0.120	0.06
MD	y_5	2.90	0.115	0.11
	y_6	3.00	0.000	0.01
Total:		3.00		0.35

Nota: Elaboración propia.

Tabla 31

Cálculo de velocidad en el punto P1

Longitud de tramo (m)	Tiempo		Velocidad	
	Símbolo	**Tiempo (s)**	**Superficial (m/s)**	**Media (m/s)**
10.00	t_1	30.00	0.33	0.32
	t_2	29.00	0.34	0.33
	t_3	28.00	0.36	0.34
	t_4	33.00	0.30	0.29
	t5	28.00	0.36	0.34
	t6	29.00	0.34	0.33
Velocidad			0.34	0.32
Factor de Corrección Velocidad:				**0.95**

Nota: Elaboración propia.

5.2.1.3.2. Plantilla de aforo en el punto P2

En la Tabla 32 se presenta información general del aforo del río Chicama en el punto P2 (margen izquierdo):

Tabla 32

Datos generales del aforo en el punto P2

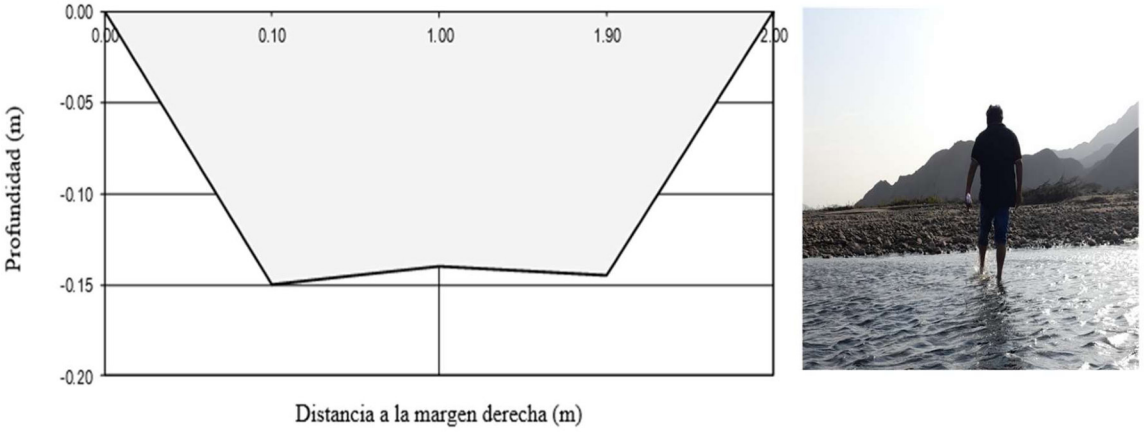
Lugar: Margen izquierdo, aguas arriba de la captación (Punto P2)			
Fecha:	17/10/2020	Hora:	3:15:00 p.m.
Método de aforo:	Flotador	Época:	Seca
Coordenadas UTM (Cuadrante 17 – M)		Altitud:	293 m.s.n.m.
721569 m E	9146524 m S		

Nota: Elaboración propia.

Los resultados del aforo se presentan en la Figura 16, la Tabla 33 y la Tabla 34.

Figura 16

Sección transversal del río en el punto P2.



Nota: Elaboración propia.

Tabla 33

Tirantes medidas durante el aforo en el punto P2

Margen	Punto	Distancia Acumulada (m)	Tirante de agua (m)	Área Parcial (m2)
MI	y_0	0.00	0.000	
	y_1	0.10	0.150	0.01
	y_2	1.00	0.140	0.13
MD	y_5	1.90	0.145	0.13
	y_6	2.00	0.000	0.01
Total:		2.00		0.27

Nota: Elaboración propia.

Tabla 34

Cálculo de velocidad en el punto P2

Longitud de tramo (m)	Tiempo		Velocidad	
	Símbolo	**Tiempo (s)**	**Superficial (m/s)**	**Media (m/s)**
10.00	t_1	38.00	0.26	0.25
	t_2	38.00	0.26	0.25
	t_3	39.00	0.26	0.24
	t_4	33.00	0.30	0.29
	t5	38.00	0.26	0.25
	t6	35.00	0.29	0.27
Velocidad			0.27	0.26
Factor de Corrección Velocidad:				**0.95**

Nota: Elaboración propia.

5.2.1.3.3. Resumen del aforo

Realizadas ambas mediciones, se calculó el aforo en cada punto, obteniendo como resultados:

Punto P1: en las coordenadas UTM 721414 E 9146469 S, ubicación cerca al centro del cauce; aforándose un caudal de 111 l/s.

Punto P2: en las coordenadas UTM 721569 E 9146524 S, ubicación en la margen izquierda; aforándose un caudal de 71 l/s.

El aforo en ambos puntos totaliza un caudal de 182 l/s. En la Tabla 35 se detalla el cálculo del aforo en el río Chicama.

Tabla 35

Resultados del Aforo

PUNTO	RÍO	FECHAS	HORAS	UBICACIÓN			S. HIDRÁULICA			V. DEL AGUA		CAUDAL		OBSERVACIONES
				X (m)	Y (m)	Altitud (msnm)	Ancho (m)	Área (m2)	Tirante Mayor (m)	V.Superf .(m/s)	Factor	V. Media (m/s)	m^3/s	
P1	RIO CHICAMA	17-10-20	2:30:00 p. m.	721414	9146469	291	3.00	0.35	0.12	0.34	0.95	0.32	0.111	Centro Río Aguas Arriba de la Captación
P2	RIO CHICAMA	17-10-20	3:15:00 p. m.	721569	9146524	293	2.00	0.27	0.15	0.27	0.95	0.26	0.071	Margen Izquierda, Aguas Arriba de la Captación
Caudal Total Aforado Del Rio Chicama												**0.182** m^3/s		

Nota: El Caudal del Aforo se realizó en época de estiaje y nos representa que existe un caudal mínimo que puede seguir abastecimientos los predios agrícolas. Elaboración propia.

5.2.1.4. Calidad del agua para el uso de riego

Con la finalidad de evaluar la calidad para el uso de agua para riego, el 17 de octubre del 2020 se realizó un muestreo de las aguas del río Chicama en la zona de captación, para conocer las características y que no afecte su consumo de los usos agrícola y agropecuario; y tomar las precauciones para el uso agrícola. Este análisis se realizó en el Laboratorio de la Universidad Agraria La Molina, tal como se resume en la Tabla 36, en la que se puede apreciar que los resultados son aceptables con una clasificación C3-S1; en donde el agua puede utilizarse para fines de riego en todos los suelos sin afectar su estructura por su bajo contenido de sodio y no se espera efectos dañinos en las plantas y suelos de buena permeabilidad.

De acuerdo a la Tabla 37, la Tabla 38 y la

Tabla ***39***, útiles para interpretar la calidad del agua, se tiene un agua de calidad C3-S1; y que se caracteriza por presentar:

C3: Salinidad entre media y alta

Esto implica que el suelo debe tener buena permeabilidad para cultivos que se adaptan o toleran la presencia de sal en el agua.

S1: Sodio Bajo.

Considerado como sin peligro, es decir, que puede usarse para el riego de casi todos los suelos, sin peligro de destrucción de la estructura.

Boro<0.3ppm: Agua de buena calidad.

Tabla 36

Resumen de calidad del Agua en Punto de Control Captación

Parámetros	Unidad	Bocatoma Para Tesis UNMSM, Distrito De Chicama, Provincia De Ascope, Departamento La Libertad
Fecha de Muestreo		17/10/2020
Fecha de Análisis		09/11/2020
Conductividad	mmhos/cm	0.78
pH.		8.11
Calcio (Ca)	Meq./L	3.88
Magnesio (Mg)	Meq./L	2.05
Sodio (Na)	Meq./L	1.64
Potasio (K)	Meq./L	0.07
SUMA DE CATIONES		7.64
Cloruro (Cl)	Meq./L	1.04
Sulfatos (SO4)	Meq./L	4.96
Bicarbonatos (HCO3-)	Meq./L	1.28
Nitratos (NO3)	Meq./L	0
Carbonatos (CO3)	Meq./L	0.3
Suma de Aniones		7.58
SAR		0.95
Clasificación		C3-S1
Boro	Ppm./L	0.1
Sólido Sedimentables	Mg./L	1

Nota: Extraído del Laboratorio de Aguas, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego – LASMAF – UNALM. (2020).

Tabla 37

Interpretación de la calidad del agua respecto al peligro de sales

PELIGRO DE SALES		
C1– Salinidad baja	0.00 – 0.25 dS/m	Buenas para riego de diferentes cultivos. Sólo peligro de salinización de suelos muy impermeables de difícil drenaje interno.
C2 –Salinidad moderada	0.25 – 0.75 dS/m	De calidad buena para cultivos que se adaptan o toleran poca la sal. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
C3–Salinidad entre media y alta	0.75 – 2.25 dS/m	El suelo tiene buena permeabilidad. El cultivo seleccionado debe tolerar la sal.
C4–Salinidad alta	2.25 – 4.00 dS/m	Sólo para plantas tolerantes y suelos permeables, donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover las sales.
C5–Salinidad muy alta	4.00 – 6.00 dS/m	Solo para plantas muy tolerantes, suelos muy permeables y que se puede aplicar lavados especiales para remover el exceso de sales.
C6–Salinidad excesiva	Más de 6.00 dS/m	Debe tomarse precauciones para su uso (pueden usarse en suelos muy permeables y/o mezclado con agua de buena calidad).

Nota: Extraído del Laboratorio de Aguas, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego – LASMAF – UNALM. (2020).

Tabla 38

Interpretación de la calidad del agua respecto al peligro de sodio

EL PELIGRO DE SODIO (Na)	
S1–Poco sodio	Sin peligro
S2–Medio sódica	Peligro en suelos de textura fina o arcilla con alta capacidad de cambio, especialmente si la permeabilidad es baja, a menos que el suelo contenga yeso. Puede usarse en suelos de textura gruesa entre arenosa y franca orgánica con permeabilidad adecuada.
S3–Muy sódica	Peligro en suelos de yeso, requieren estos suelos buen drenaje, adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas, tales como yeso o azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta (C4)
S4–Excesivamente sódica	No es útil para la irrigación. Solo cuando la salinidad es baja o media, donde la solución de calcio del suelo o al uso del yeso u otras enmiendas pueden hacer factibles el uso de esta agua.

Nota: Extraído del Laboratorio de Aguas, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego – LASMAF – UNALM. (2020).

Tabla 39

Interpretación de la calidad del agua respecto al riesgo de boro, carbonato de sodio (Na2CO2) y la dureza del agua(mgCaCO3/L)

PELIGRO DE BORO, CARBONATO DE SODIO RESIDUAL Y DUREZA					
Boro		Na2CO2 residual		Dureza total	
ppm	Clase	meq/L	Tipo de agua	mgCaCO3/L	Tipo de agua
< 0.3	Buena	< 1.25	Recomendable	< 75	Agua blanda
0.3 – 4.0	Condicionada	1.25 – 2.50	Poco recomendable	75 – 150	Agua moderada
> 4.0	No recomendable	> 2.50	No recomendable	150 - 300	Agua dura
				> 300	Agua muy dura

Nota: Extraído del Laboratorio de Aguas, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego – LASMAF – UNALM. (2020).

5.2.2. Análisis de la información hidrometeorológica

El análisis de las características meteorológicas, se ha realizado en base a la estación Casa Grande; que, por su ubicación cercana a la zona de estudio, representa las condiciones meteorológicas de la misma. Para este análisis se obtuvo del SENAMHI, los registros históricos, de las siguientes variables: precipitación, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

En la Tabla 40 se presenta la descripción de la estación meteorológica Casa Grande, la cual ha sido evaluada con información registrada en un periodo de 5 años, que comprende del 2015 a 2020. En la Tabla 41 se muestra del análisis de los elementos meteorológicos, tanto a nivel anual como en su distribución mensual.

Tabla 40

Tabla de descripción de la estación Casa Grande

Entidad operadora	Tipo de estación	Coordenadas Geográficas		Altitud (m.s.n.m)	Ubicación		
		Latitud Sur	Longitud Oeste		Departamento	Provincia	Distrito
Senamhi	EMA-Metereológica	7°45’1.11”	79°11’19.3”	145	La Libertad	Ascope	Casagrande
Código: 472D30C8							

Nota: Extraído del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 41

Análisis de los elementos meteorológicos de la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020

Mes	Precipitación total (mm)	Temperatura media (C°)	Humedad Relativa %	Velocidad media del viento
Enero	3.9	23.8	76.4	1.30
Febrero	15.7	25.1	76.5	1.20
Marzo	20.4	24.6	76.8	1.20
Abril	5.4	22.6	78.5	1.10
Mayo	7.6	20.7	81.8	1.10
Junio	0.3	18.6	84.0	1.00
Julio	0.2	17.8	84.2	1.00
Agosto	0.1	17.8	83.6	1.20
Setiembre	0.2	17.9	83.3	1.30
Octubre	0.5	18.8	80.4	1.40
Noviembre	1.7	19.7	79.9	1.40
Diciembre	3.6	21.7	79.4	1.40
Anual	59.6	20.7	80.5	1.20

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

5.2.2.1. Precipitación

De acuerdo con la Tabla 42, la precipitación total media a nivel anual es de 59.6 mm, variando entre los valores 63.8 mm/año, lluvia de menor magnitud ocurrido en el año 2019; y 147.8 mm/año, lluvia de mayor magnitud ocurrido en el año 2017.

A nivel mensual, los valores de precipitación total media se distribuyen entre 0.1 mm, en el mes de agosto, como el valor más bajo; a 20.4 mm, en el mes de marzo, como el valor más alto, calculado en el período analizado.

Tabla 42

Precipitación total mensual en la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020

Mes	Precipitación total (mm)		
	Valor mínimo	Media	Valor máximo
Enero	0.0	3.9	11.7
Febrero	0.0	15.7	60.8
Marzo	1.1	20.4	84.0
Abril	1.2	5.4	11.2
Mayo	0.0	7.6	35.8
Junio	0.0	0.3	1.1
Julio	0.0	0.2	0.6
Agosto	0.0	0.1	0.4
Setiembre	0.0	0.2	0.5
Octubre	0.0	0.5	1.0
Noviembre	0.0	1.7	7.8
Diciembre	0.0	3.6	6.5
Anual	24.5	59.6	147.8

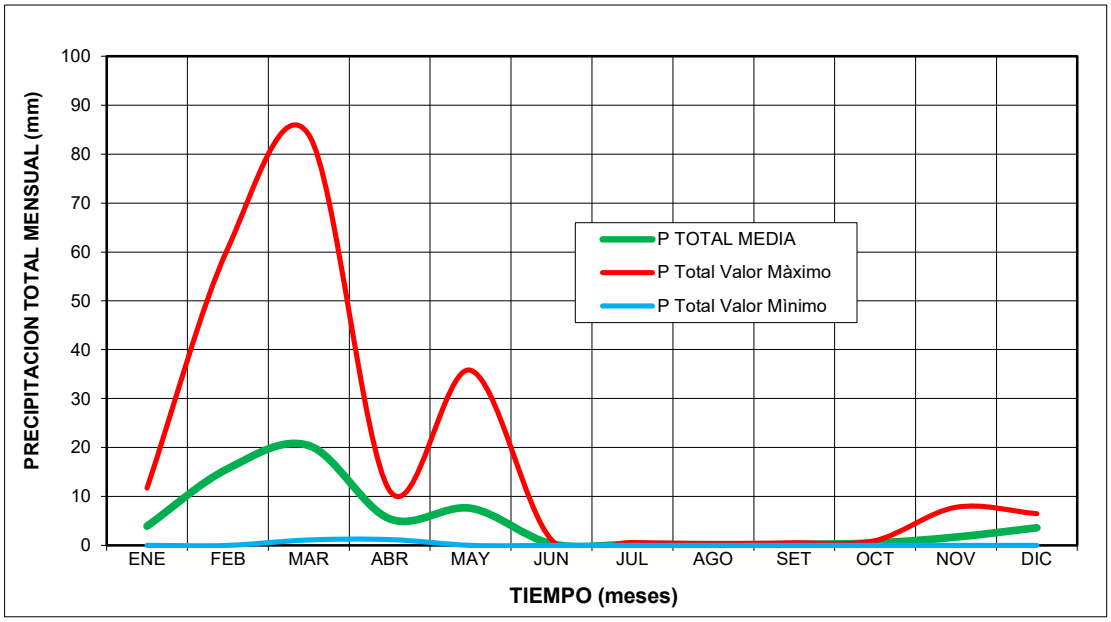
Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

De los registros históricos mensuales calculados, se determinó que la lluvia de mayor magnitud alcanza a 84.0 mm, ocurrido en el mes de marzo del año 2017; y la lluvia de menor magnitud corresponde a sucesos de no lluvia (0.0 mm), ocurridos entre los meses de mayo a diciembre, en diferentes años. Siendo este año 2020 irregular, prácticamente, sin lluvias.

En la Figura 17. Se muestra la tendencia de la curva de la precipitación total media mensual, donde se puede observar que el periodo de lluvias en meses de febrero y marzo; y el periodo de estiaje comprende los meses desde junio hacia noviembre.

Figura 17

Variación de la precipitación total mensual en la estación Casa Grande

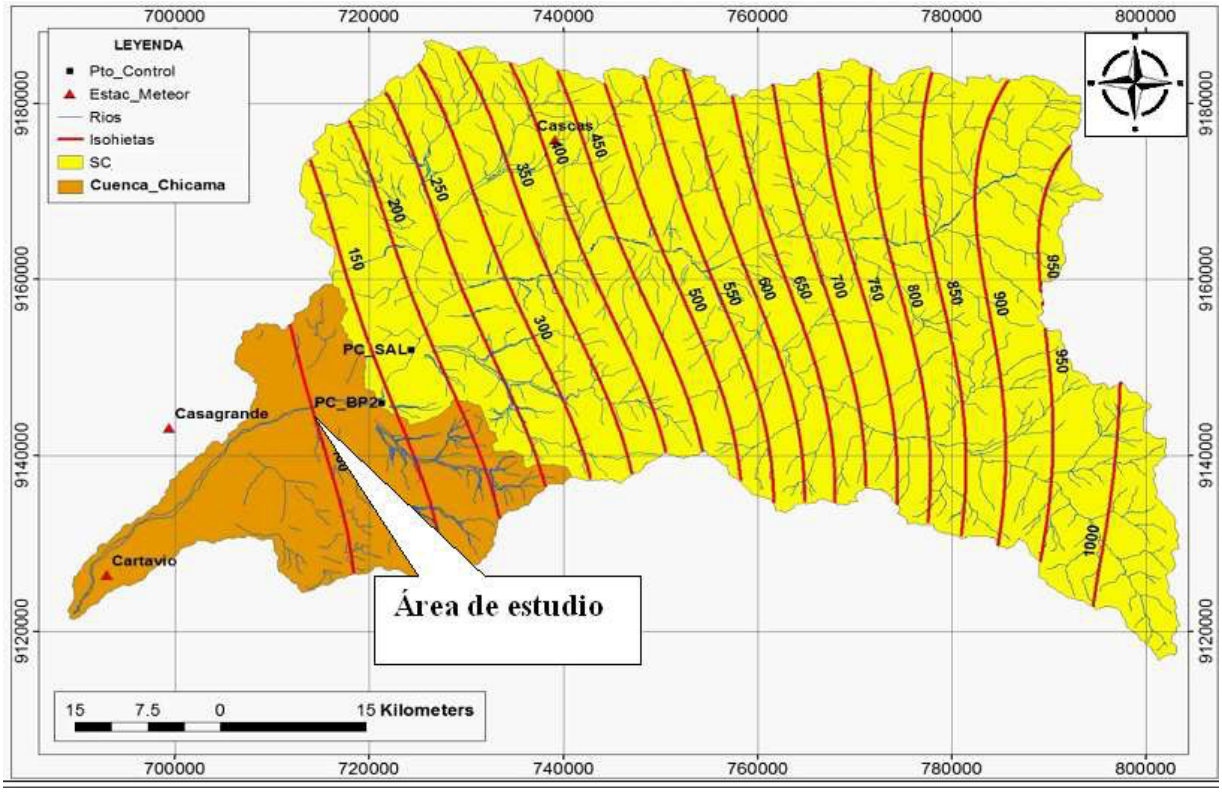


Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En las isohietas anuales de la Figura 18 se muestra que, en la zona de estudio, punto de la captación hacía aguas abajo en la zona de riego la precipitación varía entre 150 a 200 mm y la estación de Casagrande es menor de 100 mm, valor característico para la zona del proyecto.

Figura 18

Isohietas en la cuenca en la estación Salinar del Río Chicama



Nota: Adaptado del Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A. (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad S.A. [Sedalib], 2018), con información de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

5.2.2.2. Temperatura

De la Tabla 43, la temperatura anual media es 20.7°C, variando entre una temperatura mínima de 20.1°C a máxima de 21.2°C; con un rango de amplitud e 1.1°C, que nos indica que la temperatura es muy poco variable a nivel anual.

A nivel mensual, la Temperatura media varía entre 17.8°C en los meses de Julio y agosto, a 25.1°C en el mes de febrero, con un rango de variación o amplitud de 7.3°C, que nos indica alta variabilidad durante el año.

Tabla 43

Temperatura media mensual en la estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020

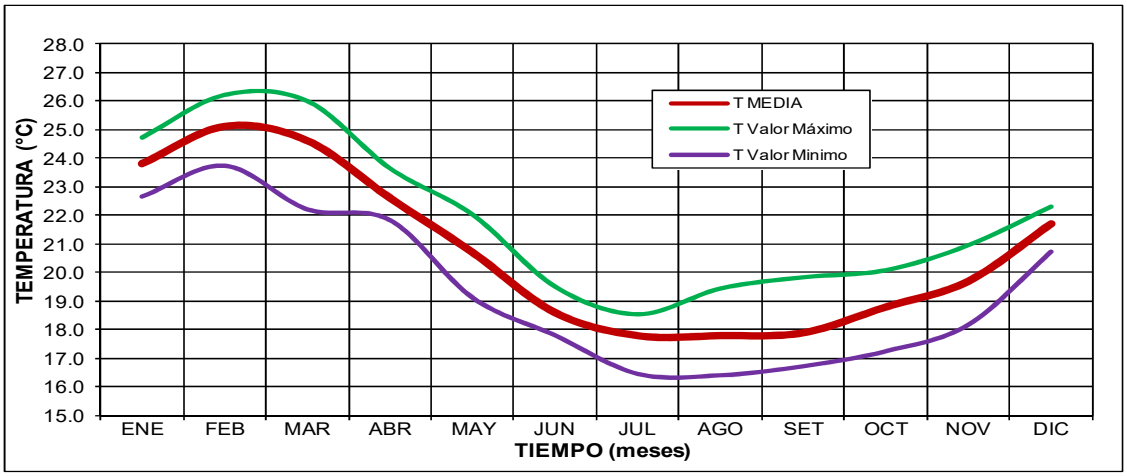
Mes	Temperatura (Cº)		
	Valor mínimo	Media	Valor máximo
Enero	22.7º	23.8º	24.7º
Febrero	23.8º	25.1º	26.2º
Marzo	22.2º	24.6º	26.0º
Abril	21.9º	22.6º	23.7º
Mayo	19.1º	20.7º	22.0º
Junio	17.8º	18.6º	19.5º
Julio	16.5º	17.8º	18.5º
Agosto	16.4º	17.8º	19.4º
Setiembre	16.7º	17.9º	19.8º
Octubre	17.3º	18.8º	20.1º
Noviembre	18.2º	19.7º	21.0º
Diciembre	20.8º	21.7º	22.3º
Anual	20.1º	20.7º	21.2º

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Figura 19, se presenta la distribución de la temperatura media a nivel mensual y los valores máximos y mínimos que alcanza. En la curva se observa que la temperatura alcanza sus mayores valores durante el verano y desciende a sus valores más bajos durante el invierno.

Figura 19

Variación de temperatura media mensual en la Estación Meteorológica Casa Grande



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

5.2.2.3. Humedad relativa

De la Tabla 44, la humedad relativa media anual es de 80.5%, oscilando entre un valor mínimo de 79.0% a un valor máximo que alcanza 81.5%, de acuerdo con estos valores extremos, la humedad relativa de la zona de interés es poco variable a nivel anual.

A nivel mensual, la humedad relativa media varía entre 76.40%, mes de enero a 84.2% en el mes de Julio, que nos indica que es variable durante el año.

Durante el período analizado se registró el valor mínimo de la humedad relativa de 71.6% en el mes de marzo del año 2020 y el máximo de 87.7% en el mes de junio del año 2018.

En la Figura 20, se aprecia la distribución mensual de la humedad relativa media, en la cual la curva mantiene una alta humedad durante el invierno y desciende durante el verano.

Tabla 44

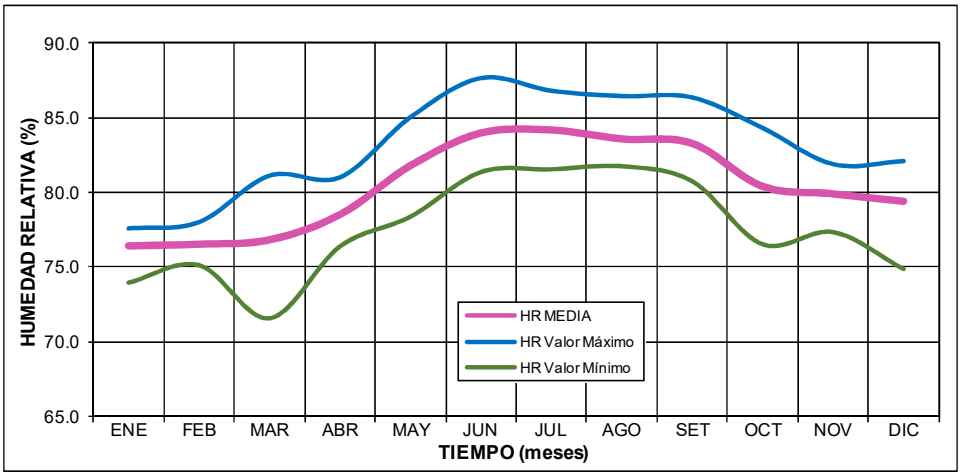
Humedad relativa media mensual estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020

Mes	Humedad relativa (%)		
	Valor mínimo	Media	Valor máximo
Enero	74.0	76.4	77.6
Febrero	75.1	76.5	78.1
Marzo	71.6	76.8	81.2
Abril	76.4	78.5	81.0
Mayo	78.4	81.8	85.1
Junio	81.4	84.0	87.7
Julio	81.5	84.2	86.8
Agosto	81.7	83.6	86.5
Setiembre	80.7	83.3	86.4
Octubre	76.5	80.4	84.3
Noviembre	77.3	79.9	81.9
Diciembre	74.9	79.4	82.1
Anual	79.0	80.5	81.5

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Figura 20

Variación de la humedad relativa media mensual en la Estación asa Grande



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

5.2.2.4. Velocidad del viento

En Tabla 45, se presentan los valores de la velocidad media del viento a nivel mensual y anual; donde se aprecia un valor de velocidad media anual de 1.20 m/s, fluctuando entre velocidades de 1.15 m/s a 1.32 m/s que nos indica que, a nivel anual, el viento es poco variable.

A nivel mensual, la velocidad media del viento varía entre 1.00 m/s en los meses de junio hasta Julio; a 1.40 m/s en los meses de octubre hasta diciembre, que nos indica que es relativamente variable durante el año.

Tabla 45

Velocidad del viento media mensual estación Casa Grande – Periodo 2015 - 2020

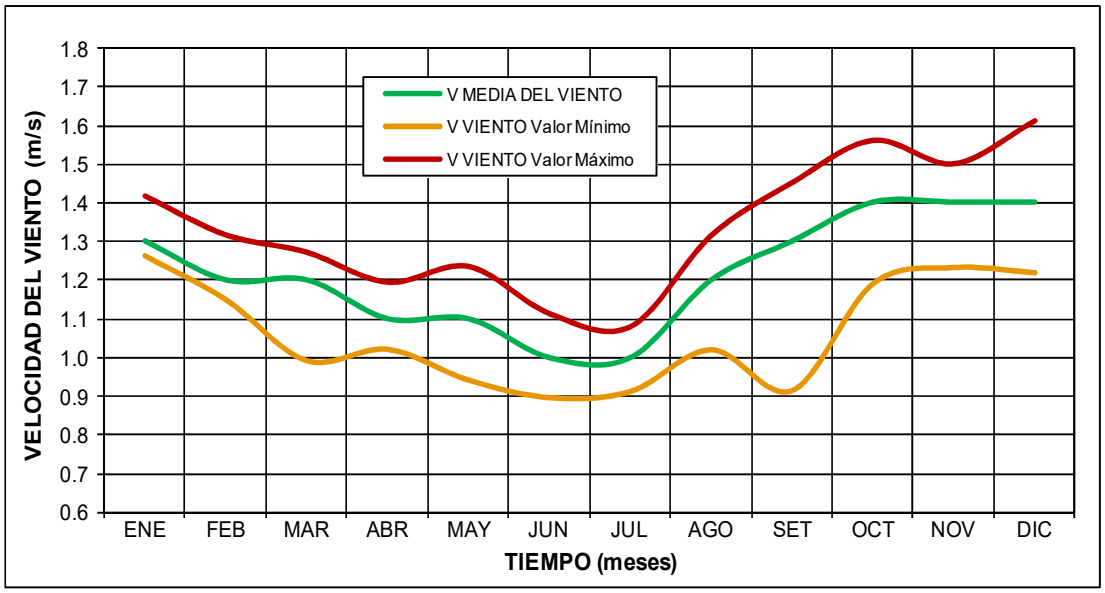
Mes	Velocidad media del viento (m/s)		
	Valor mínimo	Media	Valor máximo
Enero	1.26	1.30	1.42
Febrero	1.15	1.20	1.32
Marzo	0.99	1.20	1.27
Abril	1.02	1.10	1.20
Mayo	0.94	1.10	1.24
Junio	0.90	1.00	1.11
Julio	0.91	1.00	1.08
Agosto	1.02	1.20	1.32
Setiembre	0.91	1.30	1.45
Octubre	1.19	1.40	1.56
Noviembre	1.23	1.40	1.50
Diciembre	1.22	1.40	1.61
Anual	1.15	1.20	1.32

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Figura 21, se muestra gráficamente la distribución de la velocidad media (Vm) del viento a nivel mensual. En la curva se observa que la velocidad se comporta en descenso desde el inicio hasta la mitad del año, ascendiendo hasta el mes de octubre, manteniéndose constante hasta fin de año.

Figura 21

Variación de la velocidad del viento media mensual en la Estación Casa Grande



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

5.2.3. Análisis de la información hidrográfica

5.2.3.1. Descargas medias mensuales del río Chicama

Las descargas de caudales medios mensuales en la zona de captación del Estudio Barranca, se han obtenido de las descargas de caudales medias del río Chicama, que tiene un registro de información hidrométrica en la estación hidrológica Salinar (Ver Tabla 46), con un periodo de 67 años (1950/2016).

Tabla 46

Tabla de descripción de la estación Salinar

Entidad operadora	Tipo de estación	Coordenadas Geográficas		Altitud (m.s.n.m)	Ubicación		
		Latitud Sur	Longitud Oeste		Departamento	Provincia	Distrito
Senamhi	Automática – Hidrológica	7°39’38.5"	78°57’39.93"	355	La Libertad	Ascope	Ascope
Código: 211001							

Nota: Extraído del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Tabla 47, la Tabla 48 y la Tabla 49 se presenta las descargas medias mensuales del río Chicama. Como se puede observar, la información data desde 1950 hasta el año 2016, en donde se incluyen valores ocurridos en el fenómeno El Niño de 1983 y 1998, por ser estas ocurrencias las más significativas que se hayan producido.

La descarga medio mensual del periodo es de 8.8 m3/s, variando en el año desde 87.3 a 2.8 m3/s. Así mismo se observa que el mayor valor se presentó en el año de 1998 con 694.8 m3/s, ocurrido en el mes de marzo. El menor valor fue de 0.1 m3/s acontecido en los años 1997 y 2016 durante los meses de setiembre hasta diciembre respectivamente.

En las Figura 22 y en la Figura 23 se observa la variación de las descargas medias mensuales y anuales, respectivamente, del río Chicama en la estación Salinar.

Teniendo en consideración que, con fines de riego, es necesario asegurar la disponibilidad hídrica para satisfacer las necesidades de agua para los cultivos, por este motivo el análisis de las descargas medias mensuales se ha realizado sin contar con los datos ocurridos en los eventos extremos del Fenómeno El Niño, acontecidos en los años 1983 y 1998.

Tabla 47

Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (1950 – 1978)

Año	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
1950	2.2	14.6	20.9	30.5	12.3	5.4	3.6	2.4	1.5	1.3	2.3	4.1	8.4	30.5	1.3
1951	8.6	19.9	22.5	19.5	7.2	3.5	2.0	1.3	0.7	0.9	6.6	17.3	9.2	22.5	0.7
1952	34.2	38.4	77.9	82.7	20.9	9.1	6.1	3.8	2.8	2.5	1.7	4.5	23.7	82.7	1.7
1953	35.4	138.7	130.0	121.4	33.2	14.7	9.3	6.1	4.7	4.0	7.5	9.9	42.9	138.7	4.0
1954	29.5	27.8	64.9	21.1	14.6	7.3	5.0	3.1	2.4	4.7	8.5	3.8	16.1	64.9	2.4
1955	24.5	60.4	88.4	42.1	19.1	12.1	6.9	4.9	5.0	5.1	3.2	5.2	23.1	88.4	3.2
1956	17.9	78.7	132.3	96.1	25.8	11.1	8.0	5.7	4.2	8.7	3.2	2.0	32.8	132.3	2.0
1957	4.8	45.2	140.1	123.4	51.2	14.6	9.0	6.3	5.3	4.2	6.7	5.5	34.7	140.1	4.2
1958	19.3	30.4	96.9	43.7	22.6	8.9	5.8	4.5	3.3	3.8	1.8	2.0	20.3	96.9	1.8
1959	1.8	20.8	93.7	74.5	37.4	10.6	6.3	4.4	3.0	4.6	6.3	11.1	22.9	93.7	1.8
1960	24.3	40.7	67.9	43.6	19.2	8.7	5.8	3.7	3.1	3.1	3.0	2.7	18.8	67.9	2.7
1961	17.9	26.6	48.2	36.2	17.9	8.7	5.3	3.6	3.2	3.0	3.2	6.2	15.0	48.2	3.0
1962	34.3	75.8	116.0	94.8	26.2	9.4	6.7	5.0	4.8	4.1	4.1	3.2	32.0	116.0	3.2
1963	4.3	6.1	75.8	72.5	20.4	8.4	5.8	4.2	3.4	3.1	4.0	10.4	18.2	75.8	3.1
1964	17.9	37.8	65.5	99.5	28.8	10.3	6.6	5.1	3.6	5.5	10.4	4.1	24.6	99.5	3.6
1965	5.5	14.3	112.7	75.3	30.2	10.4	6.8	4.5	3.7	4.5	4.9	5.1	23.2	112.7	3.7
1966	30.1	22.9	30.8	19.9	11.8	5.9	3.5	2.6	2.0	4.6	4.8	2.5	11.8	30.8	2.0
1967	28.7	134.2	149.6	28.7	16.6	9.5	6.7	4.3	3.0	6.1	4.2	2.8	32.9	149.6	2.8
1968	3.0	4.4	14.3	9.4	3.1	2.2	1.7	1.3	1.3	3.8	2.6	2.1	4.1	14.3	1.3
1969	2.7	12.8	37.5	59.0	10.0	4.9	2.7	1.6	1.1	1.9	2.8	16.0	12.8	59.0	1.1
1970	42.3	16.8	28.3	29.8	27.4	11.3	5.8	3.6	3.5	5.2	8.1	12.7	16.2	42.3	3.5
1971	9.9	29.2	163.4	92.2	19.8	10.1	5.3	4.6	4.4	7.0	5.9	9.7	30.1	163.4	4.4
1972	18.4	27.5	188.8	57.0	25.6	13.9	7.3	4.6	4.5	4.0	3.2	9.5	30.4	188.8	3.2
1973	42.8	41.1	98.4	233.0	53.8	19.5	12.1	7.0	7.0	9.7	10.6	11.6	45.6	233.0	7.0
1974	23.4	65.5	66.6	29.6	12.5	8.2	6.0	3.7	3.0	4.8	2.8	3.8	19.2	66.6	2.8
1975	12.2	47.3	179.7	94.3	26.7	12.8	7.3	6.1	6.7	14.7	8.7	4.2	35.1	179.7	4.2
1976	24.4	58.5	87.8	43.0	17.8	9.7	5.3	4.4	3.2	2.7	2.5	2.4	21.8	87.8	2.4
1977	19.7	147.9	73.9	66.0	23.3	9.9	6.8	4.9	3.8	4.2	3.5	6.4	30.9	147.9	3.5
1978	3.6	6.3	9.2	12.4	10.6	4.5	2.5	1.5	1.2	1.0	1.1	1.4	4.6	12.4	1.0

Valores completados con el promedio mensual

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 48

Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (1979 – 2007)

Año	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
1979	2.9	17.4	89.5	20.3	6.6	4.5	2.4	1.6	1.7	1.0	0.8	0.6	12.4	89.5	0.6
1980	0.7	0.9	2.3	5.9	1.0	0.7	0.5	0.3	0.2	1.7	4.2	19.1	3.1	19.1	0.2
1981	8.6	124.6	106.8	22.6	9.0	5.1	3.4	1.9	1.4	2.0	5.7	8.2	24.9	124.6	1.4
1982	7.3	26.7	13.1	26.2	8.9	4.1	2.3	1.3	0.9	4.1	7.8	21.3	10.3	26.7	0.9
1983	60.0	47.7	207.6	300.3	134.3	29.7	11.5	7.7	7.0	7.3	4.1	12.8	69.2	300.3	4.1
1984	11.3	179.9	137.7	53.3	51.0	20.9	11.2	5.7	4.8	7.9	6.0	15.4	42.1	179.9	4.8
1985	7.7	13.0	24.9	15.5	7.6	4.0	2.6	1.9	2.1	2.1	1.1	2.6	7.1	24.9	1.1
1986	23.5	20.6	18.7	56.0	18.1	6.2	3.2	2.2	1.4	0.9	3.2	4.9	13.2	56.0	0.9
1987	48.2	65.6	34.6	24.3	18.9	5.1	3.3	2.6	1.9	1.7	2.7	2.1	17.6	65.6	1.7
1988	16.0	32.1	26.7	36.2	16.1	5.5	2.7	1.5	1.2	1.9	4.1	2.9	12.2	36.2	1.2
1989	19.5	99.9	88.9	75.8	23.3	8.0	5.3	3.1	2.3	7.6	4.7	1.4	28.3	99.9	1.4
1990	4.1	14.2	10.6	8.6	5.3	3.1	1.6	0.5	0.2	1.8	5.8	8.0	5.3	14.2	0.2
1991	2.4	7.3	29.4	16.6	10.8	2.0	1.2	0.4	0.2	0.4	0.9	***8.0***	6.6	29.4	0.2
1992	8.4	3.6	19.4	42.1	14.3	5.4	1.6	0.5	0.3	1.3	0.7	0.6	8.2	42.1	0.3
1993	1.5	38.3	116.2	100.3	29.0	11.4	5.6	2.8	2.2	5.5	16.5	17.4	28.9	116.2	1.5
1994	43.5	66.1	56.5	59.5	27.1	12.0	6.2	3.4	2.1	2.0	3.3	5.2	23.9	66.1	2.0
1995	8.4	28.9	24.7	32.1	9.9	4.4	2.9	1.8	0.9	0.7	3.9	4.9	10.3	32.1	0.7
1996	23.8	47.9	98.5	54.7	16.7	7.7	4.1	2.3	1.5	2.8	3.1	0.6	22.0	98.5	0.6
1997	1.2	15.0	13.2	8.0	7.9	2.4	1.0	0.3	0.1	0.6	5.1	45.7	8.4	45.7	0.1
1998	144.8	390.9	694.8	221.1	50.6	19.4	12.2	7.7	6.3	6.5	6.1	4.7	130.4	694.8	4.7
1999	11.5	118.0	71.1	46.7	35.1	16.5	10.8	6.1	6.6	7.7	4.3	11.5	28.8	118.0	4.3
2000	8.8	55.4	197.5	154.9	66.1	16.2	9.9	6.4	5.5	4.7	2.3	9.9	44.8	197.5	2.3
2001	40.3	48.7	163.3	93.6	21.9	15.4	8.9	5.6	5.4	3.5	10.6	11.7	35.7	163.3	3.5
2002	9.6	27.0	88.7	79.6	22.9	12.7	7.6	4.9	3.2	4.8	12.8	17.2	24.3	88.7	3.2
2003	15.2	28.3	34.0	30.4	15.4	7.4	4.0	2.0	1.5	1.1	1.2	5.1	12.1	34.0	1.1
2004	4.3	16.6	20.5	20.4	7.1	3.3	1.8	0.5	0.5	2.7	7.7	13.0	8.2	20.5	0.5
2005	14.3	18.0	46.5	28.0	8.6	3.3	1.6	0.6	0.4	1.0	0.7	3.0	10.5	46.5	0.4
2006	7.3	44.3	106.5	55.1	19.6	9.1	4.1	2.5	2.1	1.3	2.3	11.6	22.2	106.5	1.3
2007	4.3	29.2	66.1	69.9	27.3	9.9	5.1	3.2	2.4	3.6	9.3	5.1	19.6	69.9	2.4

Valores completados con el promedio mensual

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 49

Descargas Medias Mensuales río Chicama (m3/s) – Estación Salinar (2008 – 2016)

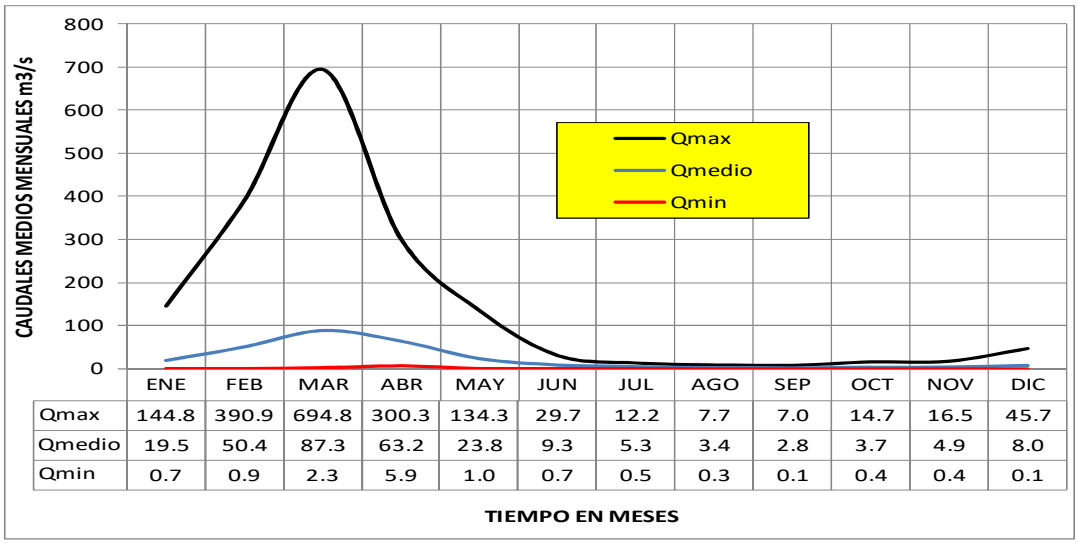
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
2008	30.5	69.1	86.5	90.8	28.2	15.0	8.5	5.1	3.8	4.7	12.4	7.0	30.1	90.8	3.8
2009	27.2	79.4	117.1	64.7	30.3	14.9	9.1	5.6	3.7	4.4	8.5	25.5	32.5	117.1	3.7
2010	18.1	37.1	43.1	44.9	31.8	11.0	6.5	4.1	4.1	2.5	2.9	3.6	17.5	44.9	2.5
2011	11.5	17.6	20.4	95.9	17.4	5.1	1.3	1.1	1.5	1.4	1.5	9.9	15.4	95.9	1.1
2012	42.2	108.5	78.6	103.2	33.4	11.8	6.0	3.2	0.7	3.6	15.2	7.1	34.5	108.5	0.7
2013	14.6	38.1	136.4	45.4	18.5	11.2	7.3	***3.4***	***2.8***	3.1	2.3	13.4	24.7	136.4	2.3
2014	15.7	14.9	89.0	29.8	39.2	9.1	2.6	1.0	0.9	1.1	1.7	5.1	17.5	89.0	0.9
2015	29.4	41.3	119.7	82.1	46.8	12.8	3.5	1.6	0.7	0.9	3.9	5.1	29.0	119.7	0.7
2016	11.8	51.7	67.3	67.6	10.2	4.1	2.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.1	18.1	67.6	0.1
Qmed	19.5	50.4	87.3	63.2	23.8	9.3	5.3	3.4	2.8	3.7	4.9	8.0	23.4	99.4	2.2
Qmáx	144.8	390.9	694.8	300.3	134.3	29.7	12.2	7.7	7.0	14.7	16.5	45.7	130.4	694.8	7.0
Qmín	0.7	0.9	2.3	5.9	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.4	0.4	0.1	3.1	12.4	0.1

Valores completados con el promedio mensual

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Figura 22

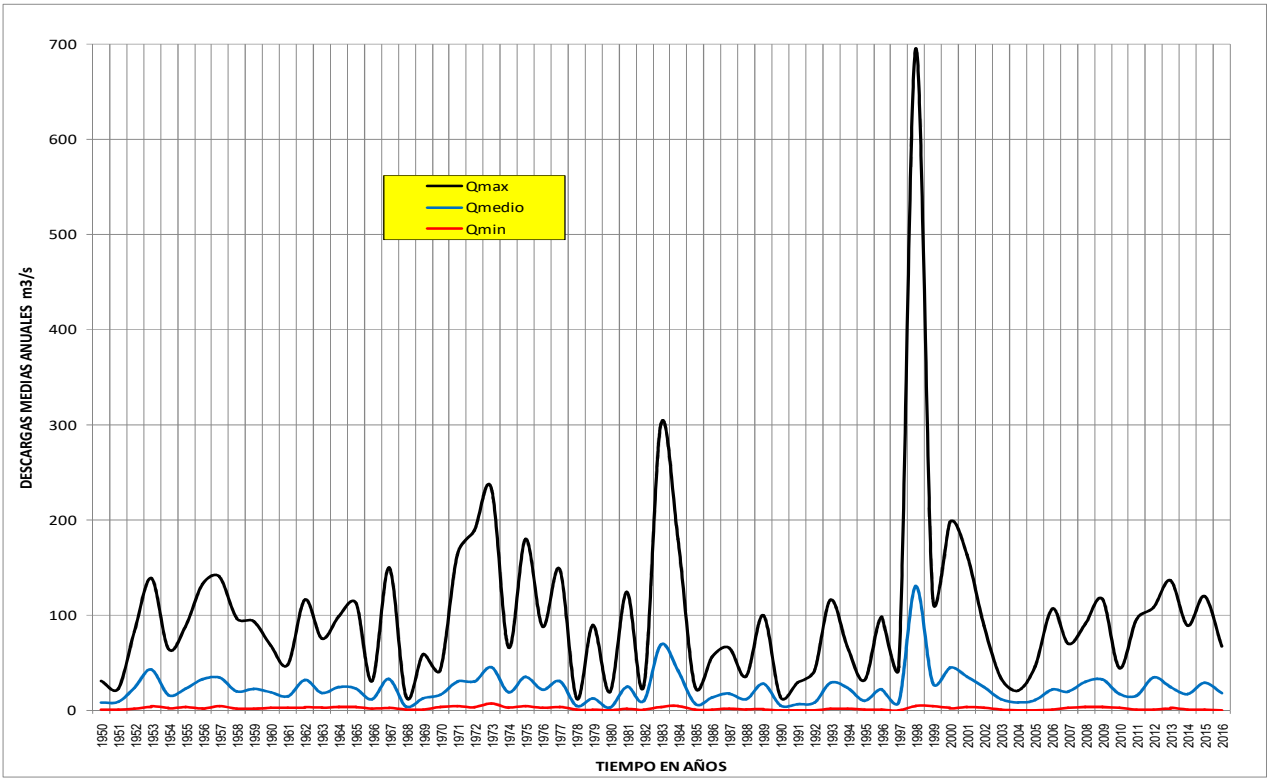
Variación de descargas medias mensuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016)



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Figura 23

Variación de descargas medias anuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016)



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Tabla 50, la Tabla 51 y la Tabla 52 se presenta las descargas medias del río Chicama en la estación Salinar, excluyendo las descargas medias mensuales ocurridas en el fenómeno El Niño de 1983 y 1998.

El caudal medio anual es de 7.90 m3/s, variando desde 76.1 m3/s en el mes de marzo a 2.6 en el mes de setiembre. A nivel anual el mayor valor ocurrió en el año de 1973 de 233 m3/s y el menor valor de 0.1 m3/s presentados en los años de 1997 y 2016, ocurridos en los meses de setiembre hasta diciembre respectivamente.

Tabla 50

Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 1)

Año	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
1950	2.2	14.6	20.9	30.5	12.3	5.4	3.6	2.4	1.5	1.3	2.3	4.1	8.4	30.5	1.3
1951	8.6	19.9	22.5	19.5	7.2	3.5	2.0	1.3	0.7	0.9	6.6	17.3	9.2	22.5	0.7
1952	34.2	38.4	77.9	82.7	20.9	9.1	6.1	3.8	2.8	2.5	1.7	4.5	23.7	82.7	1.7
1953	35.4	138.7	130.0	121.4	33.2	14.7	9.3	6.1	4.7	4.0	7.5	9.9	42.9	138.7	4.0
1954	29.5	27.8	64.9	21.1	14.6	7.3	5.0	3.1	2.4	4.7	8.5	3.8	16.1	64.9	2.4
1955	24.5	60.4	88.4	42.1	19.1	12.1	6.9	4.9	5.0	5.1	3.2	5.2	23.1	88.4	3.2
1956	17.9	78.7	132.3	96.1	25.8	11.1	8.0	5.7	4.2	8.7	3.2	2.0	32.8	132.3	2.0
1957	4.8	45.2	140.1	123.4	51.2	14.6	9.0	6.3	5.3	4.2	6.7	5.5	34.7	140.1	4.2
1958	19.3	30.4	96.9	43.7	22.6	8.9	5.8	4.5	3.3	3.8	1.8	2.0	20.3	96.9	1.8
1959	1.8	20.8	93.7	74.5	37.4	10.6	6.3	4.4	3.0	4.6	6.3	11.1	22.9	93.7	1.8
1960	24.3	40.7	67.9	43.6	19.2	8.7	5.8	3.7	3.1	3.1	3.0	2.7	18.8	67.9	2.7
1961	17.9	26.6	48.2	36.2	17.9	8.7	5.3	3.6	3.2	3.0	3.2	6.2	15.0	48.2	3.0
1962	34.3	75.8	116.0	94.8	26.2	9.4	6.7	5.0	4.8	4.1	4.1	3.2	32.0	116.0	3.2
1963	4.3	6.1	75.8	72.5	20.4	8.4	5.8	4.2	3.4	3.1	4.0	10.4	18.2	75.8	3.1
1964	17.9	37.8	65.5	99.5	28.8	10.3	6.6	5.1	3.6	5.5	10.4	4.1	24.6	99.5	3.6
1965	5.5	14.3	112.7	75.3	30.2	10.4	6.8	4.5	3.7	4.5	4.9	5.1	23.2	112.7	3.7
1966	30.1	22.9	30.8	19.9	11.8	5.9	3.5	2.6	2.0	4.6	4.8	2.5	11.8	30.8	2.0
1967	28.7	134.2	149.6	28.7	16.6	9.5	6.7	4.3	3.0	6.1	4.2	2.8	32.9	149.6	2.8
1968	3.0	4.4	14.3	9.4	3.1	2.2	1.7	1.3	1.3	3.8	2.6	2.1	4.1	14.3	1.3
1969	2.7	12.8	37.5	59.0	10.0	4.9	2.7	1.6	1.1	1.9	2.8	16.0	12.8	59.0	1.1
1970	42.3	16.8	28.3	29.8	27.4	11.3	5.8	3.6	3.5	5.2	8.1	12.7	16.2	42.3	3.5
1971	9.9	29.2	163.4	92.2	19.8	10.1	5.3	4.6	4.4	7.0	5.9	9.7	30.1	163.4	4.4
1972	18.4	27.5	188.8	57.0	25.6	13.9	7.3	4.6	4.5	4.0	3.2	9.5	30.4	188.8	3.2
1973	42.8	41.1	98.4	233.0	53.8	19.5	12.1	7.0	7.0	9.7	10.6	11.6	45.6	233.0	7.0
1974	23.4	65.5	66.6	29.6	12.5	8.2	6.0	3.7	3.0	4.8	2.8	3.8	19.2	66.6	2.8
1975	12.2	47.3	179.7	94.3	26.7	12.8	7.3	6.1	6.7	14.7	8.7	4.2	35.1	179.7	4.2
1976	24.4	58.5	87.8	43.0	17.8	9.7	5.3	4.4	3.2	2.7	2.5	2.4	21.8	87.8	2.4

Valores completados con el promedio mensual

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 51

Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 2)

Año	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
1977	19.7	147.9	73.9	66.0	23.3	9.9	6.8	4.9	3.8	4.2	3.5	6.4	30.9	147.9	3.5
1978	3.6	6.3	9.2	12.4	10.6	4.5	2.5	1.5	1.2	1.0	1.1	1.4	4.6	12.4	1.0
1979	2.9	17.4	89.5	20.3	6.6	4.5	2.4	1.6	1.7	1.0	0.8	0.6	12.4	89.5	0.6
1980	0.7	0.9	2.3	5.9	1.0	0.7	0.5	0.3	0.2	1.7	4.2	19.1	3.1	19.1	0.2
1981	8.6	124.6	106.8	22.6	9.0	5.1	3.4	1.9	1.4	2.0	5.7	8.2	24.9	124.6	1.4
1982	7.3	26.7	13.1	26.2	8.9	4.1	2.3	1.3	0.9	4.1	7.8	21.3	10.3	26.7	0.9
1984	11.3	179.9	137.7	53.3	51.0	20.9	11.2	5.7	4.8	7.9	6.0	15.4	42.1	179.9	4.8
1985	7.7	13.0	24.9	15.5	7.6	4.0	2.6	1.9	2.1	2.1	1.1	2.6	7.1	24.9	1.1
1986	23.5	20.6	18.7	56.0	18.1	6.2	3.2	2.2	1.4	0.9	3.2	4.9	13.2	56.0	0.9
1987	48.2	65.6	34.6	24.3	18.9	5.1	3.3	2.6	1.9	1.7	2.7	2.1	17.6	65.6	1.7
1988	16.0	32.1	26.7	36.2	16.1	5.5	2.7	1.5	1.2	1.9	4.1	2.9	12.2	36.2	1.2
1989	19.5	99.9	88.9	75.8	23.3	8.0	5.3	3.1	2.3	7.6	4.7	1.4	28.3	99.9	1.4
1990	4.1	14.2	10.6	8.6	5.3	3.1	1.6	0.5	0.2	1.8	5.8	8.0	5.3	14.2	0.2
1991	2.4	7.3	29.4	16.6	10.8	2.0	1.2	0.4	0.2	0.4	0.9	***7.9***	6.6	29.4	0.2
1992	8.4	3.6	19.4	42.1	14.3	5.4	1.6	0.5	0.3	1.3	0.7	0.6	8.2	42.1	0.3
1993	1.5	38.3	116.2	100.3	29.0	11.4	5.6	2.8	2.2	5.5	16.5	17.4	28.9	116.2	1.5
1994	43.5	66.1	56.5	59.5	27.1	12.0	6.2	3.4	2.1	2.0	3.3	5.2	23.9	66.1	2.0
1995	8.4	28.9	24.7	32.1	9.9	4.4	2.9	1.8	0.9	0.7	3.9	4.9	10.3	32.1	0.7
1996	23.8	47.9	98.5	54.7	16.7	7.7	4.1	2.3	1.5	2.8	3.1	0.6	22.0	98.5	0.6
1997	1.2	15.0	13.2	8.0	7.9	2.4	1.0	0.3	0.1	0.6	5.1	45.7	8.4	45.7	0.1
1999	11.5	118.0	71.1	46.7	35.1	16.5	10.8	6.1	6.6	7.7	4.3	11.5	28.8	118.0	4.3
2000	8.8	55.4	197.5	154.9	66.1	16.2	9.9	6.4	5.5	4.7	2.3	9.9	44.8	197.5	2.3
2001	40.3	48.7	163.3	93.6	21.9	15.4	8.9	5.6	5.4	3.5	10.6	11.7	35.7	163.3	3.5
2002	9.6	27.0	88.7	79.6	22.9	12.7	7.6	4.9	3.2	4.8	12.8	17.2	24.3	88.7	3.2
2003	15.2	28.3	34.0	30.4	15.4	7.4	4.0	2.0	1.5	1.1	1.2	5.1	12.1	34.0	1.1
2004	4.3	16.6	20.5	20.4	7.1	3.3	1.8	0.5	0.5	2.7	7.7	13.0	8.2	20.5	0.5
2005	14.3	18.0	46.5	28.0	8.6	3.3	1.6	0.6	0.4	1.0	0.7	3.0	10.5	46.5	0.4

Valores completados con el promedio mensual

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 52

Descargas medias mensuales del río Chicama (m3/s) – estación Salinar, período 1950-2016 sin considerar los años 1983 y 1998 (Parte 3)

Año	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	Qmed.	Qmáx.	Qmín.
2006	7.3	44.3	106.5	55.1	19.6	9.1	4.1	2.5	2.1	1.3	2.3	11.6	22.2	106.5	1.3
2007	4.3	29.2	66.1	69.9	27.3	9.9	5.1	3.2	2.4	3.6	9.3	5.1	19.6	69.9	2.4
2008	30.5	69.1	86.5	90.8	28.2	15.0	8.5	5.1	3.8	4.7	12.4	7.0	30.1	90.8	3.8
2009	27.2	79.4	117.1	64.7	30.3	14.9	9.1	5.6	3.7	4.4	8.5	25.5	32.5	117.1	3.7
2010	18.1	37.1	43.1	44.9	31.8	11.0	6.5	4.1	4.1	2.5	2.9	3.6	17.5	44.9	2.5
2011	11.5	17.6	20.4	95.9	17.4	5.1	1.3	1.1	1.5	1.4	1.5	9.9	15.4	95.9	1.1
2012	42.2	108.5	78.6	103.2	33.4	11.8	6.0	3.2	0.7	3.6	15.2	7.1	34.5	108.5	0.7
2013	14.6	38.1	136.4	45.4	18.5	11.2	7.3	***3.2***	***2.6***	3.1	2.3	13.4	24.7	136.4	2.3
2014	15.7	14.9	89.0	29.8	39.2	9.1	2.6	1.0	0.9	1.1	1.7	5.1	17.5	89.0	0.9
2015	29.4	41.3	119.7	82.1	46.8	12.8	3.5	1.6	0.7	0.9	3.9	5.1	29.0	119.7	0.7
2016	11.8	51.7	67.3	67.6	10.2	4.1	2.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.1	18.1	67.6	0.1
Qmed	16.9	45.2	76.1	57.1	21.7	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9	21.1	87.2	2.1
Qmáx	48.2	179.9	197.5	233.0	66.1	20.9	12.1	7.0	7.0	14.7	16.5	45.7	45.6	233.0	7.0
Qmín	0.7	0.9	2.3	5.9	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.4	0.4	0.1	3.1	12.4	0.1

Valores completados con el promedio mensual

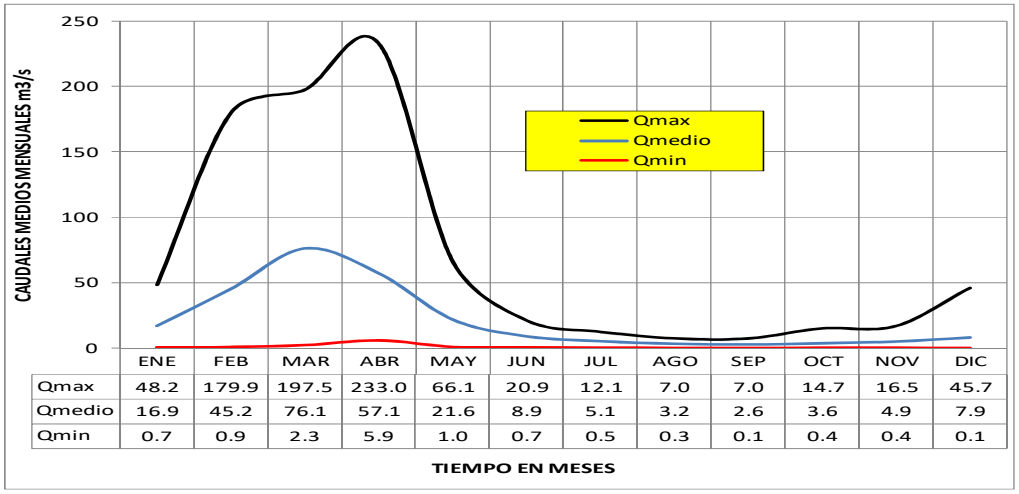
Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Figura 24 y la Figura 25 se presenta las variaciones medios mensuales y anuales de las descargas del río Chicama en la estación Salinar en el periodo 1950/1916, sin incluir el fenómeno El Niño de los años 1983 y 1998.

En la Tabla 53 se muestra los valores de caudales medios mensuales sin los años 1983 y 1998 de la estación Salinar para diferentes probabilidades de ocurrencia. Para el 75 % de persistencia se tiene un caudal de 9.1 m3/s equivalente a 294.1 MMC.

Figura 24

Variación de descargas medias mensuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016), sin considerar los años 1983 y 1998

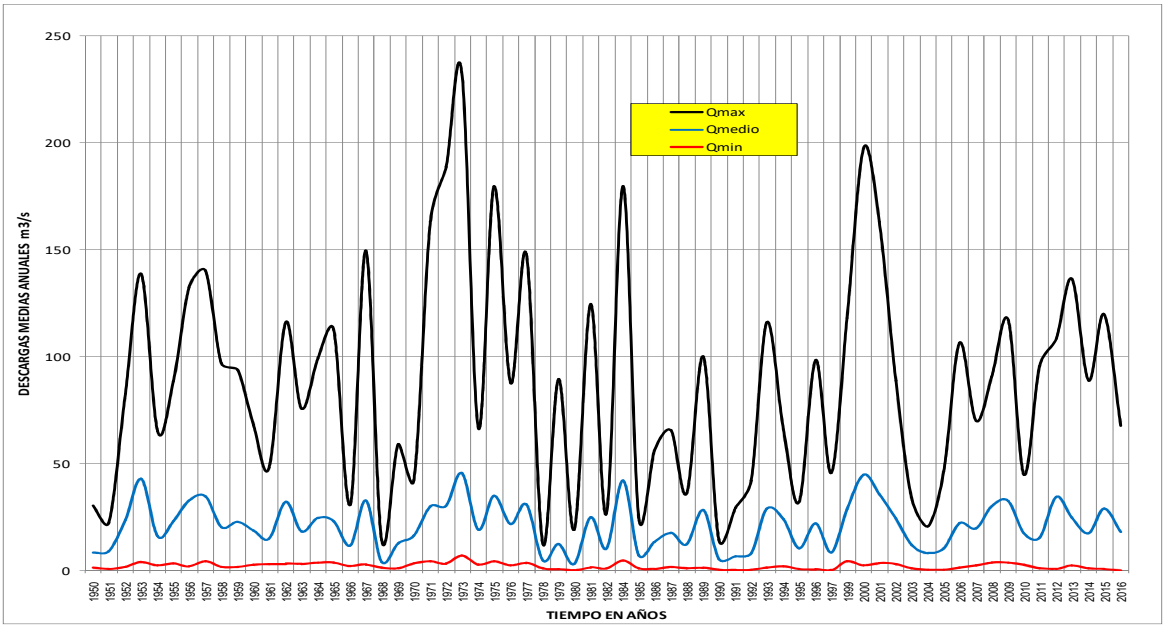


	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Qmax	48.2	179.9	197.5	233.0	66.1	20.9	12.1	7.0	7.0	14.7	16.5	45.7
Qmedio	16.9	45.2	76.1	57.1	21.6	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9
Qmin	0.7	0.9	2.3	5.9	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.4	0.4	0.1

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Figura 25

Variación de descargas medias anuales del rio Chicama (m3/s) en la estación Salinar (1950/2016), sin considerar los años 1983 y 1998



Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Tabla 53

Probabilidad de las descargas del rio Chicama (m3/s) estación Salinar (sin los años 1983 y 1998) 1950/2016

Probabilidad	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
20%	m3/s	29.3	66.0	116.9	91.9	29.9	12.6	7.3	5.0	4.2	4.8	7.8	11.7	31.7
	MMC	78.4	159.7	313.1	238.1	80.2	32.7	19.4	13.3	10.8	12.9	20.2	31.3	999.2
50%	m3/s	14.6	32.1	739.0	46.7	19.2	9.1	5.3	3.2	2.4	3.1	3.9	5.2	20.3
	MMC	39.0	85.9	197.8	125.2	51.5	24.4	14.2	8.5	6.5	8.4	10.5	13.9	638.9
75%	m3/s	6.4	17.5	28.8	28.4	11.3	5.1	2.6	1.6	1.2	1.6	2.4	2.9	12.2
	MMC	17.0	47.0	77.3	76.0	30.3	13.7	7.1	4.2	3.2	4.2	6.4	7.8	384.4
80%	m3/s	4.3	15.3	24.7	22.9	10.0	4.5	2.4	1.4	0.9	1.3	2.3	2.6	10.4
	MMC	11.6	41.0	66.2	61.4	26.9	12.0	6.5	3.6	2.4	3.5	6.1	7.1	326.9
Promedio	m3/s	16.9	45.2	76.1	57.1	21.6	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9	21.1
	MMC	45.3	121.0	203.8	153.0	58.0	23.8	13.8	8.7	7.1	9.5	13.1	21.3	665.4

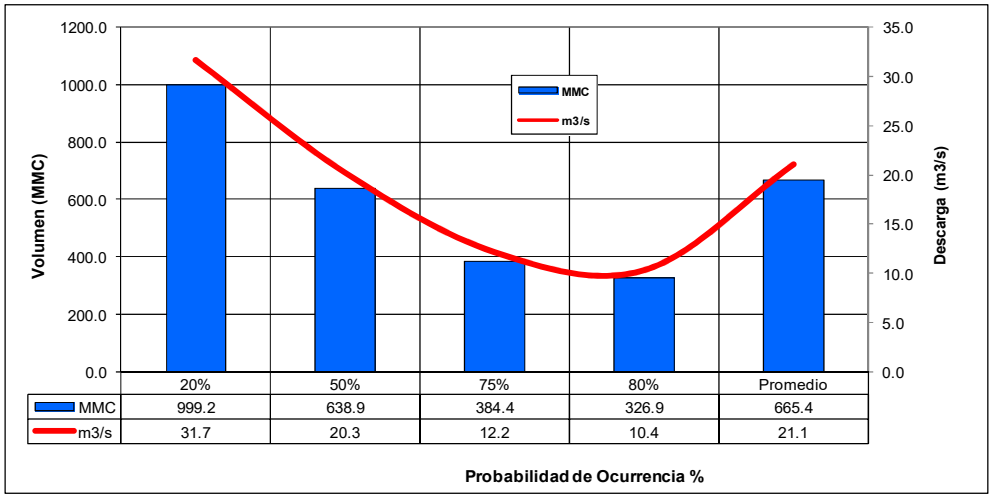
Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

En la Figura 26 se muestra las descargas anuales del río Chicama a diferentes probabilidades de ocurrencia, teniendo en consideración que la descarga al 75 % de ocurrencia es de 12.2 m3/s equivalente a 384.4 MMC

Por su parte, en la Figura 27 se muestra las descargas mensuales del río Chicama a diferentes probabilidades de ocurrencia, donde la descarga media al 75 % de ocurrencia presenta su mayor valor en el mes de marzo.

Figura 26

Variación de la probabilidad de ocurrencia de descargas anuales río Chicama (m3/s) de la estación Salinar (1950/2016) sin los años 1983 y 1998

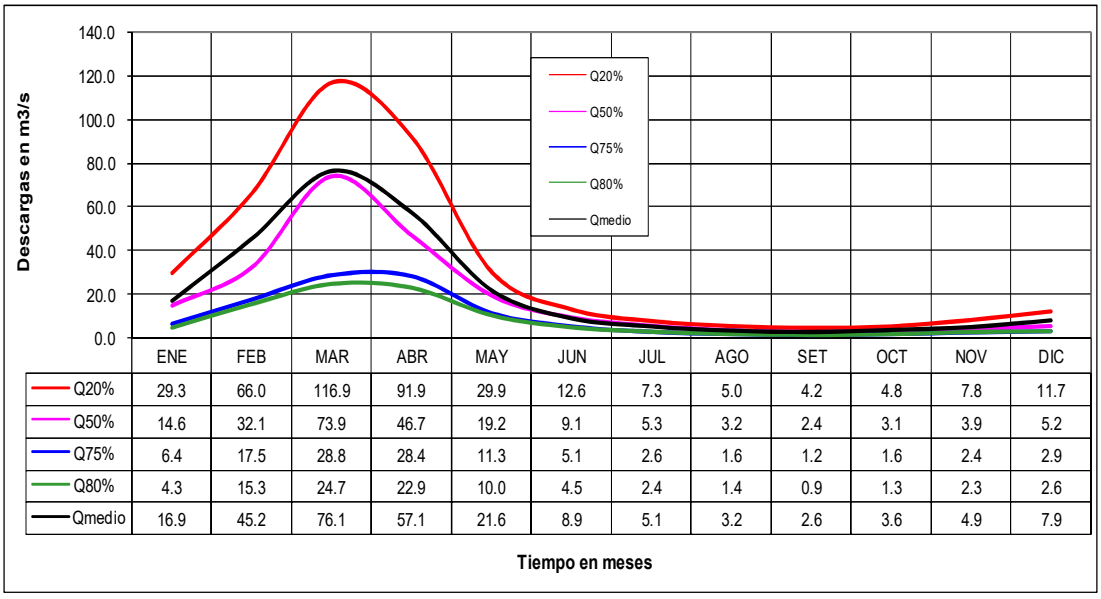


	20%	50%	75%	80%	Promedio
MMC	999.2	638.9	384.4	326.9	665.4
m3/s	31.7	20.3	12.2	10.4	21.1

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

Figura 27

Variación de la probabilidad de ocurrencia de descargas anuales río Chicama (m3/s) de la estación Salinar (1950/2016) sin los años 1983 y 1998



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Q20%	29.3	66.0	116.9	91.9	29.9	12.6	7.3	5.0	4.2	4.8	7.8	11.7
Q50%	14.6	32.1	73.9	46.7	19.2	9.1	5.3	3.2	2.4	3.1	3.9	5.2
Q75%	6.4	17.5	28.8	28.4	11.3	5.1	2.6	1.6	1.2	1.6	2.4	2.9
Q80%	4.3	15.3	24.7	22.9	10.0	4.5	2.4	1.4	0.9	1.3	2.3	2.6
Qmedio	16.9	45.2	76.1	57.1	21.6	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (s.f.).

5.2.3.2. Descargas de caudales media mensual en la bocatoma

Las descargas de los caudales medios mensuales del río Chicama en el punto en el punto de captación se ha estimado forma directa, asumiendo las descargas de los caudales medios mensuales de la Estación Salinar que registra las descargas de este río. Esto debido porque el punto de captación de estudio se encuentra a 8 km aguas abajo de la estación Salinar y prácticamente en este punto, el río no estaría contribuyendo en los niveles de aguas promedios menos al 75 %. Solo tendría aportaciones favorables en las descargas máximas, porque se producen en épocas desde húmedas hasta muy húmedas y, sobre todo, en los meses de enero a marzo principalmente.

Los caudales del río Chicama en la captación satisfacen las necesidades de agua de los cultivos del proyecto.

Área de riego: Organización de Usuarios

De acuerdo al antecedente 1, se tiene lo siguiente:

Esta Comisión de Regantes geográficamente se ubica entre los paralelos 7º 49'. Y 7º 46' de Latitud Sur y los meridianos 79º 06' y 79º 03' de Longitud Oeste. Esta comisión se ubica en la margen izquierda del Río Chicama. Sus límites son:

Por el Norte : Comisión de Usuarios de Ascope y la Junta de Usuarios Alto Chicama, y el Río Chicama.

Por el Sur : Administración Local de Aguas Moche-Virú-Chao.

Por el Este : Junta de Usuarios Alto Chicama.

Por el Oeste : Comisión de Usuarios Santiago de Cao.

En la Tabla A 3 del Anexo A: Reglamentos, normas y resoluciones, se presenta los bloques de riego que involucra la Resolución Jefatural N.º 194-2010- ANA- ALA CHICAMA en donde se incluye al Bloque PCHC-1301-818 La Barranca, motivo del Proyecto. Esta Resolución establece que la disponibilidad hídrica superficial del Distrito de Riego Chicama al 75.00 % de persistencia está compuesta de 281.617 millones de metros cúbicos medidos en la Estación de Aforo Salinar.

En el Análisis de las descargas medias del río Chicama en el periodo 1950/2016 de la Tabla 53, el río Chicama en la Estación Salinar al 75 % tiene un caudal de 12.2 m3/s, equivalente a 384.4 MMC, que al constatar con el valor calculado en la Resolución Jefatural N.º 194-2010- ANA-ALA CHICAMA, en el año 2010 que fue de 326.29 MMC, se confirma que el valor del caudal actual es mayor al estimado para las asignaciones de agua. Por tanto, la aprobación de agua Asignada, conserva el Volumen de Agua Concedida.

Los cultivos que se siembran son: Arroz almácigo, arroz trasplante, maíz, frejol, frutales en menor área y caña de azúcar en mayor superficie.

Figura 28

Área de cultivo de arroz, predio agrícola con sistema de riego por gravedad



Nota: Elaboración propia.

Figura 29

Predio agrícola para siembra de arroz, con sistema de riego por gravedad



Nota: Elaboración propia.

Figura 30

Toma de agua construida por los pobladores del sector La Barranca, sin asistencia técnica y con materiales precarios



Nota: Elaboración propia.

5.2.3.3. Análisis de los caudales en máximas avenidas

Determinar las magnitudes y frecuencias para diseñar estructuras hidráulicas, control de inundaciones en ríos, drenaje y demás.

Las avenidas máximas con fines de diseño se analizan a través de las descargas instantáneas. Para obtener las descargas máximas instantáneas, se usó la relación de Fuller que transforma las descargas máximas diarias a descargas máximas instantáneas:

$$Q_i = c \times Q_d$$

$$c = 1 + \frac{a}{A^b}$$

Donde:

Q_i : Descarga máxima instantánea (en m^3/s)

Q_d : Descarga máxima diaria (en m^3/s)

A : Área de la cuenca (en km^2)

a, b : Constantes característicos, igual a 2.7 y 0.3, respectivamente

Considerando que la cuenca en estudio del río Chicama en la estación Salinar tiene un área de drenaje de 3642 km^2, el valor de c es:

$$c = 1 + \frac{2.7}{3642^{0.3}} \Longrightarrow c = 1.231$$

Con este valor obtenemos las descargas máximas instantáneas, las mismas que se presentan en la Tabla 54 y la Tabla 55.

Tabla 54

Descargas máximas instantáneas del río Chicama, estación Salinar, durante el período 1950 – 2016 (Parte 1)

N°	Año	Descarga máxima diaria (m3/s)	Descarga máxima instantánea (m3/s)
1	1950	61.5	75.7
2	1951	72.5	89.5
3	1952	182.3	224.4
4	1953	226.5	278.7
5	1954	149.2	183.6
6	1955	209.4	257.7
7	1956	256.4	315.6
8	1957	278.5	342.7
9	1958	163.1	200.7
10	1959	176.8	217.6
11	1960	203.5	250.5
12	1961	106.8	131.4
13	1962	203.5	250.5
14	1963	180.8	222.5
15	1964	163.1	200.7
16	1965	203.5	250.5
17	1966	86.6	106.5
18	1967	305.0	375.3
19	1968	22.3	27.4
20	1969	101.7	125.2
21	1970	138.0	169.8
22	1971	427.1	525.6
23	1972	556.7	685.1
24	1973	466.7	574.3
25	1974	192.4	236.8
26	1975	406.9	500.8
27	1976	256.0	315.1
28	1977	382.0	470.1
29	1978	49.4	60.8
30	1979	181.5	223.4
31	1980	58.2	71.6
32	1981	326.5	401.8
33	1982	84.6	104.1
34	1983	900.0	1107.6

Nota: Elaboración propia.

Tabla 55

Descargas máximas instantáneas del río Chicama, estación Salinar, durante el período 1950 – 2016 (Parte 2)

N°	Año	Descarga máxima diaria (m3/s)	Descarga máxima instantánea (m3/s)
35	1984	510.0	627.6
36	1985	71.0	87.4
37	1986	163.7	201.5
38	1987	153.8	189.3
39	1988	77.9	95.8
40	1989	178.2	219.3
41	1990	35.0	43.1
42	1991	79.5	97.9
43	1992	123.7	152.2
44	1993	297.9	366.7
45	1994	167.6	206.2
46	1995	77.3	95.1
47	1996	158.8	195.5
48	1997	112.4	138.4
49	1998	1286.5	1583.3
50	1999	313.2	385.4
51	2000	310.0	381.5
52	2001	328.9	404.8
53	2002	157.8	194.1
54	2003	44.5	54.7
55	2004	43.8	53.9
56	2005	63.8	78.5
57	2006	168.1	206.9
58	2007	120.94	148.8
59	2008	196.5	241.8
60	2009	186.21	229.2
61	2010	82.94	102.1
62	2011	217.5	267.7
63	2012	260.93	321.1
64	2013	207.5	255.4
65	2014	119.24	146.7
66	2015	248.81	306.2
67	2016	127.41	156.8

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 56 se muestran los resultados del análisis de las 6 distribuciones de frecuencia para valores de descargas máximas instantáneas, evaluadas en sus parámetros estadísticos en un nivel de confianza del 95.00 % y los resultados críticos para los test de Kolmogórov-Smirnov con 0.166 y de Chi Cuadrado con 7.810. Para la evaluación de las descargas máximas instantáneas, se eligió la distribución de frecuencia de Log Pearson, analizada con el método de Momentos, debido a que presenta una mayor bondad de ajuste.

Tabla 56

Valores estadísticos de distribuciones de frecuencia para las descargas máximas instantáneas en el río Chicama – Estación Salinar

Valores críticos de tabla				
Nivel de confianza:		0.95		
Valor crítico de Kolmogórov-Smirnov:		0.166		
Valor crítico de Chi Cuadrado:		7.81		
Número de datos:		67		
Distribución de frecuencias	Método de análisis	Error estándar	Kolmogórov-Smirnov	Chi-Squared
Normal	Método de momentos	142.2139	0.194	1.3731
Normal	Máxima verosimilitud	142.2139	0.194	1.3731
Log Normal	Método de momentos	73.2424	0.0896	0.7015
Log Normal	Máxima verosimilitud	73.2424	0.0896	0.7015
3 Param. Log Normal	Método de momentos	74.4555	0.0896	0.8209
3 Param. Log Normal	Máxima verosimilitud	81.8056	0.0746	0.7015
Pearson	Método de momentos	74.4307	0.2239	1.5970
Pearson	Máxima verosimilitud	97.9999	0.0896	0.8657
Log Pearson	Método de Momentos	73.9994	0.0896	0.7015
Log Pearson	Máxima verosimilitud	No hubo convergencia en la iteración		
Gumbel	Método de momentos	103.6483	0.1493	1.2239
Gumbel	Máxima verosimilitud	122.8787	0.1045	0.7015

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 57, se muestran los parámetros estadísticos de la serie histórica de descargas máximas instantáneas del río Chicama en la estación Salinar, en el período 1950 – 2016.

Asimismo, se presenta en la Tabla 58, la Tabla 59 y la Tabla 60 los valores obtenidos a través de la distribución de frecuencia de Log Pearson con sus las probabilidades de ocurrencia y los límites de confianza de los valores de descargas máximas instantáneas.

Por otro lado, en la Figura 47 se presenta la variación de las descargas máximas instantáneas respecto de la probabilidad de ocurrencia, además de la curva de los valores dados y sus límites de confianza.

Tabla 57

Parámetros estadísticos de la serie histórica: descargas máximas instantáneas del río Chicama en la estación Salinar en el período 1950 – 2016

Parámetros estadísticos - Estación Salinar	
Nivel de Confianza	0.95
T. estadístico	1.33
Promedio	265.8
Sesgo	3.19
2° Momento	58488.15
Grados de libertad	66
Método Chi-cuadrado	0.7015
Kolmogórov-Smirnov	0.0896
Error Estándar = (SSE/N) exp (1/2)	73.9994

Nota: Elaboración propia.

Tabla 58

Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 1)

N°	Probabilidad de Weilbull	Valor previsto histórico	Valor previsto predecible	Desviación estándar	Valor +/- confianza	Límite de confianza	
						Superior	Inferior
1	0.015	27.40	36.69	8.34	11.11	47.80	25.58
2	0.029	43.10	45.84	8.58	11.43	57.27	34.42
3	0.044	53.90	52.87	8.77	11.68	64.55	41.20
4	0.059	54.70	58.91	8.95	11.93	70.84	46.99
5	0.074	60.80	64.37	9.15	12.19	76.56	52.19
6	0.088	71.60	69.45	9.36	12.47	81.92	56.98
7	0.103	75.70	74.27	9.58	12.79	87.06	61.49
8	0.118	78.50	78.89	9.82	13.08	91.97	65.81
9	0.132	87.40	83.37	10.07	13.42	96.79	69.95
10	0.147	89.50	87.74	10.34	13.77	101.51	73.98
11	0.162	95.10	92.04	10.61	14.14	106.18	77.90
12	0.176	95.80	96.29	10.90	14.52	110.81	81.77
13	0.191	97.90	100.49	11.20	14.93	115.42	85.57
14	0.206	102.10	104.68	11.52	15.34	120.02	89.34
15	0.221	104.10	108.85	11.84	15.77	124.62	93.08
16	0.235	106.50	113.02	12.17	16.22	129.24	96.81
17	0.250	125.20	117.21	12.52	16.68	133.89	100.53
18	0.265	131.40	121.41	12.87	17.15	138.56	104.26
19	0.279	138.40	125.64	13.24	17.64	143.28	108.00
20	0.294	146.70	129.90	13.62	18.14	148.04	111.77
21	0.309	148.80	134.21	14.00	18.65	152.86	115.56
22	0.324	152.20	138.56	14.40	19.18	157.75	119.38
23	0.338	156.80	142.97	14.81	19.72	162.70	123.25
24	0.353	169.80	147.45	15.23	20.28	167.73	127.17

Nota: Elaboración propia.

Tabla 59

Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 2)

N°	Probabilidad de Weilbull	Valor previsto histórico	Valor previsto predecible	Desviación estándar	Valor +/- confianza	Límite de confianza	
						Superior	Inferior
25	0.368	183.60	151.99	15.66	20.86	172.85	131.14
26	0.382	189.30	156.61	16.10	21.44	178.05	135.17
27	0.397	194.10	161.31	16.55	22.05	183.36	139.26
28	0.412	195.50	166.11	17.02	22.67	188.78	143.44
29	0.426	200.70	171.00	17.50	23.31	194.32	147.69
30	0.441	200.70	176.01	17.99	23.97	199.98	152.04
31	0.456	201.50	181.12	18.51	24.65	205.78	156.47
32	0.471	206.20	186.37	19.03	25.35	211.72	161.02
33	0.485	206.90	191.74	19.57	26.08	217.82	165.67
34	0.500	217.60	197.27	20.14	26.83	224.10	170.44
35	0.515	219.30	202.95	20.72	27.60	230.55	175.35
36	0.529	222.50	208.81	21.32	28.41	237.22	180.40
37	0.544	223.40	214.85	21.95	29.24	244.09	185.61
38	0.559	224.40	221.10	22.61	30.11	251.21	190.99
39	0.574	229.20	227.56	23.29	31.02	258.58	196.54
40	0.588	236.80	234.27	24.00	31.98	266.25	202.29
41	0.603	241.80	241.23	24.75	32.97	274.21	208.26
42	0.618	250.50	248.48	25.54	34.02	282.50	214.46
43	0.632	250.50	256.03	26.37	35.13	291.16	220.90
44	0.647	250.50	263.92	27.25	36.31	300.23	227.62
45	0.662	255.40	272.18	28.19	37.55	309.73	234.63
46	0.676	257.70	280.84	29.18	38.88	319.72	241.97
47	0.691	267.70	289.96	30.25	40.30	330.26	249.66
48	0.706	278.70	299.57	31.40	41.83	341.40	257.74

Nota: Elaboración propia.

Tabla 60

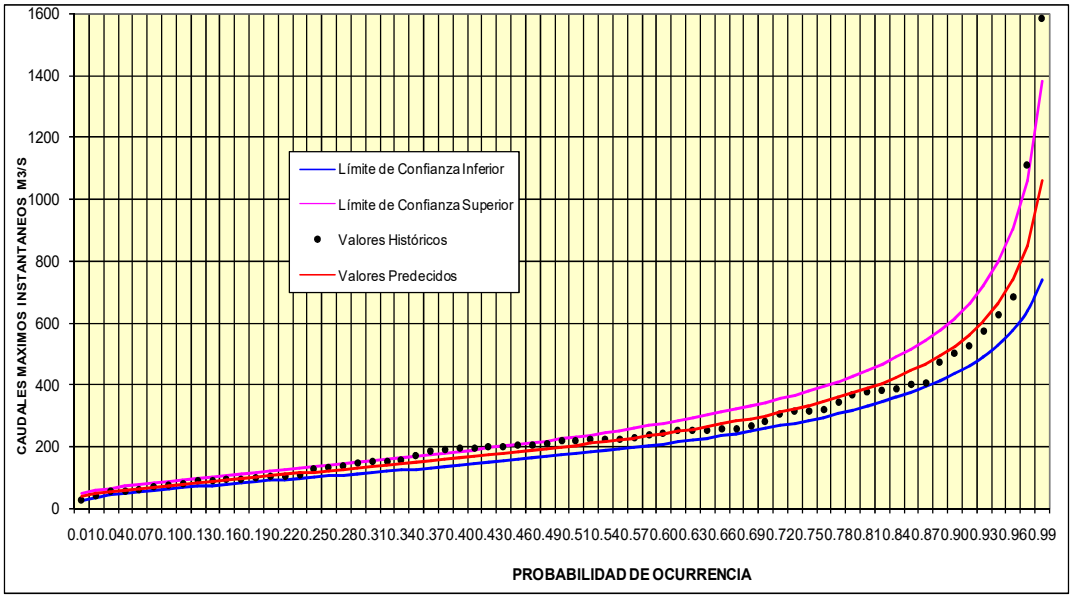
Probabilidad de Weibull y valores previstos de las descargas máximas instantáneas del río Chicama – Estación Salinar bajo la distribución de Log-Pearson (Parte 3)

N°	Probabilidad de Weilbull	Valor previsto histórico	Valor previsto predecible	Desviación estándar	Valor +/- confianza	Límite de confianza	
						Superior	Inferior
49	0.721	306.20	309.73	32.64	43.48	353.21	266.25
50	0.735	315.10	320.52	33.99	45.28	365.80	275.24
51	0.750	315.60	332.02	35.46	47.24	379.26	284.78
52	0.765	321.10	344.31	37.09	49.41	393.72	294.90
53	0.779	342.70	357.51	38.89	51.81	409.32	305.70
54	0.794	366.70	371.76	40.90	54.49	426.25	317.27
55	0.809	375.30	387.24	43.17	57.52	444.76	329.72
56	0.824	381.50	404.16	45.77	60.97	465.13	343.19
57	0.838	385.40	422.80	48.76	64.95	487.75	357.85
58	0.853	401.80	443.52	52.25	69.61	513.13	373.91
59	0.868	404.80	466.80	56.40	75.13	541.93	391.67
60	0.882	470.10	493.32	61.42	81.82	575.14	411.50
61	0.897	500.80	524.03	67.62	90.08	614.11	433.95
62	0.912	525.60	560.35	75.51	100.60	660.95	459.75
63	0.926	574.30	604.57	85.93	114.48	719.05	490.09
64	0.941	627.60	660.60	100.39	133.74	794.34	526.86
65	0.956	685.10	736.09	122.04	162.59	898.68	573.50
66	0.971	1107.60	848.99	158.86	211.64	1060.63	637.35
67	0.985	1583.30	1060.82	241.21	321.34	1382.16	739.49

Nota: Elaboración propia.

Figura 31

Variación de los caudales máximos instantáneos del río Chicama (Estación Salinar) con respecto a la probabilidad de ocurrencia, bajo la distribución de Log-Pearson



Nota: Elaboración propia.

A partir de los resultados anteriores, se ha estimado las descargas máximas para diferentes periodos de retorno del río Chicama en le estación Salinar, en la Tabla 61.

Tabla 61

Valores previstos de las descargas máximas del río Chicama – estación Salinar

Probabilidad de ocurrencia	**Períodos de retorno**	**Caudales máximos**	**Desviación estándar**
%	Años	m3/s	m3/s
80.00	5	377.8	41.7765
90.00	10	530.8	69.0436
96.00	25	762.7	130.2394
98.00	50	963.8	201.4456
99.00	100	1189.7	299.0567
99.12	113	1232.2	319.3607
99.50	200	1442.4	428.0245
99.80	500	1821.7	656.3004
99.90	1000	2145.8	881.1186

Nota: Elaboración propia.

Para la estimación de las descargas máximas instantáneas en el punto de Captación (Área de drenaje A_2 = 3752 km2) se aplicó la metodología de trasposición de caudales, que consiste en trasladar información de la estación Salinar (Área de drenaje A_1 = 3642 km2) hacía el punto de captación del proyecto debido a la similitud del régimen fluviométrico entre ambos puntos y a que son registros concurrentes (Chereque, 1989). Se utilizó la siguiente relación:

$$\frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2}$$

Donde:

Q_1, Q_2 : Descargas máxima instantánea en el punto 1 y en el punto 2 (en m^3/s)

A_1, A_2 : Áreas de la cuenca 1 y de la cuenca 2 (en km^2)

Despejando Q_2, se tiene:

$$Q_2 = Q_1 \times \frac{A_2}{A_2} \Longrightarrow Q_2 = Q_1 \times \frac{3752}{3642} \Longrightarrow Q_2 = 1.0302 \times Q_1$$

Tabla 62

Valores previstos de las descargas máximas del río Chicama en el área de captación

Probabilidad de ocurrencia	**Períodos de retorno**	**Caudales máximos instantáneos**	**Caudales máximos instantáneos**
%	Años	Estación Salinar (m3/s)	Captación La Barranca (m3/s)
80.00	5	377.8	389.2
90.00	10	530.8	546.8
96.00	25	762.7	785.7
98.00	50	963.8	992.9
99.00	100	1189.7	1225.6
99.12	113	1232.2	1269.4
99.50	200	1442.4	1486.0
99.80	500	1821.7	1876.7
99.90	1000	2145.8	2210.6

Nota: Elaboración propia.

Es decir, hubo un aumento de los valores de las descargas máximas instantáneas debido a una mayor área de drenaje en el punto de captación en comparación con la estación Salinar (Ver Tabla 62).

Con el caudal $Q = 1269.4\ m^3/s$, se diseñó el barraje fijo, el barraje móvil (incluyendo las compuertas radiales y de izaje) y los muros de captación de la bocatoma.

5.2.3.4. Riesgo de falla admisible en relación con el periodo de retorno y la vida útil del proyecto de bocatoma

Siguiendo lo estipulado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008) que el cual señala que, para seleccionar el período de retorno para el diseño de una estructura, se necesita considerar la relación las relaciones entre: la probabilidad excedente de algún evento, la vida útil estructural y el riesgo de falla admisible que depende de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno (T) y vida útil, de la ecuación:

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

Donde:

R : Riesgo de Falla

T : Periodo de retorno en años

N : Vida útil del Proyecto en años

En la Tabla 63, de Monsalve (1999), se presenta una tabla de valores para el riesgo admisible, la vida útil del proyecto y el periodo de retorno para este tipo de obras menores.

Para la bocatoma y el canal de conducción se consideró un riesgo admisible del 20% y una vida útil de 25 años.

Tabla 63

Riesgo admisible en función del período de retorno y la vida útil del proyecto

RIESGO ADMISIBLE (R)	**VIDA UTIL DE LAS OBRAS (N) AÑOS** $R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$									
%	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
1	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
2	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
5	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144

Nota: Tomado de Hidrología en la Ingeniería, (Monsalve, 1999).

Finalmente, la descarga de diseño, para un período de retorno de 113 años, un riesgo permisible del 20% y una vida útil del proyecto de 25 años, es de 1269.4 m3/s (Ver Tabla 64).

Tabla 64

Descargas de diseño, en función del riesgo de falla, la vida útil y el período de retorno

Vida esperada	**Riesgo permisible**	**Períodos de retorno**	**Descarga de diseño**
Años	%	Años	m3/s
5	20	5	389.2
10	20	45	951.5
25	20	113	1269.4
50	20	225	1518.5
100	20	449	1810.3

Nota: Elaboración propia.

5.2.4. Análisis de transporte de sedimentos

Para la cuenca del río Chicama y en general las cuencas del país actualmente no se tiene información que permita un análisis del transporte de sedimentos, sin embargo, se ha utilizado la información secundaria y toma de muestras de agua para obtener las concentraciones de sedimentos en suspensión en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Las partículas (sedimentos) muestreados en el río Chicama realizado el día 26 de octubre del 2020 y analizados en laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina es de 1.0 mg/L con un caudal promedio de aproximadamente 3.6 m^3/s.

En la Tabla 66, se ha extrapolado los sedimentos en suspensión muestreado en el mes de setiembre a los demás meses del año, teniendo en consideración los caudales medios mensuales del río Chicama en el lugar a captar hacia el canal, con estos caudales se han obtenido un valor total anual de 8751 ton/año, equivalente a 0.20 ton/año/km^2.

Tabla 65

Descargas medias mensuales del río Chicama en la captación

Descripción	**Área de cuenca (km2)**	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	**Q m (m3/s)**	**Qesp l/s/km3**
Q medio	**3642**	16.9	45.2	76.1	57.1	21.6	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9	**21.1**	**5.8**

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de la UNALM (2020).

Tabla 66

Análisis de sedimentos en el río Chicama, área de captación

Meses	Caudal medio	Concentración de sólidos en suspensión					
	m3/s	mg/L	kg/m3	kg/s	kg	ton	ton/km2
Punto muestreado: Bocatoma							
Octubre	3.6	1.0	0.0010	0.00360	9642.2	9.64	0.00265
Área cuenca: 3642 km2							
Enero	16.9	4.70	0.0047	0.07943	212750	213	0.058
Febrero	45.2	12.55	0.0125	0.56672	1370997	1371	0.376
Marzo	76.1	21.14	0.0211	1.60841	4307975	4308	1.183
Abril	57.1	15.86	0.0159	0.90597	2348266	2348	0.645
Mayo	21.6	6.01	0.0060	0.13020	348720	349	0.096
Junio	8.9	2.47	0.0025	0.02189	56739	57	0.016
Julio	5.1	1.43	0.0014	0.00734	19647	20	0.005
Agosto	3.2	0.90	0.0009	0.00290	7773	8	0.002
Setiembre	2.6	0.73	0.0007	0.00193	4992	5	0.001
Octubre	3.6	0.99	0.0010	0.00353	9446	9	0.003
Noviembre	4.9	1.36	0.0014	0.00665	17228	17	0.005
Diciembre	7.9	2.20	0.0022	0.01749	46851	47	0.013
Total						8751	
Promedio	21.1	5.861	0.006	0.279	729282	729	0.200

Nota: Extraído de los resultados de laboratorio de la UNALM (2020).

5.3. Estudios de mecánica de suelos y geológicos

Los estudios geológicos y geotécnicos en el área de estudio consistieron en trabajos de campo como la apertura de calicatas a mano e inspección de la zona de captación y alineamiento del canal de conducción con base de la información del repositorio institucional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET] de carácter regional, además de estudios de prospección realizados in situ y de ensayos de laboratorio a las muestras extraídas.

5.3.1. Trabajo de campo y estudios de laboratorio

La evaluación de campo se realizó el sábado 17 y el domingo 18 de octubre del 2020, con reconocimiento del área de estudio y trabajos de apertura de calicatas con máquina y a mano. Así como trabajos de laboratorio in situ para caracterizar las condiciones físicas del suelo cimentante.

5.3.2. Geología regional

Las unidades geológicas comprendidas en la zona de estudio se muestran en la Tabla 67.

Tabla 67

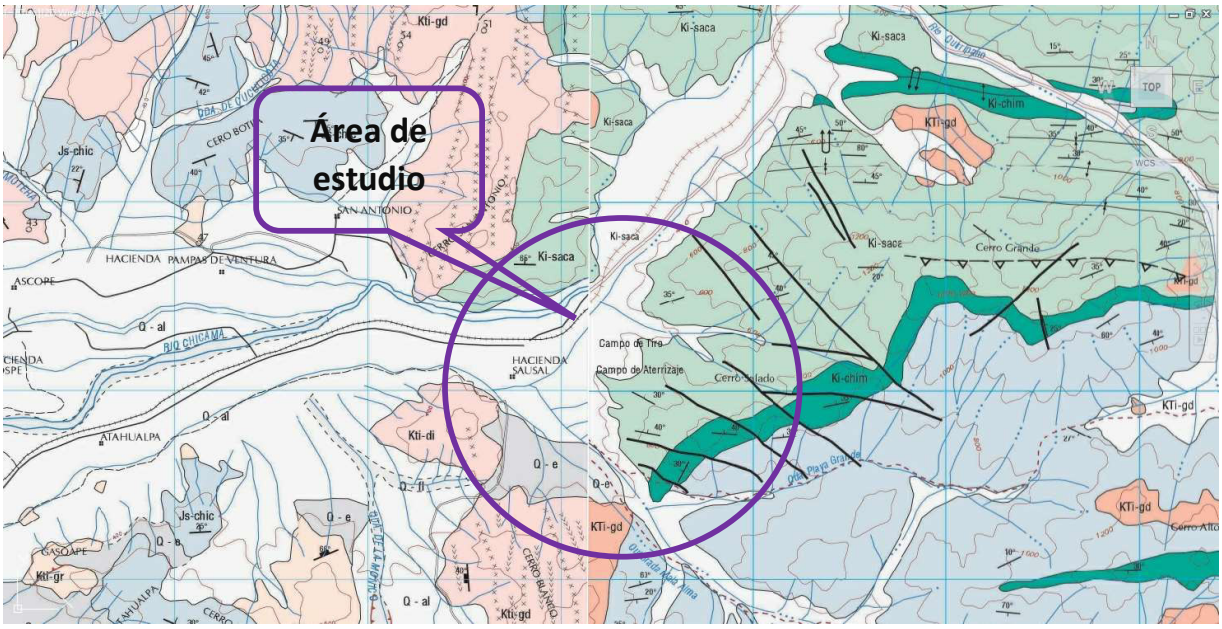
Unidades geológicas en el área de estudio

Unidades jurásico cretácicas		Unidades cuaternarias	Intrusivos
Formación Chicama (Js-chic) Formación sedimentaria compuesta en su mayor parte por lutitas pizarrosas, lutitas arenosas, y horizontes de areniscas, con amplia distribución en el ámbito del proyecto, cortado por diques y sills de andesitas y diabasas, así como por pequeños cuerpos de granodiorita, y diorita a biotita de grano fino. Presenta poca resistencia a la intemperie, dando lugar a un relieve de formas topográficas suaves, en el cual destacan pequeñas colinas formadas por lutitas y areniscas más compactas. Alcanza los 1600 m de espesor y su edad corresponde a edad Titoniana.		**Depósitos aluviales (Q-al)** Depósitos que constituyen pampas de la planicie costera, formando conos de deyección de las quebradas confluentes con el valle Chicama. Llanura aluvial de pie de monte compuesta de arena, gravas y canto rodado en proporciones variadas, representativa en buena longitud al canal Ascope.	
Formación Chimú (Ki-chim) Se constituye por paquetes gruesos de areniscas y cuarcitas blancas, grises hasta pardas de grano fino a grueso y formas redondeadas con intercalaciones de estratos delgados de lutitas pizarrosas y colores usualmente oscuros. Alcanza los 600 m de espesor y su edad corresponde al Valanginiano superior.		Depósitos fluviales (Q-fl) Depósitos recientes en los lechos de quebradas y el río Chicama, compuesto por cantos rodados con matriz gravo arenosa, conteniendo finos en variadas proporciones. La estructura de captación se diseñó considerando que está sobre esta unidad.	Predomina el afloramiento de intrusivos magmático en la parte sur del área del proyecto. Las rocas son del tipo de dioritas, granodioritas y granitos.
Formación Santa Carhuaz (Ki-saca)			
Santa: Secuencia marina de calizas oscuras, en parte dolomíticas, con intercalaciones de lutitas negras que suprayacen a las cuarcitas Chimú e infrayacen a la formación Carhuaz. Presenta 100 m de espesor y su edad es del Valanginiano Superior.	**Carhuaz:** Secuencia de capas de lutitas arenosas pardo rojizas en lechos delgados, en el que se intercala limolitas marrón rojizas, lechos de cuarcitas pardo grisáceas, con tonos rojizos por intemperismo. En los niveles inferiores se presentan ocasionales capas de calizas negras de grano fino. Alcanza un espesor de 700m y su edad asignada es del Valanginiano superior –Aptiano.	Depósitos eólicos (Q-e) Depósitos de arena transportadas por acción del viento, ubicados en las laderas de los cerros en estratos delgados y pampas de pie de monte con espesor variable.	

Nota: Adaptado de *Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17* (Cossío & Jaén, 1967).

Figura 32

Mapa Geológico Regional 16e (Chocope) Y 16f (Otuzco)



Nota: Adaptado de Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17 (Cossío & Jaén, 1967).

Figura 33

Leyenda del Geológico Regional 16e (Chocope) y 16f (Otuzco)

LEYENDA

EDAD		UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCÁNICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos eólicos	Q-e	
		Depósitos aluviales	Q-al	
		DISCORDANCIA		
TERCIARIO	INFERIOR			
		DIS. ANGULAR	Kti-vca	
CRETACEO	SUPERIOR	Fm. Huaylas	Ks-h	
		DISCORDANCIA		
	INFERIOR	Fms. Inca-Chulec-Pariatambo	Ki-ichp	
		Fm. Farrat	Ki-f	
		Fms. Santa-Carhuaz	Ki-saca	
		Fm. Chimú	Ki-chim	
JURÁSICO	SUPERIOR	Fm. Chicama	Js-chic	

Nota: Adaptado de Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17 (Cossío & Jaén, 1967).

5.3.3. Geodinámica

La zona donde se ubicará la captación es normalmente plana y está alejada de los flancos de valle, por lo que no existen posibilidades de actividad geodinámica del tipo de desplazamientos y/o asentamientos. Sin embargo, está expuesta a probables procesos erosivos intensos que dan lugar a efectos de socavación.

La socavación es el proceso de erosión regresiva que da lugar a la generación de corrientes supercríticas o flujos turbulentos que remueven los materiales del lecho de un cauce, debilitando las estructuras civiles y destruyéndolas (Scacchi, 2017).

Para prevenir el efecto se utiliza un estudio análisis granulométrico con determinación del diámetro medio (D50), el cual es de 50mm (Ver el ítem 5.3.8. Evaluación granulométrica).

5.3.4. Geología estructural

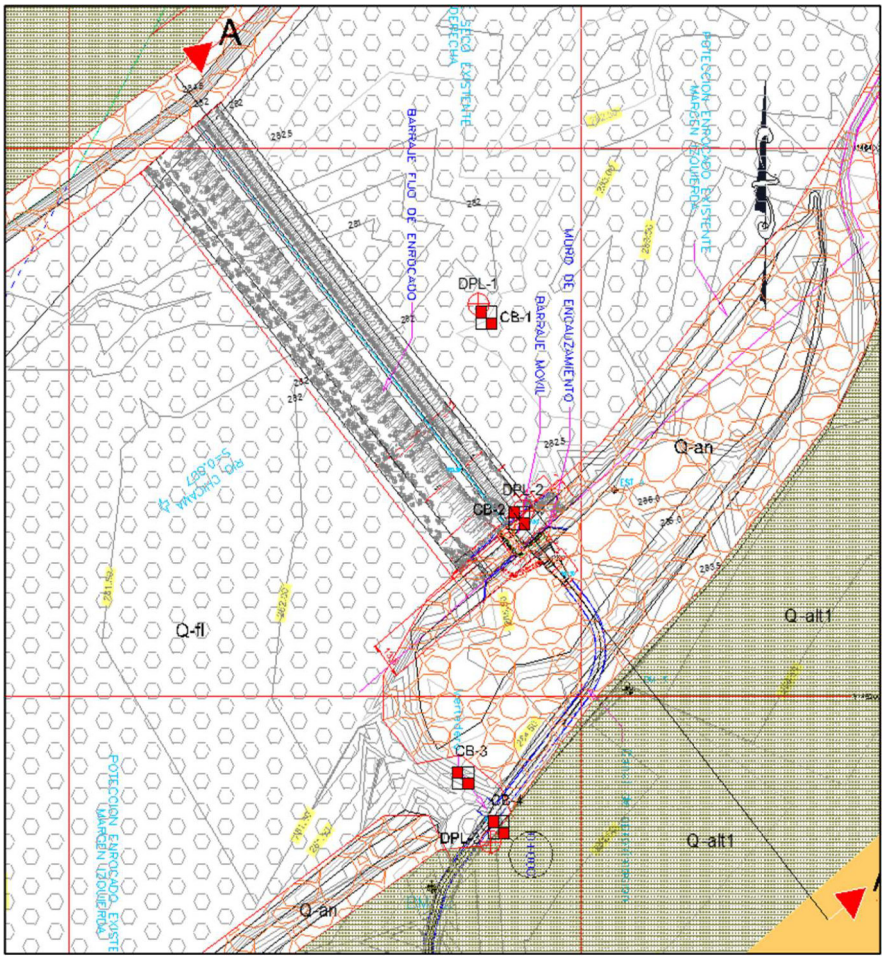
No se han identificado estructuras de fallas de activas en la zona del valle Chicama donde se ubica la captación. En el área de estudio no existen estructuras que signifiquen riesgo por falla geotectónica.

5.3.5. Geotecnia de bocatoma, canal de conducción y obras de arte

Se tiene como componentes de la bocatoma: barraje fijo sobre el rio Chicama, barraje móvil en la margen izquierda del río, ventana de captación, toma de agua con desarenador, canal de limpia, canal de aproximación, aforador Parshall, vertedero lateral, así como un canal de conducción de 250 m hacia los predios agrícolas. En las figuras 34 se detalla (Ver Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos).

Figura 34

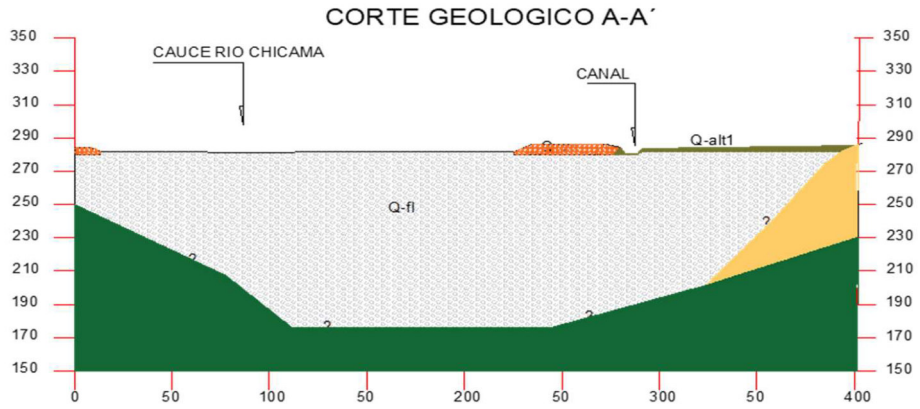
Tipos de Suelo y Ubicación de Calicatas - Planta



Nota: Adaptado de *Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17* (Cossío & Jaén, 1967), complementado con los resultados del estudio de suelos (Ver Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos).

Figura 35

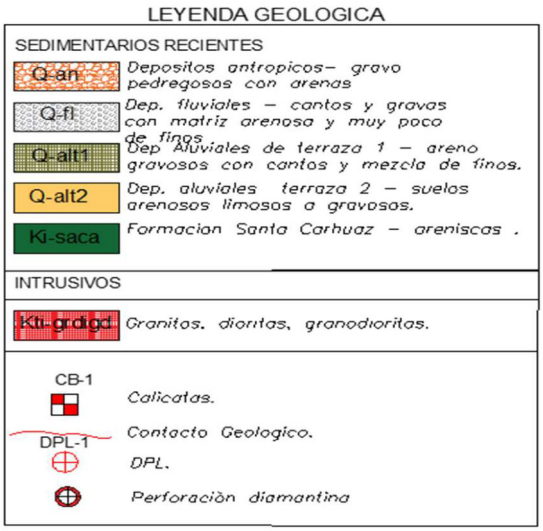
Tipos de Suelo y Ubicación de Calicatas – Corte A-A'



Nota: Adaptado de *Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17* (Cossío & Jaén, 1967) , complementado con los resultados del estudio de suelos (Ver Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos).

Figura 36

Leyenda geológica de la ubicación de la bocatoma



Nota: Adaptado de *Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17* (Cossío & Jaén, 1967) , complementado con la información del Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos.

5.3.6. Depósitos fluviales

La obra de captación se emplaza sobre depósitos de transporte por el rio en épocas de lluvias, siendo denominados:

-Depósitos fluviales del lecho actual del cauce del rio Chicama, que se caracterizan por ser cantos rodados.

-Gravo arenosa a pedregosos, medianamente compactos.

-La obra de captación se cimentará en depósitos fluviales.

A partir de los resultados de la prospección in situ y los ensayos de laboratorio, se determinó una capacidad portante del suelo cimentante de 6.91kg/cm2 para las estructuras hidráulicas de captación y conducción (Ver Tabla 68).

Figura 37

Calicata CB-04 Canal 0+100. Profundidad de 1.40m



Nota: Elaboración propia.

Tabla 68

Resultados del ensayo de penetración dinámica ligera (DPL) para el canal

PENETRACIÒN DINAMICA LIGERA - CANAL

Prof (m)	CB-3		CB-4		CB-5	
	N Golpes	Resist Simple (kgr/cm2)	N Golpes	Resist Simple (kgr/cm2)	N Golpes	Resist Simple (kgr/cm2)
0.0	0	<1	0	<1	0	<1
0.1	6		6		9	
0.2	7		6		9	
0.3	6		6		12	
0.4	5		6		10	1 a 2
0.5	3		10	1 a 2	10	
0.6	3		11		8	
0.7	3		11		6	
0.8	2		10		6	
0.9	3		14		10	
1.00	4		14		14	
1.1	7		18		14	
1.2	8		18		18	
1.3	8		19		18	
1.4	13	1 a 2	22	>2	19	>2
1.5	16		28		22	
1.6	22	>2	31		28	
1.7	50		39		31	
1.8			50		39	
1.9					50	

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

5.3.7. Tipo de suelo en el lugar de emplazamiento de bocatoma, vertedero y el canal de conducción

Se presenta de depósitos fluviales de gravas arenosas con cantos rodados medianamente compactos cuyas características físicas están en la Tabla 69 para la bocatoma y vertedero, la Tabla 70 para la entrada al canal y la Tabla 71 para el canal de conducción:

Tabla 69

Características físicas – Bocatoma y Vertedero

CALICATAS	Profundidad Calicata (m)	MUESTRAS	Coord UTM WGS84 18L		Clasif SUCS	AASHTO	Humedad Natural %	Optimo cont Humed %	Grav Esp Solidos g/cm3	Densid Relativa g/cm3	Densid humeda g/cm3	Densid Seca g/cm3	Granulometria %					Consist (%)	DIAMETRO Medio Aritmetico (D50) mm
			ESTE	NORTE									Bloques	Boloneria	Grava	Arena	Finos	LL, LP, IP	
BOCATOMA BARRANCA																			
CB-1	2.50	M-1	721363	9146338	GP	A-1-a(0)	2.6	4.89	2.68	2.63	2.159	2.102 a 2.267	_	_	75.7	21.9	2.4	NP	_
	2.50	INTEGRAL	721363	9146338	GP	A-1-a(0)	4.3	_	_	_	_	_	0	34.3	77	13	2	NP	50
CB-2	2.50	M-1	721376	9146265	GP	A-1-a(0)	3.4	_	_	_	_	_	_	_	77.3	20.5	2.2	NP	_
VERTEDERO																			
CB-3	2.50	M-1	721354	9146170	GP	A-1-a(0)	4.5	_	_	_	_	_			89.5	8	2	NP	_
CB-4	2.50	M-01	721368	9146152	ML	A-4(0)	27.4	_	_	_	_		_		0	35.8	64.2	NP	_

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 70

Características físicas – Bocatoma e ingreso del canal

CALICATAS	Profundidad Calicata (m)	MUESTRAS	Coord UTM WGS84 18L		Clasif SUCS	AASHTO	Humedad Natural %	Optimo cont Humed %	Grav Esp Solidos g/cm3	Densid Relativa g/cm3	Densid humeda g/cm3	Densid Seca g/cm3	Granulometria %					Consist (%)	DIAMETRO Medio Aritmetico (D50) mm
			ESTE	NORTE									Bloques	Boloneria	Grava	Arena	Finos	LL, LP, IP	
BOCATOMA BARRANCA																			
CB-1	2.50	M-1	721363	9146338	GP	A-1-a(0)	2.6	4.89	2.68	2.63	2.159	2.102 a 2.267	_	_	75.7	21.9	2.4	NP	_
	2.50	INTEGRAL	721363	9146338	GP	A-1-a(0)	4.3	_	_	_	_	_	0	34.3	77	13	2	NP	50
CB-2	2.50	M-1	721376	9146265	GP	A-1-a(0)	3.4	_	_	_	_	_	_	_	77.3	20.5	2.2	NP	_
VERTEDERO																			
CB-3	2.50	M-1	721354	9146170	GP	A-1-a(0)	4.5	_	_	_	_	_			89.5	8	2	NP	_
CB-4	2.50	M-01	721368	9146152	ML	A-4(0)	27.4	_	_	_	_		_		0	35.8	64.2	NP	_

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 71

Características físicas – Canal de conducción

CARACTERISTICAS FISICAS - CANAL 0+000 - 0250															
CALICATAS	Profundidad Calicata (m)	MUESTRAS	PROGRESIVA (Km)	Coord UTM WGS84 18L		Clasif SUCS	AASHTO	Humedad Nat %	Cohesion kg/cm2	Ang Fric (ø)	Densid g/cm3	Granulometria (%)			Consist (%)
				ESTE	NORTE							Grava	Arena	Finos	LL, LP, IP
CANAL BARRANCA															
CB-4	2.50	M-01	0+000	721368	9146152	ML	A-4(0)	27.4	0.11	17.4	1.44	0	35.8	64.2	NP
CB-5	0.0-1.50	M-01	0+110	721330	9146062	SM	A-2-4(0)	24	_		_	0	68.3	31.7	NP

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 72

Análisis químico de cimentación

N° Muestra	Descripción	S.S.T. (ppm)	Cl^- (ppm)	$SO^=_4$ (ppm)	
CB -01 M - 1 Prof. 0.00 - 2.50 m.	GP Gravapobremente graduada con arena	736.28	325.44	385.46	

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 73

Análisis químico de cimentación

Prof (m)	CB-1		CB-2	
	N Golpes	Resist Simple (kgr/cm2)	N Golpes	Resist Simple (kgr/cm2)
0.0	0	1 a 2	0	1 a 2
0.1	14		10	
0.2	17		17	
0.3	17		20	2
0.4	20	2	20	
0.5	18		20	
0.6	18		26	
0.7	22		26	
0.8	22		24	
0.9	20		24	
1.00	26		50	>2
1.1	29	>2		
1.2	29			
1.3	36			
1.4	41			
1.5	50			

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Figura 38

Calicata CB-04 y Calicata CB-05



(a) (b)

Nota: La calicata CB-04 está ubicada en la progresiva 0+000 del canal de conducción (38-a). La calicata CB-05 está ubicada en la progresiva 0+110 del canal de conducción (38-b). Elaboración propia.

Figura 39

Vista panorámica de la calicata CB-05



Nota: Elaboración propia.

5.3.8. Evaluación granulométrica

5.3.8.1. Resultados del estudio de mecánica de suelos - Barraje fijo

La evaluación granulométrica por tamizado de partículas menores a 3 pulgadas para la zona de barraje y captación muestra la siguiente caracterización granulométrica en la calicata CB-01:

Tabla 74

Resultados de Calicata en el Barraje fijo

Descripción	**Depósitos Aluviales De Composición:**
Barraje fijo	-Gravas 75.7 %
	-Arenas 21.9%
	-Finos 2.4 %
Calicata	Calicata CB-1 - CB-2
Capacidad Portante	6 kg/cm2.

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

La clasificación SUCS = GP depósitos gravo arenosos con cantos rodados no plásticos, los cuales no tienen cementación. y están saturados.

El análisis integral muestra la siguiente gradación macro granulométrica:

- Cantos rodados 34.27%
- Grava gruesa 38.86%
- Grava Fina 11.49%
- Arena gruesa 2.13 %
- Arena media 2.25 %
- Arena fina 8.59 %

- finos 2.4 %

El diámetro medio aritmético es (D50) en la calicata CB-1 es de : 50mm (curva granulométrica).

5.3.8.2. Resultados del estudio de suelos - Estructura de captación – Río Chicama

La estructura propiamente dicha de captación en diseño se ha evaluado con la calicata CB-2, con la cual que se obtuvo un perfil litológico compuesto de sedimentos homogéneo de gravas y arenas con cantos rodados, cuya granulometría es:

Tabla 75

Resultados de Calicata en la Bocatoma

Descripción	**Depósitos Aluviales De Composición:**
Barraje fijo	-Gravas 77 %
	-Arenas 20%
	-Finos 3%
Calicata	Calicata CB-1 - CB-2
Capacidad Portante	6.91 kg/cm2.

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

De la captación al vertedero, se diseñó un canal de aproximación, con sección y estructura sobre depósitos fluviales compuestos por gravas arenosas con cantos rodados con buena capacidad de soporte lateral y en profundidad.

5.3.8.3. Resultados del estudio de mecánica de suelos -Vertederos

Tabla 76

Resultados de Calicata en el vertedero

Descripción	Depósitos Aluviales De Composición:
Barraje fijo	-Gravas 90 %
	-Arenas 8%
	-Finos 2%
Calicata	Calicata CB-3 - CB-4
Capacidad Portante	1.39 kg/cm2.

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

5.3.8.4. Resultados del Estudios de Mecánica de suelos- Canal de conducción

Tabla 77

Resultados de Calicata en el vertedero

Descripción	Depósitos Aluviales De Composición:
Barraje fijo	-Limo arenosa 35 % de arenas
	-Finos 65%
	-En profundidad a más de 1.40 m es suelo gravoso
Calicata	Calicata CB-4 - CB-5
Capacidad Portante	1 kg/cm2. – 1.39 kg/cm2.

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

5.3.9. Cálculo de la capacidad portante de las Estructuras

Se presenta en la Tabla 77 los datos obtenidos a partir del estudio de mecánica de suelos para calcular la capacidad de soporte de cimentación para la bocatoma, en la calicata CB-01.

Tabla 78

Capacidad de soporte de cimentación para la bocatoma (Calicata CB-01)

CB-01 BOCATOMA	
DATOS	
DF	2.5m
L	1.00m
B	1.00m
γ	1.69gr/cm3
C	0.00kg/cm2
Φ	33.40º

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Se aplicó la fórmula de Terzaghi (1943), modificada por Meyerhof (1963) para calcular la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales (Olarte y Ureta, 2019).

$$q_u = CN_cS_c + qN_qS_q + 0.5\gamma BN_\gamma S_\gamma$$

El cálculo de cada factor de la expresión anterior se realizará con las fórmulas recopiladas por González (2003):

Cálculo de la sobrecarga de tierras a la profundidad de la cimentación:

$$q = \gamma D_f$$

$$q = 1.69 \times 250 \Longrightarrow q = 421\ g/cm^2$$

En kg/cm^2:

$$\Longrightarrow q = 0.421\ kg/cm^2$$

Cálculo de los coeficientes de capacidad de carga:

$$N_q = \tan^2\left(45° + \frac{\Phi}{2}\right) \times e^{\pi \times \tan \Phi}$$

$$\Longrightarrow N_q = \tan^2\left(45° + \frac{33.40°}{2}\right) \times e^{\pi \times \tan 33.40°} \Longrightarrow N_q = 27.38$$

$$N_c = \frac{\left(N_q - 1\right)}{\tan \Phi}$$

$$\Longrightarrow N_c = \frac{(27.38 - 1)}{\tan 33.40°} \Longrightarrow N_c = 40.00$$

$$N_\gamma = 1.5 \times \left(N_q - 1\right) \times \tan \Phi$$

$$\Longrightarrow N_\gamma = 1.5 \times (27.38 - 1) \times \tan 33.40° \Longrightarrow N_\gamma = 26.09$$

Cálculo de los coeficientes de forma:

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \times \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$$

$$\Longrightarrow S_q = 1 + \left(\frac{1.00}{1.00}\right) \times \left(\frac{27.38}{40.00}\right) \Longrightarrow S_q = 1.68$$

$$S_c = S_q$$

$$\Longrightarrow S_c = 1.68$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \times \left(\frac{B}{L}\right)$$

$$\Longrightarrow S_\gamma = 1 - 0.4 \times \left(\frac{1.00}{1.00}\right) \Longrightarrow S_\gamma = 0.60$$

Cálculo de la capacidad última:

$$q_u = 0 \times 40.00 \times 1.68 + 0.421 \times 27.38 \times 1.68 + 0.5 \times 0.00169 \times 100.00 \times 26.09 \times 0.60$$

$$\Longrightarrow q_u = 20.80\ kg/cm^2$$

Por lo que la capacidad admisible es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.}$$

$$\Longrightarrow q_{adm} = \frac{20.80}{3.00} \Longrightarrow q_{adm} = 6.91\ kg/cm^2$$

Asimismo, se presenta en la Tabla 79 los datos obtenidos a partir del estudio de mecánica de suelos para calcular la capacidad de soporte de cimentación para el vertedero y el canal de conducción, en la calicata CB-04.

Tabla 79

Capacidad de soporte de cimentación para el vertedero y el canal de conducción (Calicata CB-04)

CB-04 VERTEDERO Y CANAL	
DATOS	
DF	1.4m
L	1.00m
B	1.00m
γ	1.44gr/cm3
C	0.11kg/cm2
Φ	17.40º

Nota: Adaptado de los resultados de laboratorio de mecánica de suelos.

Se aplicó la fórmula de Terzaghi (1943), modificada por Meyerhof (1963) para calcular la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales (Olarte y Ureta, 2019).

$$q_u = CN_cS_c + qN_qS_q + 0.5\gamma BN_\gamma S_\gamma$$

El cálculo de cada factor de la expresión anterior se realizará con las fórmulas recopiladas por González (2003):

Cálculo de la sobrecarga de tierras a la profundidad de la cimentación:

$$q = \gamma D_f$$

$$q = 1.44 \times 140 \Longrightarrow q = 201.6\ g/cm^2$$

En kg/cm^2:

$$\Longrightarrow q = 0.202\ kg/cm^2$$

Cálculo de los coeficientes de capacidad de carga:

$$N_q = \tan^2\left(45° + \frac{\Phi}{2}\right) \times e^{\pi \times \text{ta}}$$

$$\Longrightarrow N_q = \tan^2\left(45° + \frac{17.40°}{2}\right) \times e^{\pi \times \tan 17.40°} \Longrightarrow N_q = 4.96$$

$$N_c = \frac{\left(N_q - 1\right)}{\tan \Phi}$$

$$\Longrightarrow N_c = \frac{(4.96 - 1)}{\tan 17.40°} \Longrightarrow N_c = 12.64$$

$$N_\gamma = 1.5 \times \left(N_q - 1\right) \times \tan \Phi$$

$$\Longrightarrow N_\gamma = 1.5 \times (4.96 - 1) \times \tan 17.40° \Longrightarrow N_\gamma = 1.86$$

Cálculo de los coeficientes de forma:

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \times \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$$

$$\Longrightarrow S_q = 1 + \left(\frac{1.00}{1.00}\right) \times \left(\frac{4.96}{12.64}\right) \Longrightarrow S_q = 1.39$$

$$S_c = S_q$$

$$\Longrightarrow S_c = 1.39$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \times \left(\frac{B}{L}\right)$$

$$\Longrightarrow S_\gamma = 1 - 0.4 \times \left(\frac{1.00}{1.00}\right) \Longrightarrow S_\gamma = 0.60$$

Cálculo de la capacidad última:

$$q_u = 0.11 \times 12.64 \times 1.39 + 0.202 \times 4.96 \times 1.39 + 0.5 \times 0.00144 \times 100.00 \times 1.86 \times 0.60$$

$$\Longrightarrow q_u = 3.41\ kg/cm^2$$

Por lo que la capacidad admisible es:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.}$$

$$\Longrightarrow q_{adm} = \frac{3.41}{3.00} \Longrightarrow q_{adm} = 1.14\ kg/cm^2$$

5.4. Diseño hidráulico

5.4.1. Cálculo de las características hidráulicas del río

Para calcular las características hidráulicas del río Chicama en el área de estudio, se utilizó el software Hcanales v. 3.0 (Ver Figura 40). Los datos ingresados fueron:

$Q = 1{,}269.40\ m^3/s$ Caudal de máximas avenidas, periodo de retorno de 113 años.

$B = 200\ m$ Ancho del río Chicama en el área de estudio

$n = 0.038$ Rugosidad, mediante el método de Cowan corregido.

$S = 0.00785$ Pendiente de río en tramo de evaluación.

Figura 40

Características hidráulicas del río Chicama en el área de estudio (Hcanales v. 3.0)



Nota: Elaboración propia.

5.4.2. Cálculo de rugosidad del río

Se realizó el cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning para el río Chicama en el área de captación mediante el método de Cowan. Los factores de corrección de Cowan, sugeridos por Ven Te Chow, (1994) se muestran en la Tabla 80.

Tabla 80

Factores de correlación de Cowan

Correcciones por efecto de:	**Corrección**	**Leve o despreciable**	**Moderado**	**Marcado**	**Muy marcado**
1.-Grado de irregularidad	n_1	0	0.005	0.01	0.02
2.-Cambios en las secciones	n_2	0	0.005	0.01	0.0145
3.-Obstrucciones	n_3	0	0.010 - 0.015	0.020 - 0.030	0.040 - 0.060
4.-Plantas (Vegetaciones)	n_4	0.005 - 0.010	0.010 - 0.025	0.025 - 0.050	0.050 - 0.100
5.-Meandros	m	1	1	1.15	1.3

Nota: Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (Chow, 1994).

Para el cálculo de n_0, se recurrió a la fórmula de Strickler:

$$n_0 = 0.038 \times D^{1/6}$$

Donde:

n_0 : Coeficiente de rugosidad

D : Diámetro representativo del sedimento (m)

Como $D = 0.010$ m, el valor de n_0 es de 0.018

Considerando las condiciones del río Chicama en el área de captación, los factores de Cowan estimadas son: $n_1 = 0.000$, $n_2 = 0.000$, $n_3 = 0.010$, $n_4 = 0.010$ y $m = 1.000$.

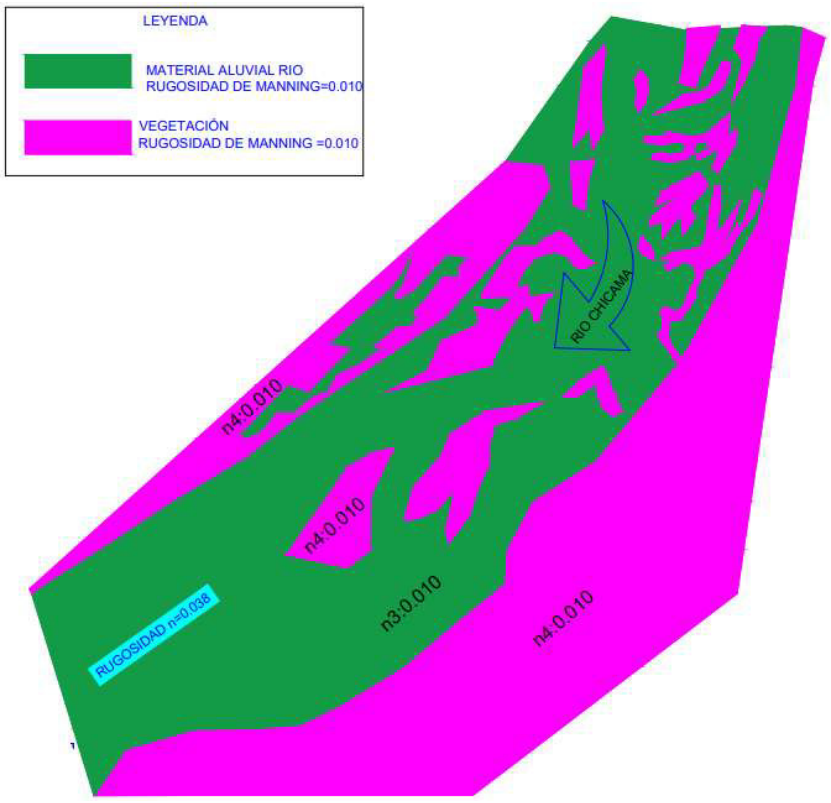
Por lo que el coeficiente de rugosidad de Manning bajo el método de Cowan es:

$$n = m \times (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \Longrightarrow n = 0.038$$

En la Figura 41 se presenta la variación de rugosidades en el lecho del río Chicama en el área de captación. Para mayor detalle, revisar en el Anexo C: Planos, el C-19: Plano de rugosidades en el área de estudio, para la simulación del río Chicama en el programa Iber.

Figura 41

Rugosidades en el lecho del río Chicama, área de captación



Nota: Elaboración propia.

5.4.3. Ancho estable del rio

5.4.3.1. Cálculo del cauce estable

Se tienen los siguientes datos:

$Q = 1{,}269.40\ m^3/s$ Caudal de máximas avenidas, periodo de retorno de 113 años.

$v = 3.44\ m/s$ Velocidad media del agua

$D_m = 50\ mm$ Diámetro medio del material de fondo

5.4.3.1.1. Método de Blench

Factor de orilla (f_o): 0.10 Orilla de barro y arena

Factor de fondo (f_b): 1.20 Fondo de material grueso

Cálculo de la sección estable mínima:

$$B = 1.81 \times \sqrt{\frac{1269.4 \times 1.20}{0.10}} \Longrightarrow B = 223.39\ m$$

Profundidad media

$$y = \sqrt[3]{\frac{1269.4 \times 0.10}{1.20^2}} \Longrightarrow y = 4.45\ m$$

Pendiente hidráulica:

$$S = \frac{F_b^{5/6} \times F_o^{1/1}}{3.28 \times K \times Q^{1/6} \times \left(1 + \frac{C}{2330}\right)}$$

$K = 11.50$ y $C = 310$

$$S = \frac{1.20^{5/6} \times 0.10^{1/12}}{3.28 \times 11.50 \times 1269.4^{1/6} \times \left(1 + \frac{310}{2330}\right)} \Longrightarrow S = 0.0060$$

5.4.3.1.2. Método de Simons y Henderson

Fondo arenoso y orillas con material no cohesivo: $K_1 = 2.80$

$$b_m = K_1 \times Q^{0.50} = 2.80 \times \sqrt{1269.4}$$

$$b_m = 99.74\, m$$

5.4.3.1.3. Método de Altunin

Ríos con orillas muy difícilmente erosionables: $K = 4$

Río en zona de planicie: $a = 1.1$

y_m entre 2.50 m y 1.50 m, Exponente α: $\alpha = 0.25$

Para materiales gruesos:

$k = 11, z = 0.5, x = 0.33$

Cálculo de U_o:

$$U_o = 2.248 - \frac{0.0366}{D_m} \Longrightarrow U_o = 1.52$$

En la Tabla 81 se presenta las fórmulas empleadas en el método de Altunin, considerando los parámetros conocidos.

Tabla 81

Resolución de las fórmulas de diseño por el método de Altunin

Se conocen Q, E y U_ϕ	Se conocen Q, E y S
$\epsilon = 0.2(z-\alpha) + x(1+\alpha) = 0.463$ $E = \frac{1}{{U_\phi}^{0.5}} = 0.812$	$S = 0.007$ $m = 1$ $E = \left(n.K^{5/3}\right)^{\frac{3}{3+5m}} = 1.132$
Pendiente: $S = \left[\frac{E^{z-\alpha}\left(a.U_\phi\right)^{1+z}}{k^{1+\alpha}Q^{\frac{z-\alpha}{2}}}\right]^{\frac{1}{\epsilon}} = 0.00043$	$U_\phi = \frac{0.855.Q^{0.083}.(1000.S)^{0.312}}{a.E^{0.176}} = 2.778$
Se adopta inicialmente: $B = 99.45\ m$ $q = \frac{Q}{B} = 12.72\ m^2/s$	Ancho: $B = \frac{E.Q^{0.5}}{S^{0.2}} = 108.80\ m$ Caudal unitario: $q = \frac{Q}{B} = 11.66\ m^2/s$
Altura hidráulica: $y_m = \left(\frac{q}{a.U_\phi}\right)^{\frac{1}{1+\alpha}} = 6.59\ m$	Altura hidráulica: $y_m = \left(\frac{q}{a.U_\phi}\right)^{4/5} = 2.92\ m$
$m = 0.72\left(\frac{\Delta.D_m}{y_m.S}\right)^{0.1} = 1.01$	Velocidad: $v = a.U_\phi.{y_m}^{\alpha} = 3.79\ m/s$
Ancho: $B = \left(\frac{n.Q.K^{5/3}}{S^{1/2}}\right)^{\frac{3}{3+5m}} = 99.44\ m$	

Nota: Adaptado de la *Actualización del Manual de Ingeniería de Ríos (Capítulo 12): Estabilidad de cauces* (Maza & García, 2012).

Se eligió un ancho estable $B = 200\ m$, en un diseño conservador para el comportamiento real del río Chicama en el punto de captación.

5.4.3.2. Método de la Socavación General

5.4.3.2.1. Profundidad de socavación

El método de Lischtvan y Lebediev de la socavación general considera la velocidad erosiva, que es la velocidad media calculada, el cual degradaría el fondo del rio.

Para suelos no cohesivos:

$$t = \left(\frac{Q}{25 \times B \times S^{0.5}}\right)^{\frac{3}{5}} \Longrightarrow t = \left(\frac{1269.4}{25 \times 200 \times 0.0080^{0.5}}\right)^{\frac{3}{5}}$$

$$\Longrightarrow t = 1.87\, m$$

El tirante normal adoptado tendrá el valor de $t = 1.87\, m$

$$a = \frac{Q}{b_o \times t^{5/3}} = \frac{1269.4}{200 \times 1.87^{5/3}} \Longrightarrow a = 2.24$$

$$D_m = 20.00\, mm$$

Para determinar el valor y de la expresión $\frac{1}{1+X}$ y del coeficiente β, se ha considerado utilizar la Tabla 82 y la Tabla 83, respectivamente.

$$\frac{1}{1+X} = 0.76$$

$$\beta = 1.00$$

Remplazando en la ecuación:

$$t_s = \left(\frac{a \times t^{\frac{5}{3}}}{0.68 \times D_m \times 0.28 \times \beta}\right)^{\frac{1}{1+X}} \Longrightarrow t_s = \left(\frac{2.24 \times 1.87^{\frac{5}{3}}}{0.68 \times 20 \times 0.28 \times 1.00}\right)^{0.76}$$

$$\Longrightarrow t_s = 2.89\, m$$

Y la profundidad de socavación (H_s) se obtiene de:

$$H_s = t_s - t = 2.89 - 1.87 \Longrightarrow H_s = 1.02\, m$$

Se consideró $H_s = 1.20\, m$

5.4.3.2.2. Profundidad de uña

Para suelos no cohesivos: $H_s = t_s$

$$t = 1.87\ m$$

El tirante normal adoptado tendrá el valor de $t = 1.87\ m$.

$$a = 2.24$$

$$D_m = 1200.00\ mm$$

Para determinar el valor y de la expresión $\frac{1}{1+X}$ y del coeficiente β, se ha considerado utilizar la Tabla 82 y la Tabla 83, respectivamente.

$$\frac{1}{1+X} = 0.84$$

$$\beta = 1.00\ m$$

Remplazando en la ecuación:

$$t_s = \left(\frac{a \times t^{\frac{5}{3}}}{0.68 \times D_m \times 0.28 \times \beta}\right)^{\frac{1}{1+X}} \Longrightarrow t_s = \left(\frac{2.24 \times 1.87^{\frac{5}{3}}}{0.68 \times 1200 \times 0.28 \times 1.00}\right)^{0.84}$$

$$\Longrightarrow t_s = 1.23\ m$$

Se consideró una profundidad de uña de $t_s = 1.20\ m$

Profundidad en tramos rectos:

Se toma como ancho $B = 1.5 \times t_s = 1.80\ m$

Tabla 82

Factor $\frac{1}{1+X}$ *para suelos cohesivos y no cohesivos*

Suelos cohesivos			**Suelos no cohesivos**		
Peso Específico (tn/m3)	**x**	**1 / (x+1)**	**dm (mm)**	**x**	**1 / (x+1)**
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.30	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.67	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.70	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.71	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.72	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.73	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.74	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.75	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.76	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.77	450.00	0.22	0.83
1.71	0.30	0.78	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.79	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Nota: Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (Chow, 1994).

Tabla 83

Coeficiente β para la socavación

Probabilidad Anual que se presenta el Caudal de Diseño (%)	Periodo de Retorno T (Años)	Coeficiente $\boldsymbol{\beta}$
100	1	0.77
50	2	0.82
20	5	0.86
5	20	0.94
2	50	0.97
1	100	1.00
0.3	300	1.03
0.2	500	1.05
0.1	1,000	1.07

Nota: Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (Chow, 1994).

5.4.3.2.3. Altura del muro

Según Manning y Strickler:

Coeficiente en función a la máxima descarga: $f = 1.10$

Tirante: $t = 1.87\ m$

Tirante normal: $t = 1.87\ m$

$$BL = f \times \frac{v^2}{2 \times g} \Longrightarrow BL = 0.66\ m$$

Altura del muro: $HM = BL + t \Longrightarrow HM = 0.66 + 1.87$

$$\Longrightarrow HM = 2.53\, m$$

Se adoptó una altura de muro de $HM = 2.60\, m$

5.4.3.2.4. Cálculo del volumen de roca

Fuerza de empuje:

$$F = \frac{D_w \times C_d \times v^2 \times A}{2}$$

Densidad del agua del río: $D_w = 1000.00\ kg/m^3$

Coeficiente de arrastre: $C_d = 0.65$

Velocidad del flujo: $v = 3.44\ m/s$

Área de las caras de partícula:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \Longrightarrow A = \frac{\pi \times 0.75^2}{4}$$

$$\Longrightarrow A = 0.44\, m^2$$

Por lo que la fuerza de empuje es:

$$F = \frac{1000 \times 0.65 \times 3.44^2 \times 0.44}{2} \Longrightarrow F = 1698.21\ kg$$

Peso sumergido de la roca: $W_s = 1698.21\ kg$

Peso específico de la roca: $\gamma_s = 2400\ kg/m^3$

Peso específico del agua: $\gamma_w = 1000\ kg/m^3$

Volumen de roca:

$$V_r = \frac{F}{\gamma_s - \gamma_w} \Longrightarrow V_r = \frac{1698.21}{2400 - 1000}$$

$$\Longrightarrow V_r = 1.21\, m^3$$

En peso: $P_r = V_r \times \gamma_s = 1.21 \times 2400 \Longrightarrow P_r = 2911.22\ kg$

Volumen de roca (final): $V_r = 3 \times 1.21 \Longrightarrow V_r = 3.64\, m^3$

En peso: $P_r = V_r \times \gamma_s = 3.64 \times 2400 \Longrightarrow P_r = 8733.67\ kg$

5.4.3.2.5. Diámetro de la roca de protección

Se calculó el diámetro de la roca de protección bajo dos métodos:

a) Método de Maynord

El cálculo del diámetro rocoso bajo este método se realizó con las siguientes fórmulas:

$$d_{50} = C_1 \times y \times F_r^3$$

$$F_r = C_2 \times \frac{v_r}{(g \times y)^{0.5}}$$

Donde:

$C_1 = 0.32$

$C_2 = 1.25$

Velocidad del flujo:

$$v_r = \frac{Q}{A} \Longrightarrow v_r = \frac{1269.4}{1.87 \times 200} \Longrightarrow v_r = 3.39\ m/s$$

Cálculo de valor de F_r:

$$F_r = 1.25 \times \frac{3.39}{(9.81 \times 1.87)^{0.5}} \Longrightarrow F_r = 0.99$$

Diámetro rocoso:

$$d_{50} = 0.32 \times 1.87 \times 0.99^3 \Longrightarrow d_{50} = 0.58\, m$$

b) Método del U.S. Department Transportation

Bajo este método, se determina el diámetro rocoso mediante la siguiente ecuación:

$$d_{50} = \frac{0.001 \times v^3}{y^{0.5} \times {K_1}^{1.5}}$$

Cuyas unidades de medida pertenecen al sistema inglés

Velocidad media del flujo:

$$v = 4.00\ m/s \Longrightarrow v = 13.12\ pies/s$$

Profundidad del flujo:

$$y = 1.15\, m \Longrightarrow y = 3.77\, pies$$

Ángulo de inclinación del talud:

$$\theta = 33°$$

Ángulo de reposo del enrocado:

$$\phi = 37°$$

Factor de corrección K_1:

$$K_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{\sin\theta}{\sin\phi}\right)^2}$$

Factor C_{sg}:

$$C_{sg} = \frac{2.12}{(1.65)^{1.5}} \Longrightarrow C_{sg} = 1.00$$

Factor de seguridad: $FS = 1.10$ (Flujo uniforme)

Factor C_{sf}:

$$C_{sf} = \left(\frac{FS}{1.20}\right)^{1.5} \Longrightarrow C_{sf} = \left(\frac{1.10}{1.20}\right)^{1.5} = 0.88$$

Factor de corrección: $C = C_{sg} \times C_{sf} \Longrightarrow C = 0.88$

Diámetro rocoso:

$$d'_{50} = \frac{0.001 \times v^3}{y^{0.5} \times k^{1.5}} \Longrightarrow d'_{50} = \frac{0.001 \times 13.12^3}{3.77^{0.5} \times 0.43}$$

$$\Longrightarrow d'_{50} = 4.19\, pies$$

Diámetro rocoso (corregido):

$$d_{50} = d'_{50} \times C \Longrightarrow d_{50} = 4.19 \times 0.88$$

$$\Longrightarrow d_{50} = 3.68\, pies$$

En metros: $d_{50} = 1.12\, m$

Se consideró un diámetro de roca de $d_{50} = 1.20\, m$

5.4.4. Cálculo del barraje fijo

Datos:

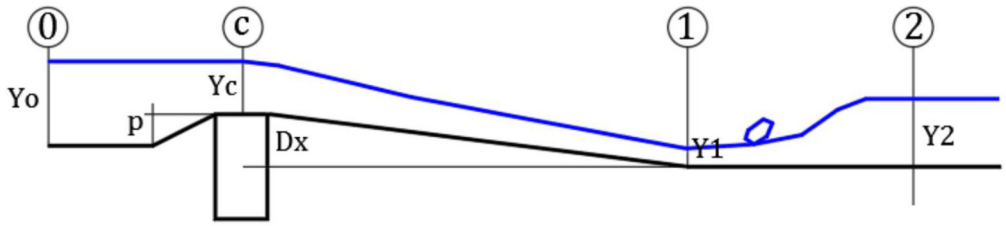
$Q = 1269.40\ m^3/s$ Caudal hidráulico de diseño

$L = 200.00\ m$ Longitud de vertedero

$P = 0.60\ m$ Desnivel entre el punto 0 y el punto C (Ver Figura 42)

Figura 42

Esquema de la sección longitudinal del barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

5.4.4.1. Tirante encima del barraje

Por la ley de la conservación de la energía en los puntos 0 y C:

$$y_0 + \frac{{v_0}^2}{2 \times g} = P + y_c + \frac{q^2}{2 \times g \times {y_c}^2}$$

Donde:

$q = \frac{1269.40}{200} \Longrightarrow q = 6.35\ m^3/s/m$ Caudal unitario

$y_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = 1.60\ m$ Tirante crítico

Reemplazando:

$$y_0 + \frac{{v_0}^2}{2 \times g} = 0.60 + 1.60 + \frac{6.35^2}{2 \times 9.81 \times 1.60^2} \Longrightarrow y_0 + \frac{{v_0}^2}{2 \times g} = 3.00\ m$$

Pero: $\frac{{v_0}^2}{2 \times g} = \frac{q^2}{2 \times g \times {y_o}^2}$

Por lo que: $y_0 + \frac{q^2}{2 \times g \times {y_o}^2} = 3.00\ m$

Despejando: $y_0 = 2.72\ m$

5.4.4.2. Tirante a pie de rampa rugosa

Caudal unitario: $q = 6.35\ m^3/s/m$

Desnivel de rampa: $D_X = 1.90\ m$

Reducción de carga por fricción (25%): $D_X \times (1 - 0.25) = 1.90 \times 0.75 = 1.43\ m$

Velocidad al pie de rampa:

$$v_1 = (2 \times g \times 1.43)^{0.5} \Longrightarrow v_1 = 5.29\ m/s$$

Tirante al pie de rampa:

$$y_1 = \frac{q}{v_1} \Longrightarrow y_1 = \frac{6.35}{5.29} \Longrightarrow y_1 = 1.20\ m$$

Según la fórmula de Merriman:

$$y_2 = 0.45 \times \frac{q}{{y_1}^2}$$

Tirante después de rampa:

$$y_2 = 0.45 \times \frac{6.35}{1.20^2} \Longrightarrow y_2 = 2.61\ m$$

5.4.4.3. Longitud de resalto hidráulico

Aplicando la fórmula general de Schoklitsch para vertederos:

$$L = 5 \times (y_2 - y_1)$$

La longitud del tramo de tranquilización:

$$L_t = 5 \times (2.61 - 1.20) \Longrightarrow L_t = 7.03\ m$$

5.4.4.4. Enrocado de protección al final del resalto

La longitud está dada por la fórmula de Bligh:

$$L_s = L_t - L_o$$

$$L_t = 0.67 \times C \times (D_b \times q)^{1/2}$$

$$L_o = 0.60 \times C \times {D_1}^{1/2}$$

Donde:

$C = 3$: Coeficiente de Lane

$D_b = 1.90\ m$: Altura comprendida entre la cota de cresta de barraje y aguas abajo

$D_1 = 0.00\ m$

Reemplazando:

$$L_t = 0.67 \times 3 \times (1.90 \times 6.35)^{1/2} \Longrightarrow L_t = 6.98\ m$$

$$L_o = 0.60 \times 3 \times 0^{1/2} \Longrightarrow L_o = 0.00\ m$$

$$L_s = 6.98 - 0 \Longrightarrow L_s = 6.98\, m$$

5.4.4.5. Tamaño de roca en rampa rugosa

$Q_{unitario} = 6.35\ m^3/s/m$ Caudal unitario

$h_m = 1.88\, m$ (Ver Figura 43)

$d_s = 1.20\, m$ Diámetro roca

$$q = 2.8 \times {h_m}^{3/2} \times \log\left(\frac{h_m}{0.175 \times d_s}\right) \Longrightarrow q = 25.64\, m^3/s$$

$v_{mc} = 7.59\ m^3/s$ (Ver Figura 44)

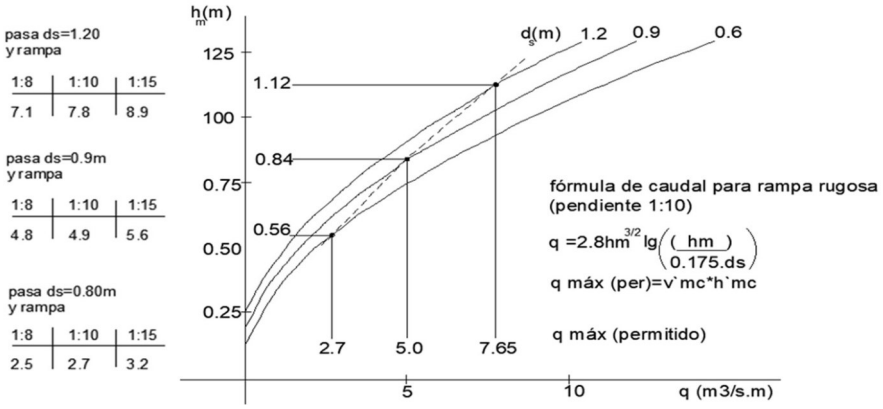
$v'_{mc} = 0.90 \times v_{mc} \Longrightarrow v'_{mc} = 6.83\ m^3/s$

$h'_{mc} = 1.12\ m^3/s$ (Ver Figura 44)

$q_{\max perm.} = 8.50\ m^3/s$

Figura 43

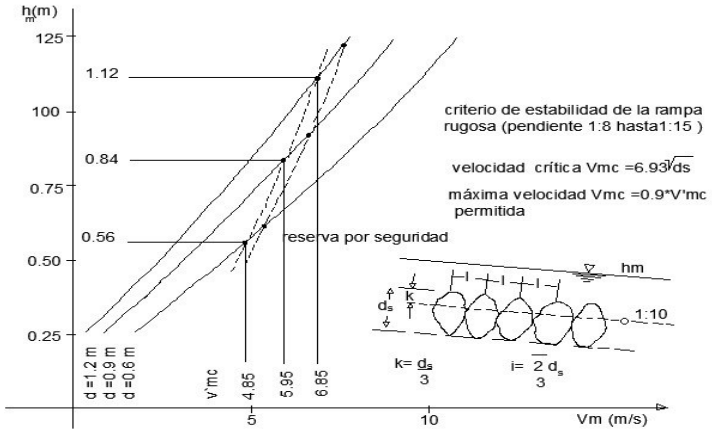
Diagrama de dimensionamiento con los límites de admisión máximo permitido q, en m3/hs



Nota: Se muestra la distribución de rocas por zonas en la rampa rugosa del barraje fijo. Adaptado de *Regularización y control de ríos* (Schröder, 1994).

Figura 44

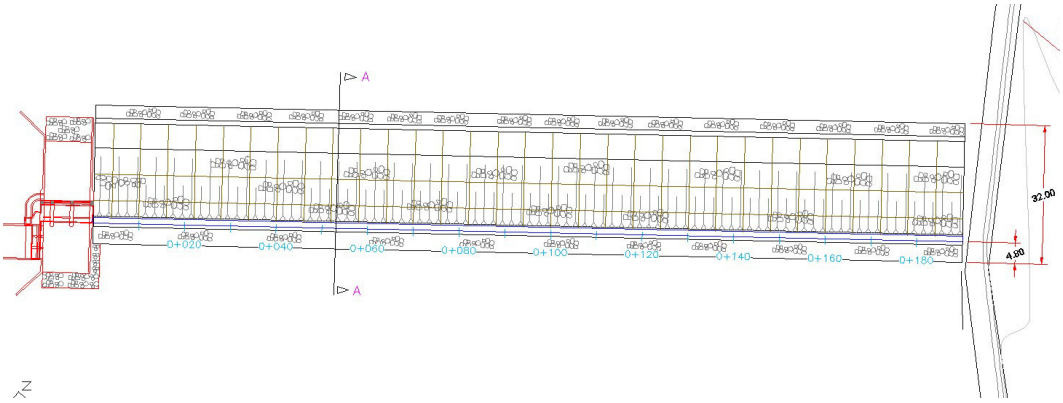
Diagrama de dimensionamiento con los límites de admisión, velocidad (vmc), en m3/hs



Nota: Se muestra la distribución de rocas por zonas en la rampa rugosa del barraje fijo. Adaptado de *Regularización y control de ríos* (Schröder, 1994).

Figura 45

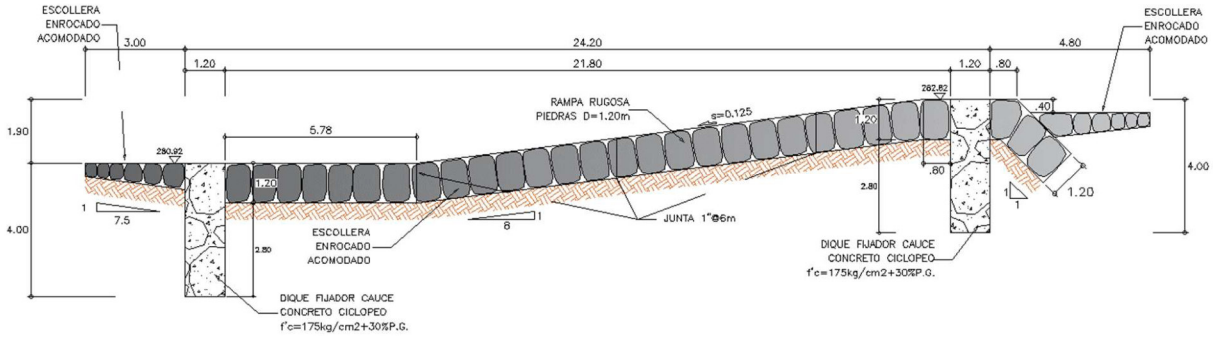
Esquema del barraje fijo, de 200 metros de longitud



Nota: Elaboración propia.

Figura 46

Sección transversal del barraje fijo, corte A-A



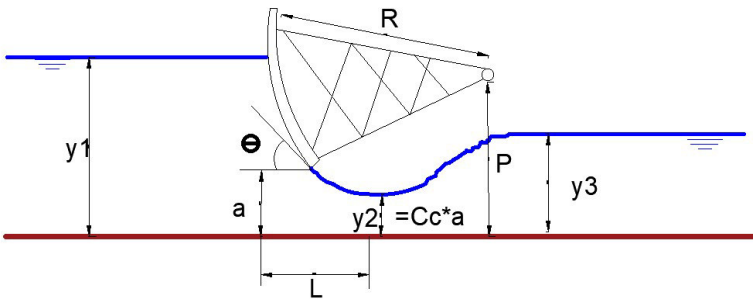
Nota: Elaboración propia.

5.4.5. Cálculo del barraje móvil

Se diseñó unos muros para el barraje móvil en el margen izquierdo del río las compuertas radiales de regulación. Luego, la toma mediante una ventana de captación y muro de encauce de concreto armado. Finalmente, un desripiador y canal de limpia para evitar el ingreso de sedimentos al canal de conducción (Ver Figura 47).

Figura 47

Parámetros de cálculo para la compuerta móvil



Nota: Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (Chow, 1994).

Caudal de diseño: $Q_{máx} = 1269.40\ m^3/s$

5.4.5.1. Distribución de caudales

$$Q = Q_{barraje} + Q_{compuertas\ de\ limpia}$$

5.4.5.1.1. Caudal del barraje móvil

$$Q_{barraje} = C \times L \times H^{1.5}$$

Donde:

$C = 2.00$ Coeficiente de gasto

$b = 190.00\ m$ Ancho de barraje fijo

Carga de agua máxima sobre el barraje fijo:

$$H = \left(\frac{Q_{máx} \times 0.95}{C \times b}\right)^{2/3} \Longrightarrow H = 2.16$$

Finalmente, el caudal del barraje móvil es:

$$Q_{barraje} = 2.00 \times 190.00 \times 2.16^{1.5} \Longrightarrow Q_{barraje} = 1205.55\ m^3/s$$

5.4.5.1.2. Caudal de la compuerta de limpia

$$Q_{compuertas\ de\ limpia} = m \times a \times b \times \left(2 \times g \times (1.8 + H - e \times a)\right)^{0.5}$$

Donde:

$a = 1.20\ m$ Altura de cada compuerta de limpia

$b = 8.40\ m$ Ancho total de las compuertas de limpia

$e = 0.60$ Coeficiente de contracción de los orificios

$m = 0.70$

Reemplazando:

$$Q_{compuertas\ de\ limpia} = 0.70 \times 1.20 \times 8.40 \times \left(2 \times 9.81 \times (1.8 + 2.16 - 0.60 \times 1.20)\right)^{0.5}$$

$$\Longrightarrow Q_{compuertas\ de\ limpia} = 56.25\ m^3/s$$

Por lo que el caudal total es:

$$Q = Q_{barraje} + Q_{compuertas\ de\ limpia} = 1205.55 + 56.25 \Longrightarrow Q = 1261.80\ m^3/s$$

Siendo aproximadamente igual al caudal de diseño.

5.4.5.1.3. Velocidad en canal de limpia

$$v_o = 1.5 \times C \times d^{0.5}$$

Donde:

$C = 4.00$

$d = 0.05\ m$

Reemplazando: $v_o = 1.5 \times 4.00 \times 0.05^{0.5} \Longrightarrow v_o = 1.34\ m/s$

5.4.5.1.4. Pendiente en canal de limpia

$$I = n^2 \times \frac{g^{10/9}}{q^{2/9}}$$

Donde:

$n = 0.14$

$g = 9.81\ m/s^2$

$q = \frac{56.25}{8.40} \Longrightarrow q = 6.70\ m^3/s/m$

Reemplazando:

$$I = 0.14^2 \times \frac{9.81^{10/9}}{6.70^{2/9}} \Longrightarrow I = 0.16\ m/m$$

Por lo que la pendiente mínima en el canal de limpia $I = 0.16\ m/m$

5.4.6. Cálculo de la ventana de captación

5.4.6.1. Funcionamiento de la ventana como vertedero

$$Q = C \times L \times h^{3/2}$$

Donde:

$C = 1.84$ Coeficiente de vertedero

$L = 2.40\ m$ Ancho de ventana de captación

$h = 0.50\ m$ Carga máxima en la ventana de captación

Reemplazando: $Q = 1.84 \times 2.40 \times 0.50^{3/2}$

$\Longrightarrow Q = 1.56\ m^3/s$ Caudal máximo por la ventana de captación

$n = 3.00$ Número de ventanas de captación

Por lo que el caudal total que transita hacia el canal de conducción es:

$$Q_{total} = 1.56 \times 3 \Longrightarrow Q_{total} = 4.68\ m^3/s$$

5.4.6.2. Funcionamiento de la ventana como orificio mediante compuerta radial

$$Q = C_d \times a \times b \times (2 \times g \times y_1)^{0.5}$$

Donde:

$a = 0.50\ m$ Altura de ventana de captación

$b = 2.40\ m$ Ancho de ventana de captación

$g = 9.81\ m/s^2$ Aceleración de la gravedad

$y_1 = 2.58\ m$ Tirante máximo en época de avenidas

$C_d = 0.60$ Coeficiente de descarga

Reemplazando: $Q = 0.60 \times 0.50 \times 2.40 \times (2 \times 9.81 \times 2.58)^{0.5}$

$Q = 5.12\ m^3/s$ Caudal de ingreso por la ventana de captación

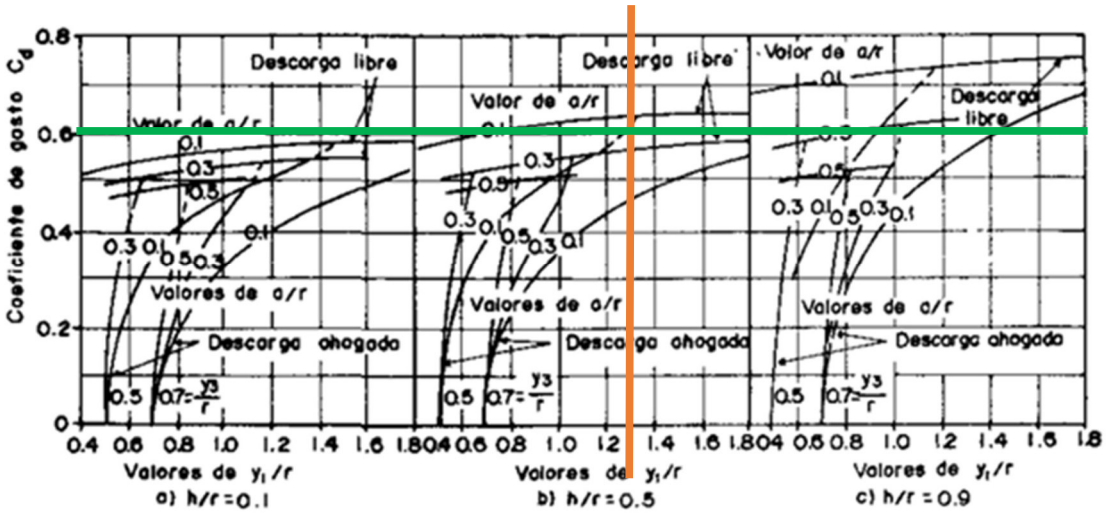
$n = 1.00$ Número de ventanas de captación

Por lo que el caudal total que transita hacia el canal de conducción es:

$$Q_{total} = 5.12 \times 1 \Longrightarrow Q_{total} = 5.12\ m^3/s$$

Figura 48

Coeficiente de gasto de una compuerta radial



Nota: Adaptado de Toach (1955).

5.4.6.3. Cálculo de y_3

Y3 es el tirante que se presenta en el canal de aproximación.

Pendiente de canal de aproximación "s" = 0.0005 m/m

Ancho de canal de aproximación "A" = 3.50 m

Caudal de canal aproximación "Q" = 4.68 m^3/s

Tirante calculado en canal de aproximación "Y3" = 1.15 m (hallado mediante el programa Hcanales).

5.4.6.4. Cálculo de valores

Altura desde fondo de canal y centro de radio de compuerta "h" = 1.00 m

Radio de la compuerta "r" = 2.00 m

h/r = 0.50

Y1 / r = 1.3

Y3 / r = 0.6

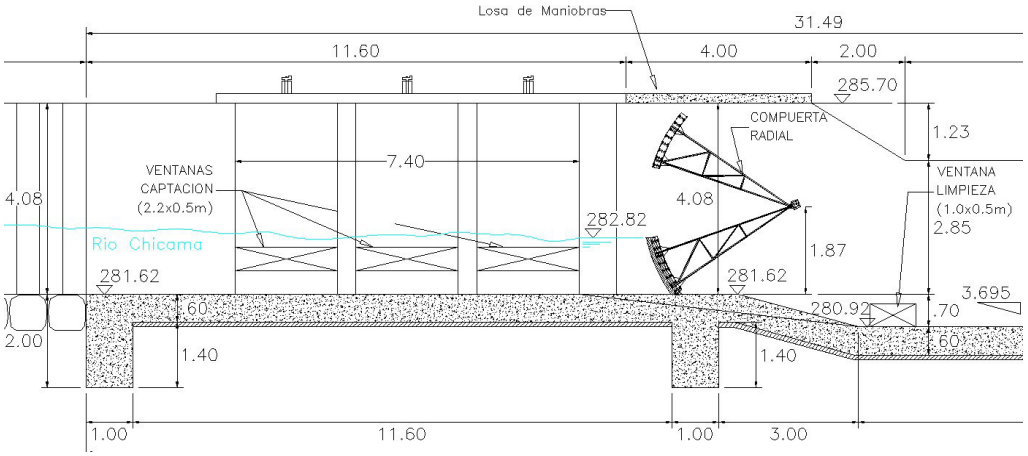
a / r = 0.25

Del grafico se trata de una descarga libre, donde:

Cd = 0.60

Figura 49

Coeficiente de gasto de una compuerta radial



Nota: El barraje móvil permite regular el nivel del agua hacia las ventanas de captación. Elaboración propia.

Tabla 84

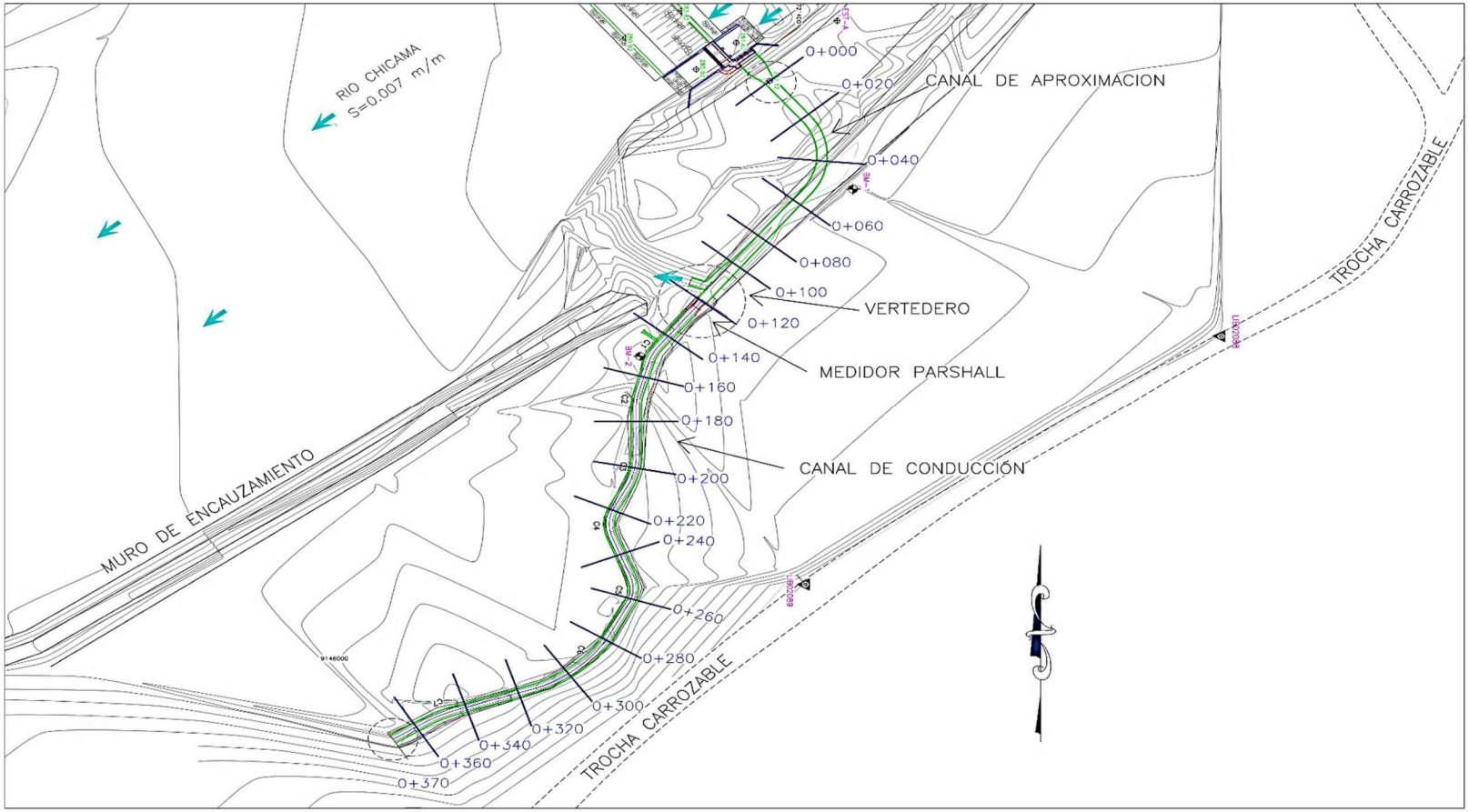
Características geométricas e hidráulicas de canal de conducción

nº de tramo	progresiva		Long. Tramo	tipo de sección	Pendiente	caudal	Coef. de Manning	tirante de agua	altura de muro	borde libre	ancho plantilla	talud muro	espejo de agua	velocidad	Nº de Froude	Tipo de flujo
	De Km	A Km	Km		m/m	M^3/S		m	m	m	m		m	m/s		
1	**0+000**	**0+250**	**0.25**	**1**	**0.004**	**4.00**	**0.015**	**0.609**	**1.2**	**0.59**	**0.59**	**0.5**	**3.01**	**2.43**	**1.05**	**SUPER CRITICO**

Nota: Elaboración propia.

Figura 50

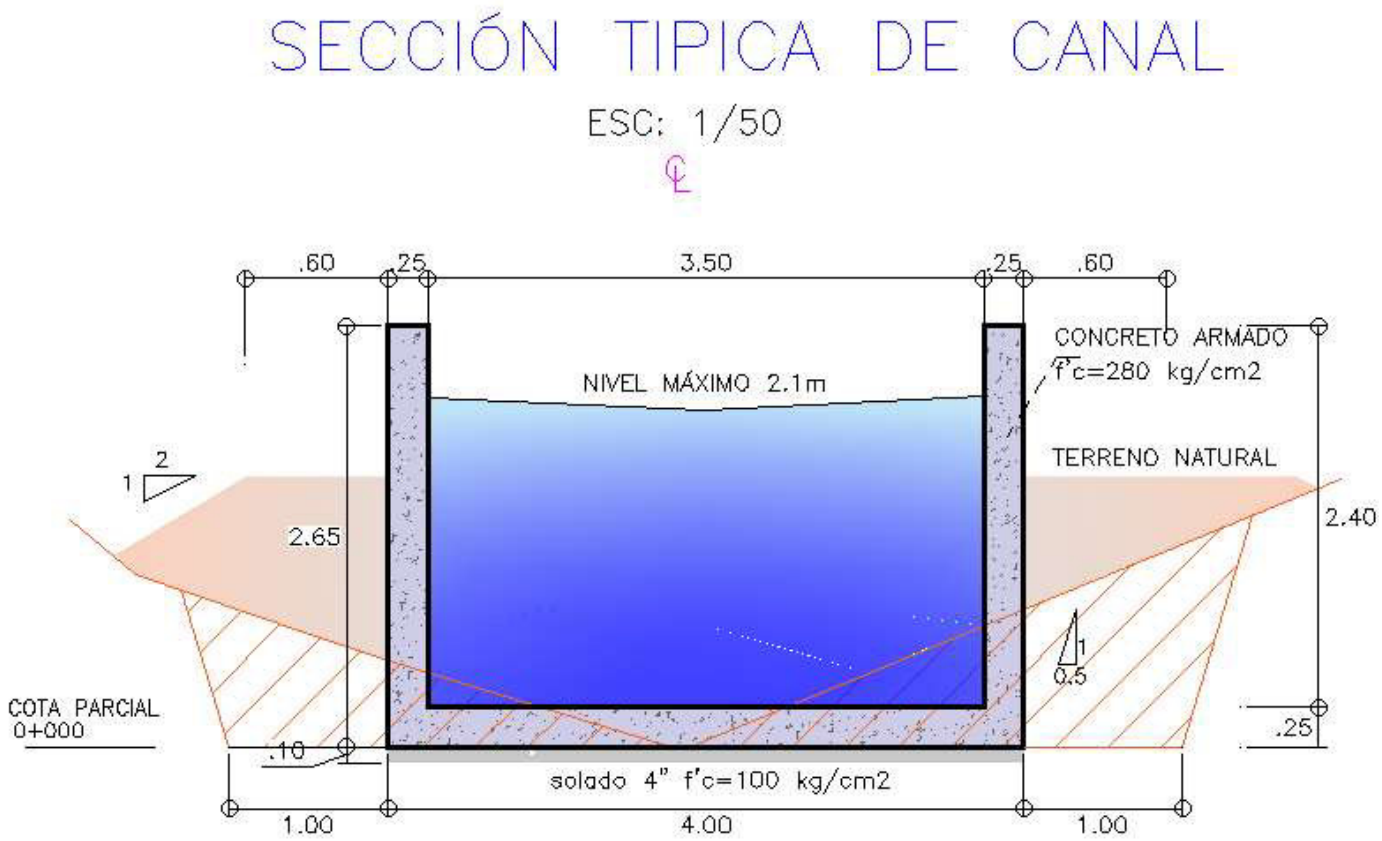
Canal de Aproximación, Vertedero, Medidor Parshall y Canal de Conducción



Nota: Los detalles de las secciones transversal de cada elemento se encuentran en el Anexo C: Planos. Elaboración propia.

Figura 51

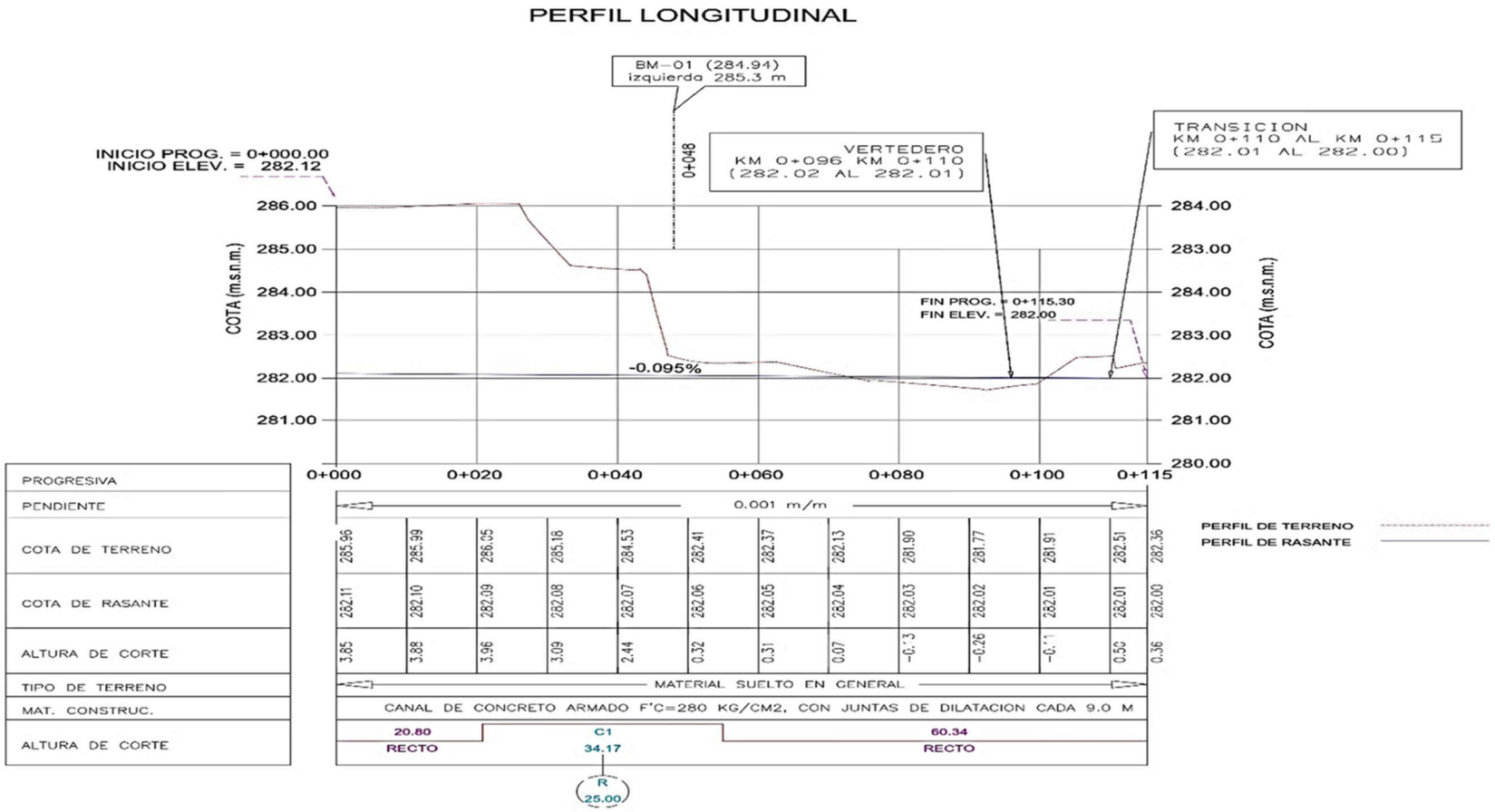
Canal de aproximación-Perfil Longitudinal eje de Perfil Longitudinal : 0+000-0+120Km



Nota: Los detalles de las secciones transversal del canal de aproximación se encuentran en el Anexo C: Planos. Elaboración propia.

Figura 52

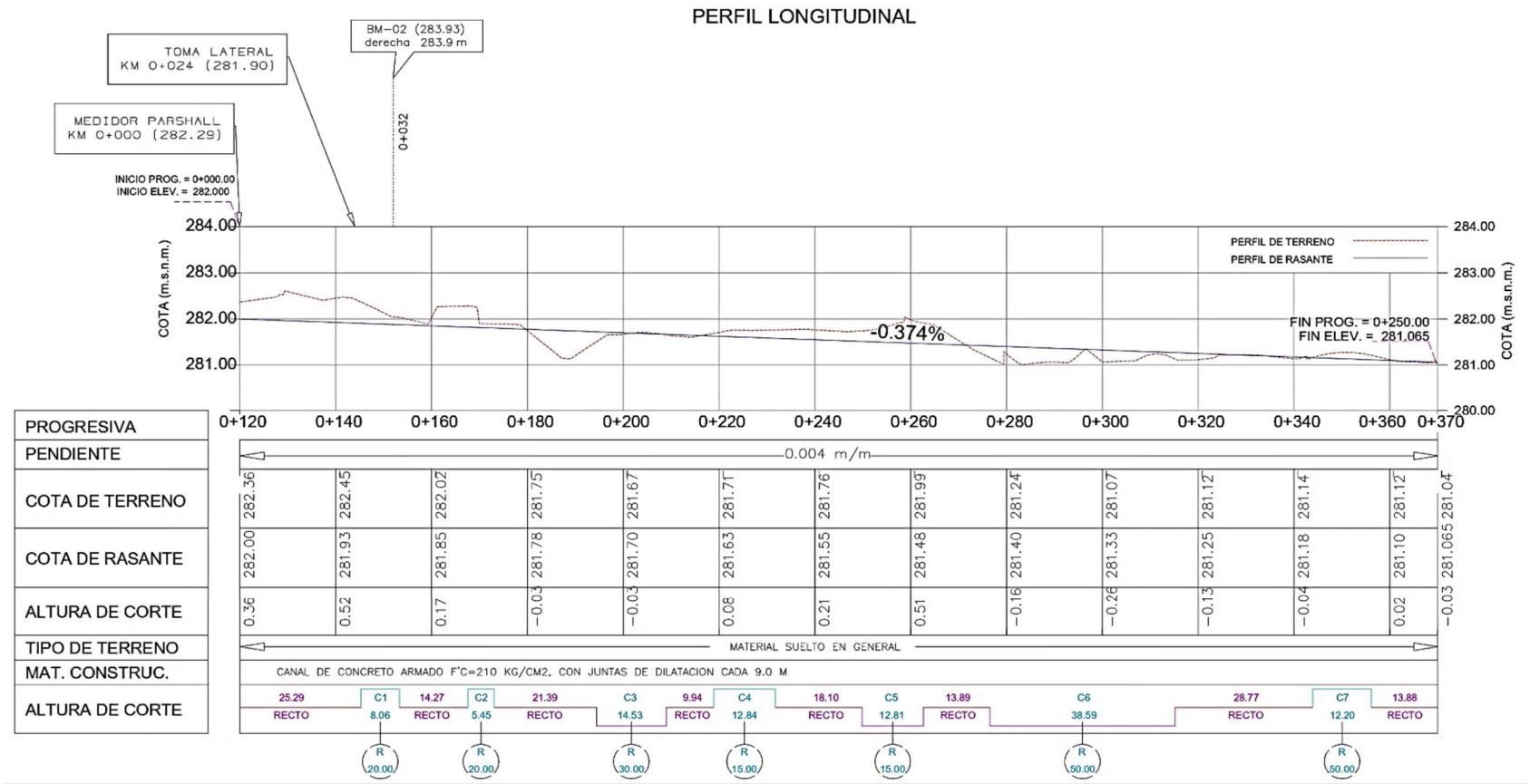
Canal de Aproximación eje de perfil Longitudinal: 0+000-0+120 Km



Nota: Los detalles de la sección longitudinal del canal de aproximación se encuentran en el Anexo C: Planos. Elaboración propia.

Figura 53

Perfil Longitudinal: 0+120-0+370 Km



Nota: Movimiento del Tierra de los Canal de Aproximación, Vertedero, Medidor Parshall y Canal de Conducción-Perfil Longitudinal. Los detalles de la sección longitudinal del canal de aproximación se encuentran en el Anexo C: Planos. Elaboración propia.

Tabla 85

Tabla de corte y relleno canal 0+000-0+115

PROGRESIVA (km)		AREA CORTE (m2)	AREA RELLENO (m2)	VOLUMEN CORTE (m3)	VOLUMEN RELLENO (m3)
	0+000	29.74	1.73	0.00	0.00
0+000	0+010	29.91	1.73	298.25	17.30
0+010	0+020	30.41	1.73	301.60	17.30
0+020	0+030	22.57	1.73	264.90	17.30
0+030	0+040	15.94	1.73	192.55	17.30
0+040	0+050	5.11	1.89	105.25	18.10
0+050	0+060	3.19	1.74	41.50	18.15
0+060	0+070	2.92	1.63	30.55	16.85
0+070	0+080	2.55	1.59	27.35	16.10
0+080	0+090	1.39	1.63	19.70	16.10
0+090	0+100	3.77	1.28	25.80	14.55
0+100	0+110	3.70	1.49	37.35	13.85
0+110	0+115	4.24	1.83	19.85	8.30
TOTAL				**1,364.65**	**1.00**

Nota: Elaboración propia.

Tabla 86

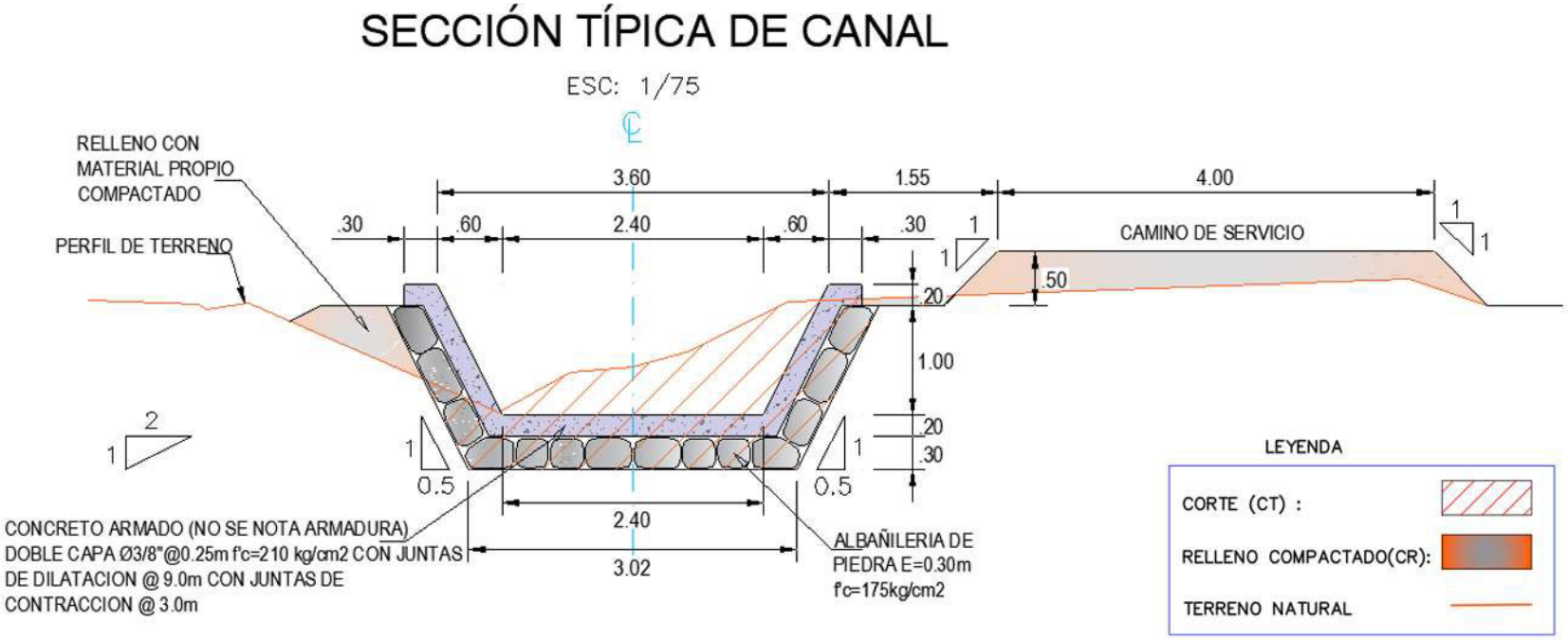
Tabla de corte y relleno canal 0+120-0+370

PROGRESIVA	AREA CORTE (m2)	AREA RELLENO (m2)	VOLUMEN CORTE (m3)	VOLUMEN RELLENO (m3)
0+120	5.53	1.91	0.00	0.00
0+140	4.70	1.59	102.30	35.00
0+160	2.53	1.96	72.30	35.50
0+180	1.46	2.26	39.90	42.20
0+200	2.02	3.31	34.80	55.70
0+220	2.75	2.84	47.70	61.50
0+240	2.71	2.05	54.60	48.90
0+260	3.78	1.14	64.90	31.90
0+280	2.24	1.80	60.20	29.40
0+300	3.31	1.15	55.50	29.50
0+320	5.32	0.12	86.30	12.70
0+340	8.13	0.22	134.50	3.40
0+360	1.96	1.65	100.90	18.70
0+370	1.49	3.90	17.25	27.75
	TOTAL		**871.15**	**432.15**

Nota: Elaboración propia.

Figura 54

Perfil transversal



Nota: Canal de conducción, trapezoidal. Los detalles de la sección transversal del canal de conducción se encuentran en el Anexo C: Planos.

Elaboración propia.

5.4.7. Cálculo del vertedero lateral – fórmula de Weisbach

5.4.7.1. Caudal normal del canal

$Q_n = 4\ m^3/s$ (Caudal normal – diseño de canal)

$B = 3.50\ m$ (Ancho de canal)

$S = 0.0010\ m/m$ (Pendiente de canal)

$n = 0.0150$ (Rugosidad del canal)

$t_n = 0.800\ m$ (Tirante normal – Hallado con Hcanales)

5.4.7.2. Caudal máximo a transitar por el canal de conducción

$Q_u = 4.60\ m^3/s$ (Caudal máximo – diseño de canal)

$t_u = 0.890\ m$ (Tirante – Hallado con Hcanales)

5.4.7.3. Caudal máximo (Qo)

El caudal máximo debe ser de 1.30 (Q_d):

$Q_o = 5.12\ m^3/s$ (Caudal máximo de ingreso en captación)

$t_o = 0.950\ m$ (Tirante)

5.4.7.4. Caudal a evacuar por el vertedero (Q)

$Q = Q_o - Q_u \Longrightarrow Q = 0.52\ m^3/s$

5.4.7.5. Datos de diseño del vertedero lateral

$Q = 0.52\ m^3/s$

$v = 0.95$

$\mu = 0.55$

$g = 9.81\ m/s^2$

$h_o = 0.8h_u = 0.07\ m$

$h_u = t_u - t_n$

$h_u = 0.09\ m$

$h = \frac{ho+hu}{2}$

$h = 0.08\ m$

$$L = \frac{3Q}{2\nu\mu\sqrt{2g} \times h^{1.5}}$$

$L = 14.62\ m$

$L_{asumido} = 15.00\ m$

Debiendo cumplir con las siguientes condiciones:

Condición 1:

$$\frac{Q_o/(t_o \times B)}{\sqrt{g \times t_o}} < 0.75 \Longrightarrow 0.50 < 0.75$$

Condición 2:

$$h_u - h_o < t_u - t_n \Longrightarrow 0.02 < 0.09$$

Por lo que las condiciones fueron cumplidas.

5.4.8. Altura del muro

Según Maninng Strickler

$f = 1.10$ (Coeficiente en función a máxima descarga)

Cálculo de las características del flujo

$t = 1.60\ m$ (Tirante critico encima de barraje)

$BL = 0.66\ m$ (Borde libre)

$h_c = 0.20\ m$ (Calado encima de la ventana para la captación)

$h_v = 0.50\ m$ (Altura de la ventana para la captación)

$h_o = 0.60\ m$ (Altura desde cauce hasta ventana de captación)

$h_{soc} = 1.20\ m$ (Altura de socavación)

$h_m = t + BL + h_c + h_v + h_o + h_{soc}$

$h_m = 4.76\ m$ (Altura del muro)

Se adoptó $h_m = 4.80\ m$

5.4.9. Cálculo de aforador Parshall

Basándose en el principio de Venturi, el ingeniero R.I. Parshall diseñó en el año 1928 un aforador cuya pérdida de cargas es despreciable, no está afectado por la velocidad de aproximación y no se obstruye con arenas. Dicho aforador permite, mediante un cambio de régimen de un flujo subcrítico a un régimen supercrítico, medir el caudal a partir del calado crítico (Krochin, 1986).

$Q = 4.00\ m^3/s$ (Caudal hidráulico de diseño)

$w = 8'$ (Ancho de garganta – ver Tabla 88)

En metros:

$w = 8 \times 0.3048 \Longrightarrow w = 2.44\, m$

Se utilizó la fórmula del caudal en el aforador Parshall:

$$Q = m \times H_a \times n$$

Donde:

H_a : Carga en la entrada de medidor

m y n : Valores que se indican en tablas según ancho de garganta.

Formula de descarga libre para w entre 0.30 a 2.50 m.

$$H_a = \left(\frac{Q}{0.3716 \times w}\right)^{\left(\frac{1}{1.57 \times w^{0.026}}\right)} \Longrightarrow H_a = 2.52'$$

En metros:

$H_a = 2.52 \times 0.3048 \Longrightarrow H_a = 0.768\, m$

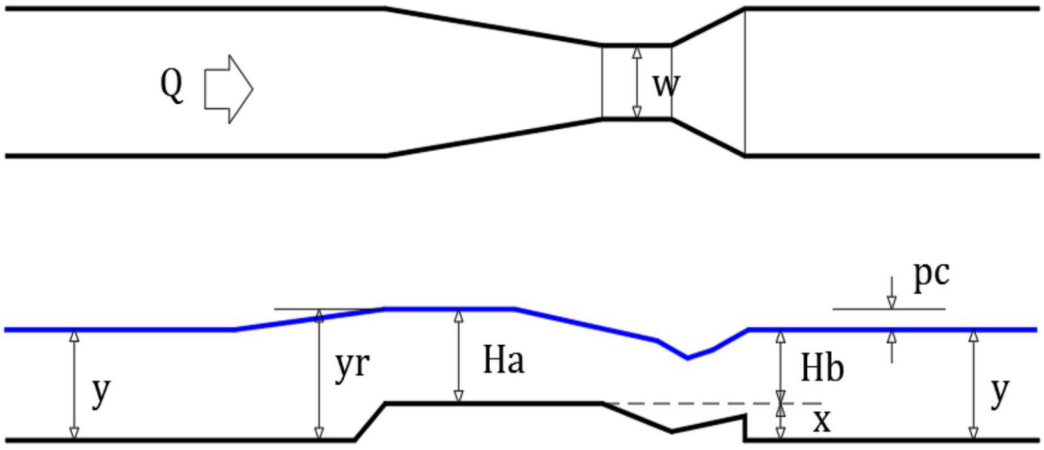
$S = 0.70$ (Grado de sumergencia)

$$\frac{H_b}{H_a} < 70\% \qquad (Descarga\ libre)$$

$H_b = 0.54\, m$

Figura 55

Esquema del aforador Parshall



Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

Por perdidas de carga en ingreso y salida de aforador se aumenta en un 10%

$$x = 1.1(y - H_b)$$

Donde:

$y = 0.80\ m$ (Tirante normal del canal)

$$x = 1.1(0.80 - 0.54) \Longrightarrow x = 0.29\ m$$

$$y_r = x + H_b$$

$$y_r = 0.29 + 0.54 \Longrightarrow y_r = 0.83\ m$$

Las dimensiones finales de estructura son las recomendadas en la Tabla 88:

Tabla 87

Acotamientos de la regla aporcelanada

Ha	Q	Ha	Q
0.05	0.05	0.50	2.01
0.10	0.15	0.55	2.34
0.15	0.29	0.60	2.69
0.20	0.46	0.65	3.06
0.25	0.66	0.70	3.45
0.30	0.88	0.75	3.85
0.35	1.13	**0.80**	**4.27**
0.40	1.40	0.85	4.71
0.45	1.69	0.90	5.16

Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

Tabla 88

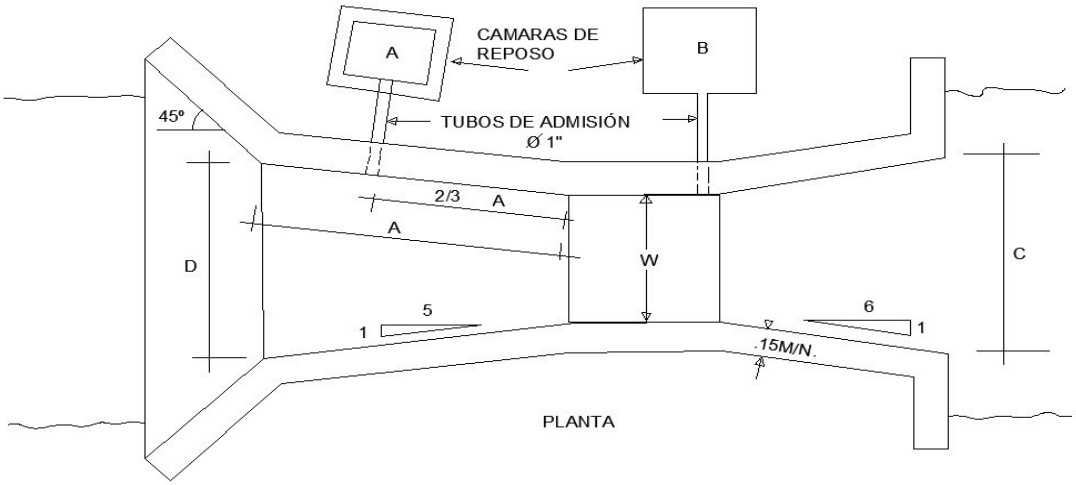
Dimensiones estandarizadas de los aforadores Parshall

W		A	B	C	D	E	F	G	K	N	X	Y	Q. FLUJO LIBRE	
pies	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	MAX (m3/s)	MIN (m3/s)
1/4'	0.076	0.466	0.457	0.178	0.259	0.381	0.152	0.305	0.025	0.057	0.025	0.038	0.034	0.001
1/2'	0.152	0.622	0.610	0.394	0.394	0.457	0.305	0.610	0.076	0.114	0.051	0.076	0.109	0.001
3/4'	0.229	0.881	0.864	0.564	0.550	0.610	0.305	0.457	0.076	0.375	0.051	0.076	0.246	0.003
1'	0.305	1.372	1.343	0.610	0.845	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	0.451	0.010
2'	0.610	1.524	1.495	0.914	1.206	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	0.927	0.019
3'	0.914	1.676	1.645	1.219	1.572	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	1.411	0.027
4'	1.219	1.829	1.794	1.524	1.937	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	1.901	0.036
5'	1.524	1.981	1.943	1.829	2.302	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	2.397	0.062
6'	1.829	2.134	2.093	2.134	2.667	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	2.898	0.074
7'	2.134	2.286	2.242	2.438	3.032	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	3.399	0.114
8'	2.438	2.438	2.391	2.743	3.397	0.914	0.610	0.914	0.076	0.229	0.051	0.076	3.906	0.129
10'	3.048	2.743	4.267	3.658	4.756	1.219	0.914	1.829	0.152	0.343	0.305	0.229	5.600	0.255

Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

Figura 56

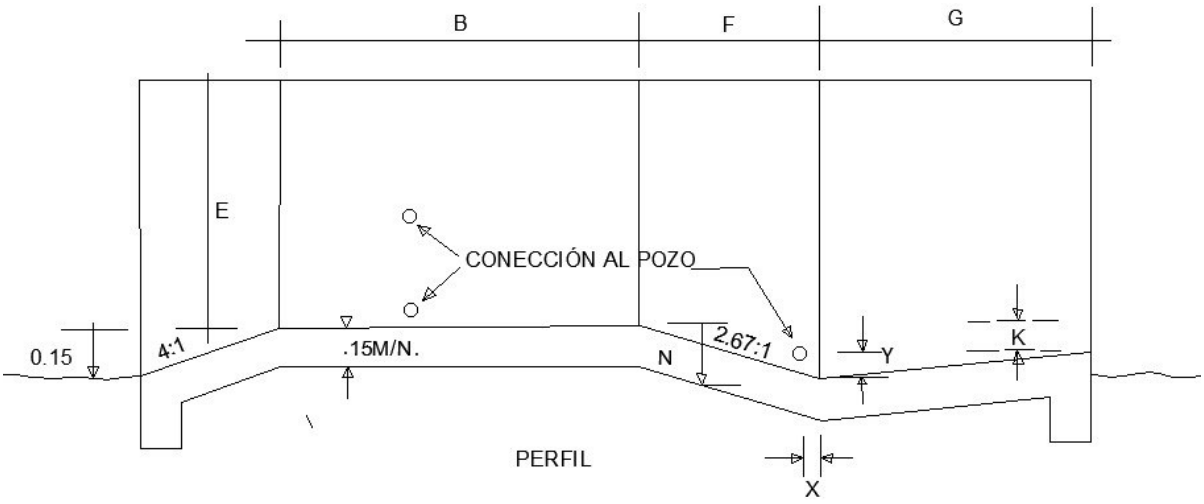
Vista en planta del aforador Parshall



Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

Figura 57

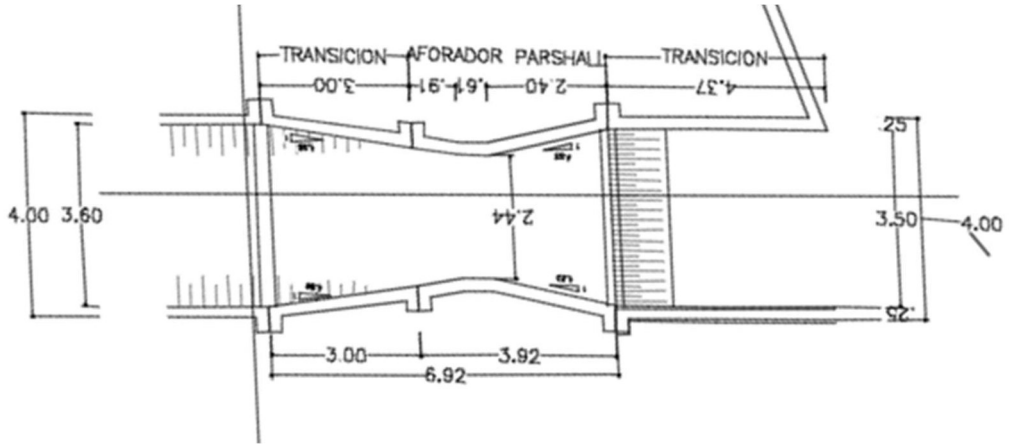
Perfil longitudinal del aforador Parshall



Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

Figura 58

Aforador Parshall con las dimensiones calculadas



Nota: Adaptado del *Manual de diseño de estructuras de aforo* (IMTA, 1988).

5.4.10. Cálculo de toma lateral

Datos básicos:

$y_1 = 0.61\ m$ (Tirante de canal de conducción)

$v_1 = 2.43\ m/s$ (Velocidad en canal de conducción)

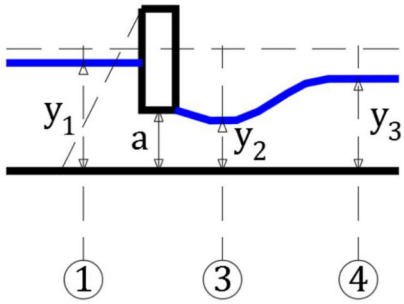
$g = 9.81\ m/s^2$ (Aceleración de la gravedad)

$b = 0.60\ m$ (Ancho de abertura de toma)

$a = 0.30\ m$ (Altura de abertura de ventana – toma)

Figura 59

Esquema de la toma lateral, perfil longitudinal



Nota: Elaboración propia.

Análisis del eje 1

Altura de energía especifica:

$$H_1 = y_1 + \frac{{v_1}^2}{2 \times g} \Longrightarrow H_1 = 0.61 + \frac{2.43^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_1 = 0.91\ m$$

$$E_1 = Z_1 + H_1$$

Donde $Z_1 = 0.00\ m$

$$\Longrightarrow E_1 = 0.91\ m$$

Análisis del eje 2

Perdidas por derivación:

$$P_d = k_d \times \frac{{v_1}^2}{2 \times g}$$

Donde:

$k_d = 0.90$ (Toma perpendicular a canal)

$P_d = 0.90 \times \frac{2.43^2}{2 \times 9.81} \Longrightarrow P_d = 0.27\ m$

5.4.10.1. Balance de energía entre los puntos 1 y 2

$H_2 = H_1 - (Z_2 + P_d)$

Donde $Z_2 = 0.00\ m$

$H_2 = 0.91 - (0 + 0.27) \Longrightarrow H_2 = 0.64\ m$

$E_2 = Z_2 + H_2 + Z_1 \Longrightarrow E_2 = 0.64\ m$

5.4.10.2. Relación carga – orificio (Y1/a)

Se debe cumplir que:

$$\frac{y_1}{a} > 1.40 \Longrightarrow \frac{y_1}{a} = \frac{0.61}{0.30} = 2.03 > 1.40$$

5.4.10.3. Fórmula de orificio

$Q = C_d \times a \times b \times (2 \times g \times y_1)^{0.5}$

Donde: $C_d = 0.60$ (Coeficiente de descarga)

$Q = 0.60 \times 0.30 \times 0.60 \times (2 \times 9.81 \times 0.61)^{0.5} \Longrightarrow Q = 0.37\ m^3/s$

5.4.10.4. Para Y2 según Vedernicov

$y_2 = a \times C_c$

Donde: $C_c = 0.65$ (Coeficiente de contracción)

$y_2 = 0.30 \times 0.65 \Longrightarrow y_2 = 0.20\, m$

$A_2 = y_2 \times b \Longrightarrow A_2 = 0.20 \times 0.60 \Longrightarrow A_2 = 0.12\, m^2$

$v_2 = \frac{Q}{A_2} \Longrightarrow v_2 = \frac{0.37}{0.12} \Longrightarrow v_2 = 3.19\, m/s$

5.4.10.5. Número de Froude

$$F = \frac{v_2}{\sqrt{g \times y_2}}$$

$\Longrightarrow F = \frac{3.19}{\sqrt{9.81 \times 0.20}} \Longrightarrow F = 2.31$ (Flujo Supercrítico)

Análisis del eje 3

El tirante en y_3:

$$y_3 = \frac{y_2}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times F^2} - 1\right)$$

$\Longrightarrow y_3 = \frac{0.20}{2} \times \left(\sqrt{1 + 8 \times 2.31^2} - 1\right) \Longrightarrow y_3 = 0.55\, m$

5.5. Diseño estructural

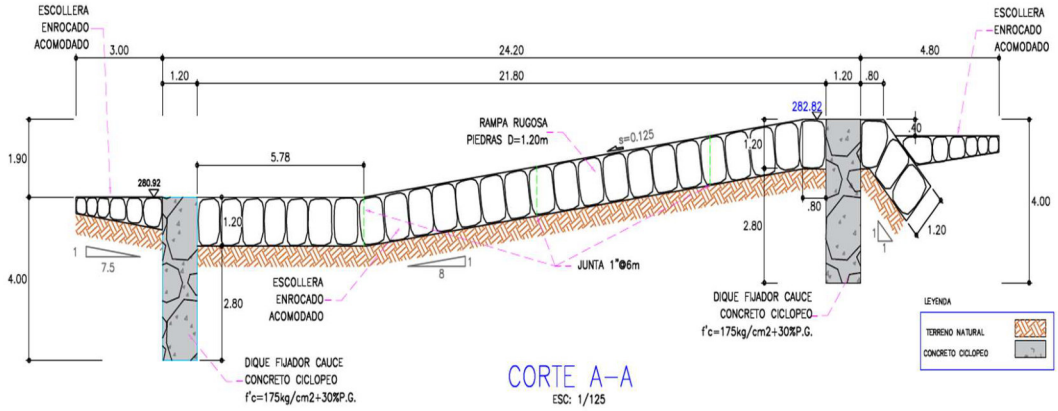
5.5.1. Barraje fijo

5.5.1.1. Resistencia del enrocado a fuerzas de corte

Se tiene la sección típica (Ver Figura 60) y la progresiva de la sección más crítica del barraje fijo (Ver Figura 61).

Figura 60

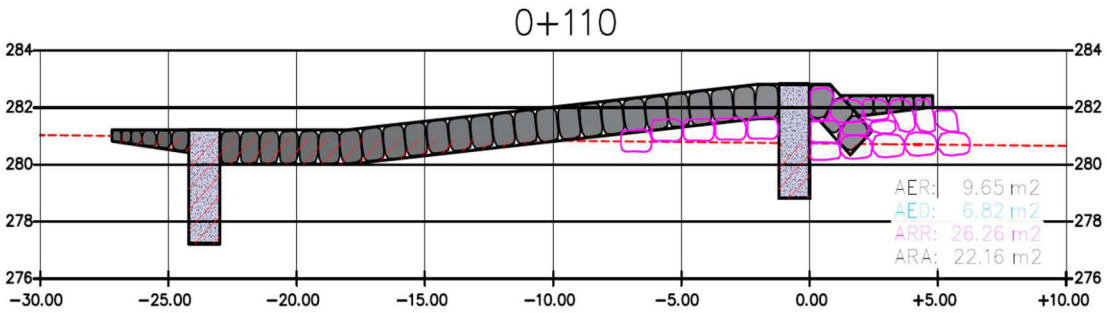
Sección típica del barraje fijo



Nota: Para un mayor detalle, ver Anexo C: Planos. Elaboración propia.

Figura 61

Sección transversal en la progresiva 0+110 del barraje fijo



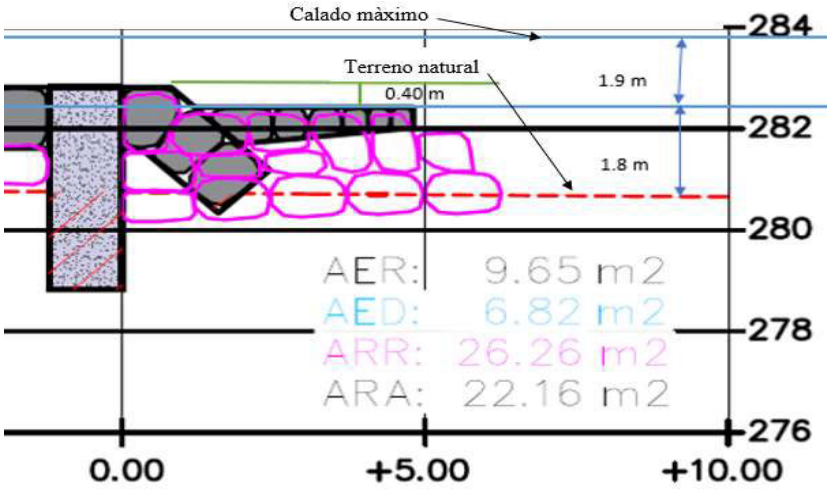
Nota: Para un mayor detalle, ver Anexo C: Planos. Elaboración propia.

5.5.1.1.1. Características físicas del agua

Peso específico: $\gamma_{H_2O} = 1{,}000.00\ kg/m^3 \Longrightarrow \gamma_{H_2O} = 10{,}000\ N/m^3$

Figura 62

Desnivel entre el barraje fijo y el lecho de río, con el calado del río

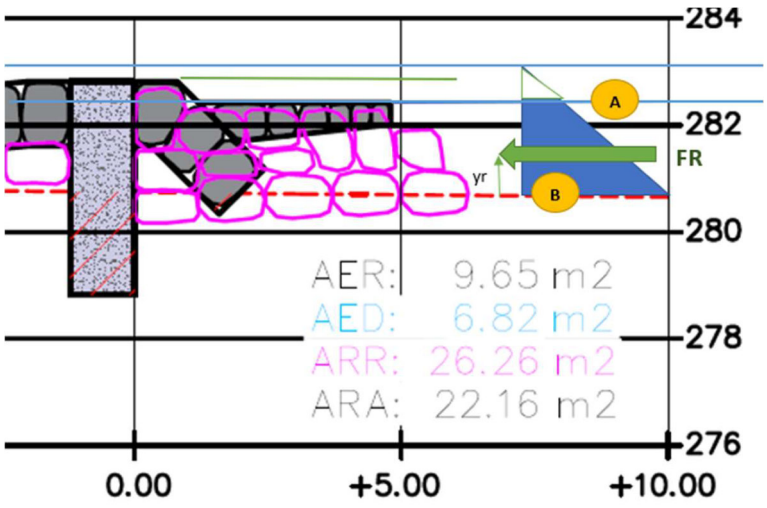


Nota: Elaboración propia.

Calado: $z = 1.80 + 1.90 \Longrightarrow z = 3.70\ m$

Figura 63

Esfuerzos de empuje del río sobre la cama de enrocado en el barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

Presión del agua en el punto A:

$$P_a = \gamma_{H_2O} \times z_a \Longrightarrow P_a = 10{,}000 \times 1.90 \Longrightarrow P_a = 19{,}000\ N/m^2$$

Presión del agua en el punto B:

$$P_b = \gamma_{H_2O} \times z_b \Longrightarrow P_b = 10{,}000 \times 3.70 \Longrightarrow P_b = 37{,}000 \ N/m^2$$

Para un ancho constante de $B = 1.00\ m$:

$$W_a = P_a \times B \Longrightarrow W_a = 19{,}000 \times 1.00 \Longrightarrow W_a = 19{,}000 \ N/m$$

$$W_b = P_b \times B \Longrightarrow W_b = 37{,}000 \times 1.00 \Longrightarrow W_b = 37{,}000 \ N/m$$

Por lo que la fuerza resultante es:

$$F_R = \frac{1}{2} \times (19{,}000 + 37{,}000) \times 1.80 \Rightarrow F_R = 50{,}400\ N$$

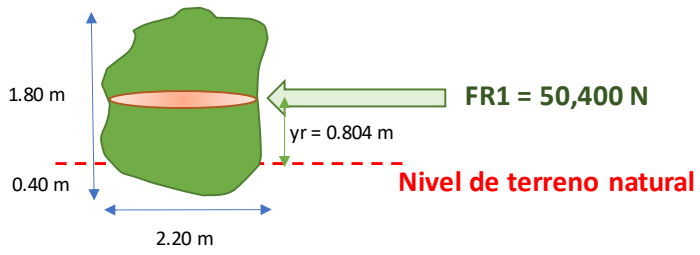
Y dicha fuerza actúa en:

$$y_r = \frac{1}{3} \times \left(\frac{19{,}000 \times 2 + 37{,}000}{19{,}000 + 37{,}000}\right) \times 1.80 \Rightarrow y_r = 0.804\ m$$

Altura de enrocado: $h_{enrocado} = 1.80 + 0.40 \Longrightarrow h_{enrocado} = 2.20\ m$

Figura 64

Fuerza cortante sobre el enrocado



Nota: Elaboración propia.

5.5.1.1.2. Características físicas del enrocado (Cantera de roca)

Densidad: $\rho_{Roca} = 2.665\ gr/cm^3 \Longrightarrow \rho_{Roca} = 2{,}665\ kg/m^3$

Peso específico: $\gamma_{Roca} = 2{,}6650\ N/m^3$

Resistencia a esfuerzos de compresión:

$\sigma_{Roca} = 128.1\ MPa \Longrightarrow \sigma_{Roca} = 128'100{,}000\ N/m^2$

Para un ancho constante de $B = 1.00\ m$:

Fuerza cortante en el enrocado:

$V_{Roca} = \sigma_{Roca} \times h_{enrocado} \times B \Longrightarrow V_{Roca} = 128'100{,}000 \times 2.20 \times 1.00$

$\Longrightarrow V_{Roca} = 281'200{,}000\ N$

Factor de seguridad: $FS = 4.00$

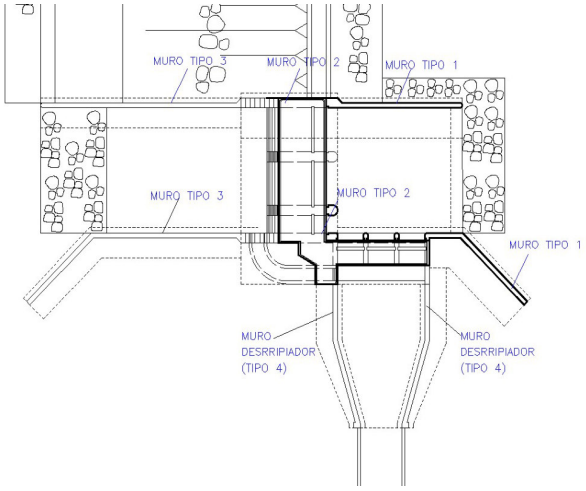
$V_{Roca} = \frac{281200000}{4.00} \Longrightarrow V_{Roca} = 70'300{,}000\ N > 50{,}400\ N = F_R$

Por tanto, el enrocado resiste los esfuerzos de corte causados por la presión del agua.

5.5.2. Muro de captación

Figura 65

Vista en planta de los tipos de muros de captación



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.1. Muro de captación tipo 1 (H = 4.68 m)

5.5.2.1.1. Parámetros geomecánicos del suelo - terraplén

Peso unitario del suelo: $\gamma_{suelo} = 1{,}685.00\ kgf/cm^3$

Ángulo del terraplén con la horizontal: $\beta = 0.00°$

Ángulo de fricción interna: $\theta = 33.40°$

Ángulo de fricción muro – suelo: $\delta = 0.00°$

Coeficiente de empuje activo – Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$$

$$\Longrightarrow K_a = \frac{1 - \sin 33.40°}{1 + \sin 33.40°} = 0.29$$

Sobrecargas: $S/C = 500.00\ kg/m^2$

Coeficiente de empuje pasivo – Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin\theta}{1 - \sin\theta}$$

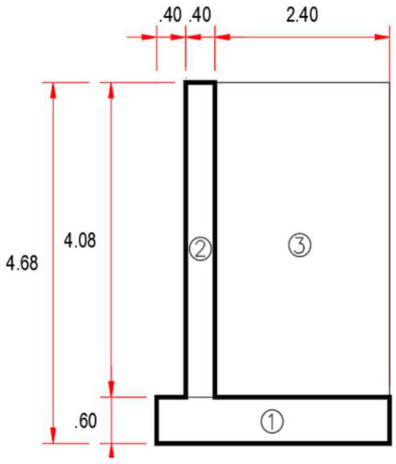
$$\Longrightarrow K_p = \frac{1 + \sin 33.40°}{1 - \sin 33.40°} = 3.45$$

Coeficiente de rozamiento muro – suelo: $\mu = 0.55$

Peso unitario del material del muro: $\gamma_{muro} = 2{,}400.00\ kgf/m^3$

Figura 66

Muro tipo 1



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.1.2. Dimensiones del muro y cálculos de equilibrio estático

Área 1 (Concreto): $b = 3.20\ m$, $h = 0.60\ m$, $A_1 = 3.20 \times 0.60 \Longrightarrow A_1 = 1.920\ m^2$

Área 2 (Concreto): $b = 0.40\ m$, $h = 4.08\ m$, $A_2 = 0.40 \times 4.08 \Longrightarrow A_2 = 1.632\ m^2$

Área 3 (Suelo): $b = 2.40\ m$, $h = 4.08\ m$, $A_3 = 2.40 \times 4.08 \Longrightarrow A_3 = 9.792\ m^2$

Altura de zapata: 0.60 m

Tabla 89

Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 1

Efecto	Fuerza (kgf)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kgf-m)
Empuje activo	4,068.92 kgf	1.36	5,533.74 kgf-m
Total	4,068.92 kgf		5,533.74 kgf-m

Nota: Elaboración propia.

Tabla 90

Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 1

Elemento	Fuerza (kgf)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kgf-m)
1	4,608.00	1.60	7,372.80
2	3,916.80	2.60	10,183.68
3	14,881.92	1.20	17,858.30
Total =	23,406.72 kgf		35,414.78 kgf-m

Nota: Elaboración propia.

5.5.2.1.3. Resultado del análisis de estabilidad

Fuerza resistente: $F_R = 23{,}406.72\ kgf$

Fuerza deslizante: $F_V = 4{,}068.92\ kgf$

Factor de seguridad (Deslizamiento): $FS > 1.50$

$$FS = \frac{\mu \times F_R}{F_V} \Longrightarrow FS = \frac{0.55 \times 23{,}406.72}{4{,}068.92} \Longrightarrow FS = 3.16 > 1.50$$

Momento resistente: $M_R = 35{,}414.78\ kgf - m$

Momento volcante: $M_V = 5{,}533.74\ kgf - m$

Factor de seguridad (Volteo): $FS > 2.00$

$$FS = \frac{M_R}{M_V} \Longrightarrow FS = \frac{35{,}414.78}{5{,}533.74} \Longrightarrow FS = 6.36 > 2.00$$

Posición de la resultante en la base:

$$x = \frac{M_R - M_V}{F_R} \Longrightarrow x = \frac{35{,}414.78 - 5{,}533.74}{23{,}406.72} \Longrightarrow x = 1.277\ m$$

Excentricidad:

$$e_I = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6}$$

$$\Longrightarrow e_I = \frac{3.20}{2} - 1.277 \Longrightarrow e_I = 0.323\ m < 0.533\ m = \frac{B}{6}$$

Capacidad admisible del terreno: $\sigma = 6.13\ \ kgf/cm^2$

Presión en extremo externo (punta): $\sigma_{máx} < \sigma$

$$q_{t1} = \frac{F_R/100}{B \times 100} + \frac{F_R \times e_I \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = \frac{23{,}406.72/100}{3.20 \times 100} + \frac{23{,}406.72 \times 0.323 \times 100 \times 3.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = 1.175\ \ kgf/cm^2 < 6.13\ \ kgf/cm^2 = \sigma$$

Presión en extremo interno (talón): $\sigma_{mín} > 0$

$$q_{t2} = \frac{F_R/100}{B \times 100} - \frac{F_R \times e_l \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = \frac{23{,}406.72/100}{3.20 \times 100} - \frac{23{,}406.72 \times 0.323 \times 100 \times 3.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = 0.288\ kgf/cm^2 > 0$$

5.5.2.1.4. Cálculo de la armadura del muro

Parámetros para el diseño de la armadura:

Esfuerzo de compresión del concreto: $f'_c = 280\ kg/cm^2$

Esfuerzo tracción del acero de refuerzo: $f_y = 4200\ kg/cm^2$

Espesor de pantalla – inferior: $b = 40.00\ cm$

Espesor de corona: $b_1 = 40.00\ cm$

Recubrimiento: $r = 5.00\ cm$

Ancho de base – pantalla: $b_2 = 40.00\ cm$

Peralte pantalla – inferior: $d = 55.00\ cm$

Altura de zapata: $h_1 = 60.00\ cm$

Peralte zapata – inferior: $d = 55.00\ cm$

Diseño de la armadura de la pantalla principal:

Empuje de terreno:

$$H_1 = \frac{\gamma_{suelo} \times K_a \times {b_{área\ 2}}^2}{2} \Longrightarrow H_1 = \frac{1{,}685.00 \times 0.29 \times 4.08^2}{2}$$

$$\Longrightarrow H_1 = 4{,}068.92\ kgf$$

Sobrecarga:

$$H_2 = (S/C) \times K_a \times b_{área\ 2} \Longrightarrow H_2 = 500.00 \times 0.29 \times 4.08$$

$$\Longrightarrow H_2 = 591.86\ kgf$$

Momento en la base de la pantalla:

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{H_1 \times h_{área\ 2}}{3}\right) + \frac{H_2 \times h_{área\ 2}}{2}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{4{,}068.92 \times 4.08}{3}\right) + \frac{591.86 \times 4.08}{2}$$

$M_u = 11{,}459.93\ kgf - m$

Área de acero requerido – base de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 11{,}459.93 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 5.56\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del muro:

$$A_{smín(Vertical)} = \left(0.0018 \times 100 \times \frac{b_2}{2}\right) \times 2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 7.20\ cm^2 > 5.56\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{7.20/1.98} \Longrightarrow S = 0.275\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 5/8" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0025 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizonta\ )} = 10.00\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.00/(1.98\times2)} \Longrightarrow S = 0.396\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la base de la pantalla: $V_c > V_u$

$V_u = 1.7 \times (H_1 + H_2) \Longrightarrow V_u = 1.7 \times (4{,}068.92 + 591.86) \Longrightarrow V_u = 7{,}923.326\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$

$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 7{,}923.326\ kgf = V_u$

Diseño de la Armadura del Talón Posterior

$$W_{u1} = 1.40 \times (\gamma_{suelo} \times h_{área\ 3} + \gamma_{concreto} \times h_{área\ 1}) + 1.70 \times (S/C)$$

$\Longrightarrow W_{u1} = 1.40 \times (1{,}685.00 \times 4.08 + 2{,}400.00 \times 0.60) + 1.70 \times (500.00)$

$W_{u1} = 12{,}490.72\ kg/m$ Carga hacia abajo

$q_{t1} = 11{,}749.97\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

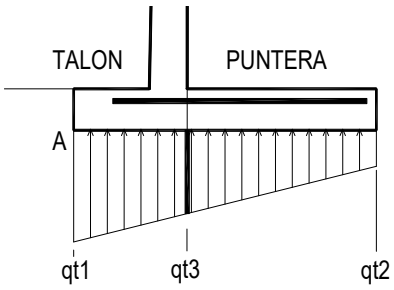
$q_{t2} = 2{,}879.23\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3}}{b_{área\ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 9{,}532.29\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón posterior

Figura 67

Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 1



Nota: Elaboración propia.

Momento en la cara del talón posterior - pantalla

$$M_u = \left(\frac{W_{u1} \times {b_{área\ 3}}^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{q_{t3} \times {b_{área\ 3}}^2}{6} + \frac{q_{t2} \times {b_{área\ 3}}^2}{3}\right)$$

$$M_u = \left(\frac{12{,}490.72 \times 2.40^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{9{,}532.29 \times 2.40^2}{6} + \frac{2{,}879.23 \times 2.40^2}{3}\right)$$

$$M_u = 11{,}018.79\ kgf - m$$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 11{,}018.79 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 5.35\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 5.35\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/\ .98} \Longrightarrow S = 0.183\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 5/8" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.80\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.98} \Longrightarrow S = 0.183\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara del talón – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = W_{u1} \times b_{área\ 3} - 1.7 \times \frac{(q_{t2} + q_{t3}) \times b_{área\ 3}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 12{,}490.72 \times 2.40 - 1.7 \times \frac{(2{,}879.23 + 9{,}532.29) \times 2.40}{2}$$

$\Longrightarrow V_u = 4{,}658.24\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$

$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 4{,}658.24\ kgf = V_u$

Diseño de la armadura de la punta

$q_{t1} = 11{,}749.97\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

$q_{t2} = 2{,}879.23\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3} + b_{área\ 2}}{b_{área\ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 10{,}641.13\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón anterior

$I_{ta} = b_{área\ 3} - b_{área\ 2} - b_{área\ 1} \Longrightarrow I_{ta} = 0.40\ m$

Momento en la cara del talón anterior – pantalla

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{q_{t1} \times {I_{ta}}^2}{3}\right) + \frac{q_{t3} \times {I_{ta}}^2}{6}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{11{,}749.97 \times 0.40^2}{3}\right) + \frac{10{,}641.13 \times 0.40^2}{6}$$

$M_u = 1{,}547.73\ kgf - m$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 1{,}547.73 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 0.75\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times h_1$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 0.75\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 5/8\ " \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.98} \Longrightarrow S = 0.183\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 5/8" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.80\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 5/8\ " \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.98} \Longrightarrow S = 0.183\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara de la punta – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = 1.70 \times \frac{(q_{t1} + q_{t3}) \times I_{ta}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 1.70 \times \frac{(11{,}749.97 + 10{,}641.13) \times 0.40}{2}$$

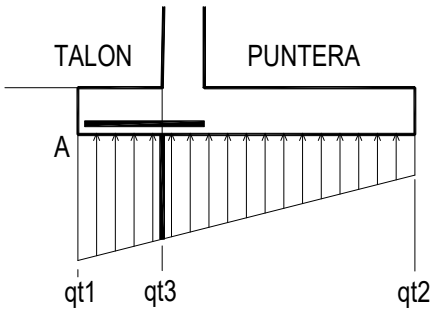
$$\Longrightarrow V_u = 7{,}612.98\ kgf$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 7{,}612.98\ kgf = V_u$$

Figura 68

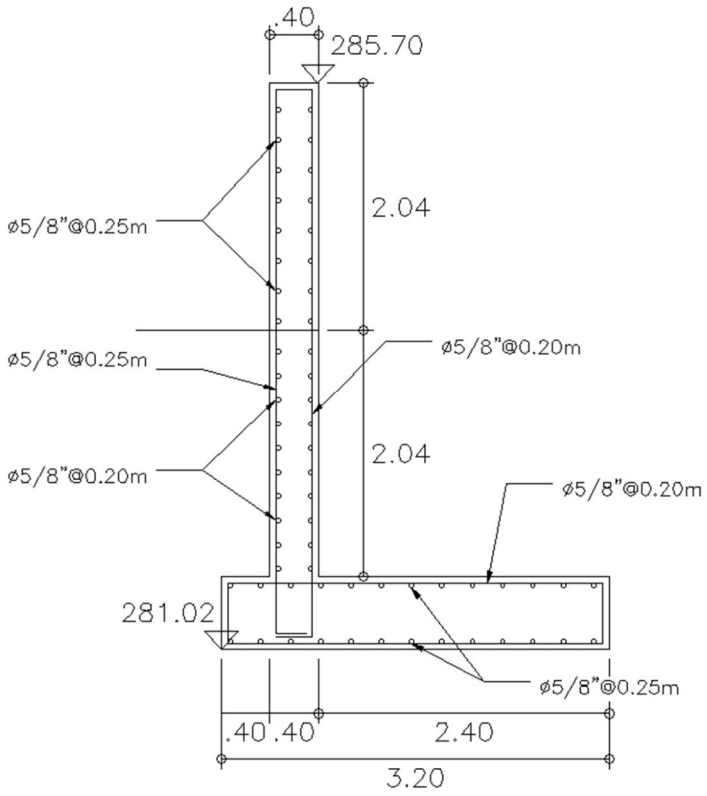
Armadura en el Talón del muro tipo 1



Nota: Elaboración propia.

Figura 69

Distribución de acero en el muro tipo 1



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.2. Muro de captación tipo 2 (H = 5.58 m)

5.5.2.2.1. Parámetros geomecánicos del suelo - terraplén

Peso unitario del suelo: $\gamma_{suelo} = 1{,}685.00\ kgf/cm^3$

Ángulo del terraplén con la horizontal: $\beta = 0.00°$

Ángulo de fricción interna: $\theta = 33.40°$

Ángulo de fricción muro – suelo: $\delta = 0.00°$

Coeficiente de empuje activo – Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$$

$$\Longrightarrow K_a = \frac{1 - \sin 33.40°}{1 + \sin 33.40°} = 0.29$$

Sobrecargas: $S/C = 500.00\ kg/m^2$

Coeficiente de empuje pasivo – Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin\theta}{1 - \sin\theta}$$

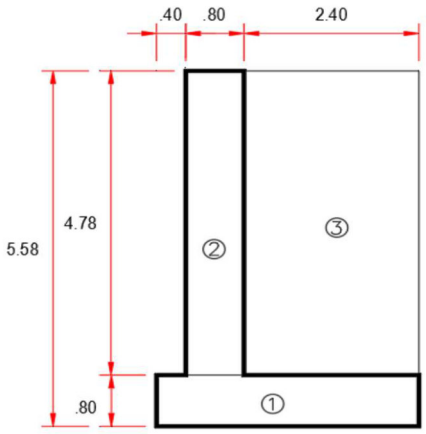
$$\Longrightarrow K_p = \frac{1 + \sin 33.40°}{1 - \sin 33.40°} = 3.45$$

Coeficiente de rozamiento muro – suelo: $\mu = 0.55$

Peso unitario del material del muro: $\gamma_{muro} = 2{,}400.00\ kgf/m^3$

Figura 70

Muro tipo 2



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.2.2. Dimensiones del muro y cálculos de equilibrio estático

Área 1 (Concreto): $b = 3.60\ m$, $h = 0.80\ m$, $A_1 = 3.60 \times 0.80 \Longrightarrow A_1 = 2.880\ m^2$

Área 2 (Concreto): $b = 0.80\ m$, $h = 4.78\ m$, $A_2 = 0.80 \times 4.78 \Longrightarrow A_2 = 3.824\ m^2$

Área 3 (Suelo): $b = 2.40\ m$, $h = 4.78\ m$, $A_3 = 2.40 \times 4.78 \Longrightarrow A_3 = 11.472\ m^2$

Altura de zapata: 0.60 m

Tabla 91

Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 2

Efecto	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kg-m)
Empuje activo	5,584.90	1.59	8,898.60
Total	5,584.90 kg		8,898.60 kg-m

Nota: Elaboración propia.

Tabla 92

Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 2

Elemento	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca	Momento (kg-m)
1	6,912.00	1.80m.	12,441.60
2	9,177.60	2.80m.	25,697.28
3	17,712.72	1.20m.	21,255.26
Total =	33,802.32 kg		59,394.14 kg-m

Nota: Elaboración propia.

5.5.2.2.3. Resultado del análisis de estabilidad

Fuerza resistente: $F_R = 33{,}802.32\ kgf$

Fuerza deslizante: $F_V = 5{,}584.90\ kgf$

Factor de seguridad (Deslizamiento): $FS > 1.50$

$$FS = \frac{\mu \times F_R}{F_V} \Longrightarrow FS = \frac{0.55 \times 33{,}802.32}{5{,}584.90} \Longrightarrow FS = 3.33 > 1.50$$

Momento resistente: $M_R = 59{,}394.14\ kgf - m$

Momento volcante: $M_V = 8{,}898.60\ kgf - m$

Factor de seguridad (Volteo): $FS > 2.00$

$$FS = \frac{M_R}{M_V} \Longrightarrow FS = \frac{59{,}394.14}{8{,}898.60} \Longrightarrow FS = 6.67 > 2.00$$

Posición de la resultante en la base:

$$x = \frac{M_R - M_V}{F_R} \Longrightarrow x = \frac{59{,}394.14 - 8{,}898.60}{33{,}802.32} \Longrightarrow x = 1.494\ m$$

Excentricidad:

$$e_I = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6}$$

$$\Longrightarrow e_I = \frac{3.60}{2} - 1.494 \Longrightarrow e_I = 0.306\ m < 0.600\ m = \frac{B}{6}$$

Capacidad admisible del terreno: $\sigma = 6.13\ kgf/cm^2$

Presión en extremo externo (punta): $\sigma_{máx} < \sigma$

$$q_{t1} = \frac{F_R/100}{B \times 100} + \frac{F_R \times e_l \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = \frac{33{,}802.32/100}{3.60 \times 100} + \frac{33{,}802.32 \times 0.306 \times 100 \times 3.60 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.60 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = 1.418\ kgf/cm^2 < 6.13\ kgf/cm^2 = \sigma$$

Presión en extremo interno (talón): $\sigma_{mín} > 0$

$$q_{t2} = \frac{F_R/100}{B \times 100} - \frac{F_R \times e_l \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = \frac{33{,}802.32/100}{3.60 \times 100} - \frac{33{,}802.32 \times 0.306 \times 100 \times 3.60 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.60 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = 0.460\ kgf/cm^2 > 0$$

5.5.2.2.4. Cálculo de la armadura del muro

Parámetros para el diseño de la armadura:

Esfuerzo de compresión del concreto: $f'_c = 280\ kg/cm^2$

Esfuerzo tracción del acero de refuerzo: $f_y = 4200\ kg/cm^2$

Espesor de pantalla – inferior: $b = 80.00\ cm$

Espesor de corona: $b_1 = 80.00\ cm$

Recubrimiento: $r = 7.50\ cm$

Ancho de base – pantalla: $b_2 = 80.00\ cm$

Peralte pantalla – inferior: $d = 75.00\ cm$

Altura de zapata: $h_1 = 80.00\ cm$

Peralte zapata – inferior: $d = 75.00\ cm$

Diseño de la armadura de la pantalla principal:

Empuje de terreno:

$$H_1 = \frac{\gamma_{suelo} \times K_a \times {b_{área\ 2}}^2}{2} \Longrightarrow H_1 = \frac{1{,}685.00 \times 0.29 \times 4.78^2}{2}$$

$$\Longrightarrow H_1 = 5{,}584.90\ kgf$$

Sobrecarga:

$$H_2 = (S/C) \times K_a \times b_{área\ 2} \Longrightarrow H_2 = 500.00 \times 0.29 \times 4.78$$

$$\Longrightarrow H_2 = 693.41\ kgf$$

Momento en la base de la pantalla:

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{H_1 \times h_{área\ 2}}{3}\right) + \frac{H_2 \times h_{área\ 2}}{2}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{5{,}584.90 \times 4.78}{3}\right) + \frac{693.41 \times 4.78}{2}$$

$M_u = 17{,}944.93\ kgf - m$

Área de acero requerido – base de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 17{,}944.93 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 75^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 75$$

$$\Longrightarrow A_s = 6.38\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del muro:

$$A_{smín(Vertical)} = \left(0.0018 \times 100 \times \frac{b_2}{2}\right) \times 2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 14.40\ cm^2 > 6.38\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 3/4\," \Longrightarrow \phi = 1.905\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.905)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 2.85\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{14.40/2.85} \Longrightarrow S = 0.198\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 3/4" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0025 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 20.00\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{20.00/(1.98\times 2)} \Longrightarrow S = 0.198\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la base de la pantalla: $V_c > V_u$

$V_u = 1.7 \times (H_1 + H_2) \Longrightarrow V_u = 1.7 \times (5{,}584.90 + 693.41) \Longrightarrow V_u = 10{,}673.112\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 75$

$\Longrightarrow V_c = 56{,}537.30\ kgf > 10{,}673.112\ kgf = V_u$

Diseño de la Armadura del Talón Posterior

$$W_{u1} = 1.40 \times (\gamma_{suelo} \times h_{área\ 3} + \gamma_{concreto} \times h_{área\ 1}) + 1.70 \times (S/C)$$

$\Longrightarrow W_{u1} = 1.40 \times (1{,}685.00 \times 4.78 + 2{,}400.00 \times 0.80) + 1.70 \times (500.00)$

$W_{u1} = 14{,}814.02\ kg/m$ Carga hacia abajo

$q_{t1} = 14{,}180.57\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

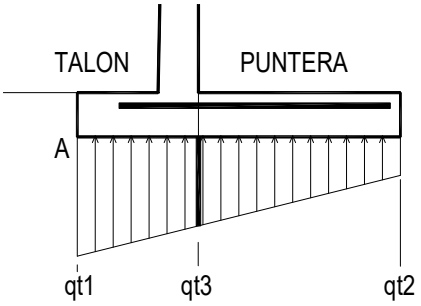
$q_{t2} = 4{,}598.50\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3}}{b_{área\ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 10{,}986.54\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón posterior

Figura 71

Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 2



Nota: Elaboración propia.

Momento en la cara del talón posterior - pantalla

$$M_u = \left(\frac{W_{u1} \times {b_{área\ 3}}^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{q_{t3} \times {b_{área\ 3}}^2}{6} + \frac{q_{t2} \times {b_{área\ 3}}^2}{3}\right)$$

$$M_u = \left(\frac{14{,}814.02 \times 2.40^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{10{,}986.54 \times 2.40^2}{6} + \frac{4{,}598.50 \times 2.40^2}{3}\right)$$

$$M_u = 9{,}724.83\ kgf - m$$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 9{,}724.83 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 75^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 75$$

$$\Longrightarrow A_s = 3.44\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 14.40\ cm^2 > 3.44\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 3/4\," \Longrightarrow \phi = 1.905\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.905)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 2.85\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{14.40/\ .85} \Longrightarrow S = 0.198\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 3/4" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizonta\ )} = 14.40\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 3/4\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{14.40/1.98} \Longrightarrow S = 0.138\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara del talón – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = W_{u1} \times b_{área\ 3} - 1.7 \times \frac{(q_{t2} + q_{t3}) \times b_{área\ 3}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 14{,}814.02 \times 2.40 - 1.7 \times \frac{(4{,}598.50 + 10{,}986.54) \times 2.40}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 3{,}760.16\ kgf$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 75$$

$$\Longrightarrow V_c = 56{,}537.30\ kgf > 3{,}760.16\ kgf = V_u$$

Diseño de la armadura de la punta

$q_{t1} = 14{,}180.57\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

$q_{t2} = 4{,}598.50\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3} + b_{área\ 2}}{b_{áre\ \ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 13{,}115.89\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón anterior

$I_{ta} = b_{área\ 3} - b_{área\ 2} - b_{área\ 1} \Longrightarrow I_{ta} = 0.40\ m$

Momento en la cara del talón anterior – pantalla

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{q_{t1} \times {I_{ta}}^2}{3}\right) + \frac{q_{t3} \times {I_{ta}}^2}{6}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{14{,}180.57 \times 0.40^2}{3}\right) + \frac{13{,}115.89 \times 0.40^2}{6}$$

$$M_u = 1{,}880.29\ kgf - m$$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 1{,}880.29 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 75^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 75$$

$$\Longrightarrow A_s = 0.66\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times h_1$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 14.40\ cm^2 > 0.75\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 3/4\," \Longrightarrow \phi = 1.905\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.905)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 2.85\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{14.40/\ .85} \Longrightarrow S = 0.198\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 3/4" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 14.40\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 5/8\," \Longrightarrow \phi = 1.5875\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.5875)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.98\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{14.40/1.98} \Longrightarrow S = 0.138\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 5/8" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara de la punta – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = 1.70 \times \frac{(q_{t1} + q_{t3}) \times I_{ta}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 1.70 \times \frac{(14{,}180.57 + 13{,}115.89) \times 0.40}{2}$$

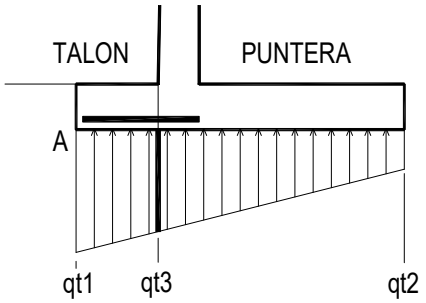
$\Longrightarrow V_u = 9{,}280.80\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 75$

$$\Longrightarrow V_c = 56{,}537.30\ kgf > 9{,}280.80\ kgf = V_u$$

Figura 72

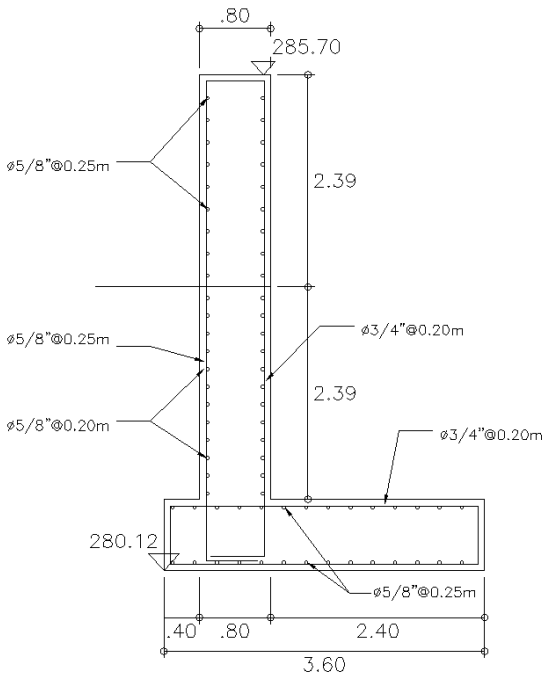
Armadura en el Talón del muro tipo 2



Nota: Elaboración propia.

Figura 73

Distribución de acero en el muro tipo 2



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.3. Muro de captación tipo 3 (H = 4.15 m)

5.5.2.3.1. Parámetros geomecánicos del suelo – terraplén

Peso unitario del suelo: $\gamma_{suelo} = 1{,}685.00\ kgf/cm^3$

Ángulo del terraplén con la horizontal: $\beta = 0.00°$

Ángulo de fricción interna: $\theta = 33.40°$

Ángulo de fricción muro – suelo: $\delta = 0.00°$

Coeficiente de empuje activo – Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$$

$$\Longrightarrow K_a = \frac{1 - \sin 33.40°}{1 + \sin 33.40°} = 0.29$$

Sobrecargas: $S/C = 500.00\ kg/m^2$

Coeficiente de empuje pasivo – Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin\theta}{1 - \sin\theta}$$

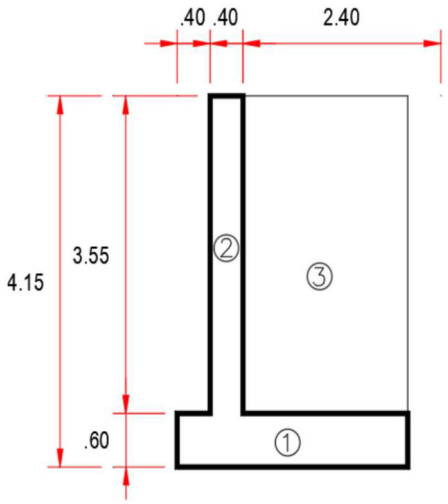
$$\Longrightarrow K_p = \frac{1 + \sin 33.40°}{1 - \sin 33.40°} = 3.45$$

Coeficiente de rozamiento muro – suelo: $\mu = 0.55$

Peso unitario del material del muro: $\gamma_{muro} = 2{,}400.00\ kgf/m^3$

Figura 74

Muro tipo 3



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.3.2. Dimensiones del muro y cálculos de equilibrio estático

Área 1 (Concreto): $b = 3.20\ m$, $h = 0.60\ m$, $A_1 = 3.20 \times 0.60 \Longrightarrow A_1 = 1.920\ m^2$

Área 2 (Concreto): $b = 0.40\ m$, $h = 3.55\ m$, $A_2 = 0.40 \times 3.55 \Longrightarrow A_2 = 1.420\ m^2$

Área 3 (Suelo): $b = 2.40\ m$, $h = 3.55\ m$, $A_3 = 2.40 \times 3.55 \Longrightarrow A_3 = 8.52\ m^2$

Altura de zapata: 0.60 m

Tabla 93

Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 3

Efecto	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kg-m)
Empuje activo	3,080.46	1.18	3,645.21
Total	3,080.46 kg		3,645.21 kg-m

Nota: Elaboración propia.

Tabla 94

Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 3

Elemento	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kg-m)
1	4,608.00	1.60	7,372.80
2	3,408.00	2.60	8,860.80
3	12,738.60	1.20	15,286.32
Total =	20,754.60 kg		31,519.92 kg-m

Nota: Elaboración propia.

5.5.2.3.3. Resultados del análisis de estabilidad

Fuerza resistente: $F_R = 20{,}754.60\ kgf$

Fuerza deslizante: $F_V = 3{,}080.46\ kgf$

Factor de seguridad (Deslizamiento): $FS > 1.50$

$$FS = \frac{\mu \times F_R}{F_V} \Longrightarrow FS = \frac{0.55 \times 20{,}754.60}{3{,}080.46} \Longrightarrow FS = 3.71 > 1.50$$

Momento resistente: $M_R = 31{,}519.92\ kgf - m$

Momento volcante: $M_V = 3{,}645.21\ kgf - m$

Factor de seguridad (Volteo): $FS > 2.00$

$$FS = \frac{M_R}{M_V} \Longrightarrow FS = \frac{31{,}519.92}{3{,}645.21} \Longrightarrow FS = 8.65 > 2.00$$

Posición de la resultante en la base:

$$x = \frac{M_R - M_V}{F_R} \Longrightarrow x = \frac{31{,}519.92 - 3{,}645.21}{20{,}754.60} \Longrightarrow x = 1.343\ m$$

Excentricidad:

$$e_I = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6}$$

$$\Longrightarrow e_I = \frac{3.20}{2} - 1.343 \Longrightarrow e_I = 0.257\ m < 0.533\ m = \frac{B}{6}$$

Capacidad admisible del terreno: $\sigma = 6.13\ kgf/cm^2$

Presión en extremo externo (punta): $\sigma_{máx} < \sigma$

$$q_{t1} = \frac{F_R/100}{B \times 100} + \frac{F_R \times e_I \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = \frac{20{,}754.60/100}{3.20 \times 100} + \frac{20{,}754.60 \times 0.257 \times 100 \times 3.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = 0.961\ kgf/cm^2 < 6.13\ kgf/cm^2 = \sigma$$

Presión en extremo interno (talón): $\sigma_{mín} > 0$

$$q_{t2} = \frac{F_R/100}{B \times 100} - \frac{F_R \times e_I \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = \frac{20{,}754.60/100}{3.20 \times 100} - \frac{20{,}754.60 \times 0.257 \times 100 \times 3.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (3.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = 0.34\ kgf/cm^2 > 0$$

5.5.2.3.4. Cálculo de la armadura del muro

Parámetros para el diseño de la armadura:

Esfuerzo de compresión del concreto: $f'_c = 280\ kg/cm^2$

Esfuerzo tracción del acero de refuerzo: $f_y = 4200\ kg/cm^2$

Espesor de pantalla – inferior: $b = 40.00\ cm$

Espesor de corona: $b_1 = 40.00\ cm$

Recubrimiento: $r = 5.00\ cm$

Ancho de base – pantalla: $b_2 = 40.00\ cm$

Peralte pantalla – inferior: $d = 55.00\ cm$

Altura de zapata: $h_1 = 60.00\ cm$

Peralte zapata – inferior: $d = 55.00\ cm$

Diseño de la armadura de la pantalla principal:

Empuje de terreno:

$$H_1 = \frac{\gamma_{suelo} \times K_a \times {b_{área\ 2}}^2}{2} \Longrightarrow H_1 = \frac{1{,}685.00 \times 0.29 \times 3.55^2}{2}$$

$$\Longrightarrow H_1 = 3{,}080.46\ kgf$$

Sobrecarga:

$$H_2 = (S/C) \times K_a \times b_{área\ 2} \Longrightarrow H_2 = 500.00 \times 0.29 \times 3.55$$

$$\Longrightarrow H_2 = 514.98\ kgf$$

Momento en la base de la pantalla:

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{H_1 \times h_{área\ 2}}{3}\right) + \frac{H_2 \times h_{área\ 2}}{2}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{3{,}080.46 \times 3.55}{3}\right) + \frac{514.98 \times 3.55}{2}$$

$M_u = 7{,}750.81\ kgf - m$

Área de acero requerido – base de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 7{,}750.81 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 3.75\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del muro:

$$A_{smín(Vertical)} = \left(0.0018 \times 100 \times \frac{b_2}{2}\right) \times 2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 7.20\ cm^2 > 3.75\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{7.20/1.27} \Longrightarrow S = 0.176\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0025 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.00\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.00/(1.27\times 2)} \Longrightarrow S = 0.254\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la base de la pantalla: $V_c > V_u$

$V_u = 1.7 \times (H_1 + H_2) \Longrightarrow V_u = 1.7 \times (3{,}080.46 + 514.98) \Longrightarrow V_u = 6{,}112.247\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$

$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 6{,}112.247\ kgf = V_u$

Diseño de la Armadura del Talón Posterior

$$W_{u1} = 1.40 \times (\gamma_{suelo} \times h_{área\ 3} + \gamma_{concreto} \times h_{área\ 1}) + 1.70 \times (S/C)$$

$\Longrightarrow W_{u1} = 1.40 \times (1{,}685.00 \times 3.55 + 2{,}400.00 \times 0.60) + 1.70 \times (500.00)$

$W_{u1} = 11{,}240.45\ kg/m$ Carga hacia abajo

$q_{t1} = 9{,}610.41\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

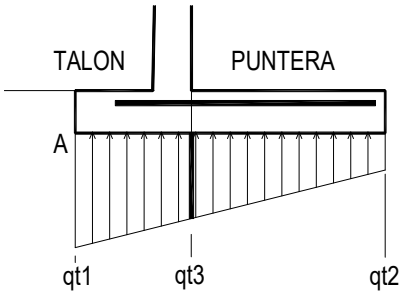
$q_{t2} = 3{,}361.21\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3}}{b_{área\ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 8{,}048.11\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón posterior

Figura 75

Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 3



Nota: Elaboración propia.

Momento en la cara del talón posterior - pantalla

$$M_u = \left(\frac{W_{u1} \times {b_{área\ 3}}^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{q_{t3} \times {b_{área\ 3}}^2}{6} + \frac{q_{t2} \times {b_{área\ 3}}^2}{3}\right)$$

$$M_u = \left(\frac{11{,}240.45 \times 2.40^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{8{,}048.11 \times 2.40^2}{6} + \frac{3{,}361.21 \times 2.40^2}{3}\right)$$

$$M_u = 8{,}266.98\ kgf - m$$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 8{,}266.98 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 4.00\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 4.00\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\ " \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 14.40\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\ " \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara del talón – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = W_{u1} \times b_{área\ 3} - 1.7 \times \frac{(q_{t2} + q_{t3}) \times b_{área\ 3}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 11{,}240.45 \times 2.40 - 1.7 \times \frac{(3{,}361.21 + 8{,}048.11) \times 2.40}{2}$$

$\Longrightarrow V_u = 3{,}702.06\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$

$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 3{,}702.06\ kgf = V_u$

Diseño de la armadura de la punta

$q_{t1} = 9{,}610.41\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

$q_{t2} = 3{,}361.21\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{\text{área } 3} + b_{\text{área } 2}}{b_{\text{área } 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 8{,}829.26\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón anterior

$I_{ta} = b_{\text{área } 3} - b_{\text{área } 2} - b_{\text{área } 1} \Longrightarrow I_{ta} = 0.40\ m$

Momento en la cara del talón anterior – pantalla

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{q_{t1} \times {I_{ta}}^2}{3}\right) + \frac{q_{t3} \times {I_{ta}}^2}{6}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{9{,}610.41 \times 0.40^2}{3}\right) + \frac{8{,}829.26 \times 0.40^2}{6}$$

$M_u = 1{,}271.60\ kgf - m$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 1{,}271.60 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 55^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow A_s = 0.61\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times h_1$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 0.61\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.80\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/\ .27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara de la punta – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = 1.70 \times \frac{(q_{t1} + q_{t3}) \times I_{ta}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 1.70 \times \frac{(9{,}610.41 + 8{,}829.26) \times 0.40}{2}$$

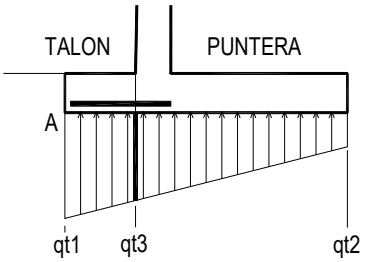
$$\Longrightarrow V_u = 6{,}269.49\ kgf$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 55$$

$$\Longrightarrow V_c = 41{,}460.69\ kgf > 6{,}269.49\ kgf = V_u$$

Figura 76

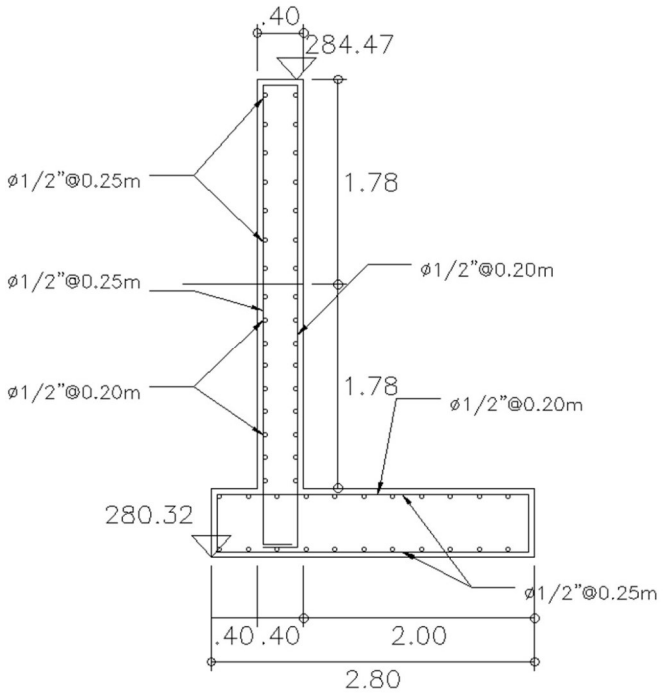
Armadura en el Talón del muro tipo 3



Nota: Elaboración propia.

Figura 77

Distribución de acero en el muro tipo 3



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.4. Muro de captación tipo 4 (H = 4.15 m)

5.5.2.4.1. Parámetros geomecánicos del suelo-terraplén

Peso unitario del suelo: $\gamma_{suelo} = 1{,}685.00\ kgf/cm^3$

Ángulo del terraplén con la horizontal: $\beta = 0.00°$

Ángulo de fricción interna: $\theta = 33.40°$

Ángulo de fricción muro – suelo: $\delta = 0.00°$

Coeficiente de empuje activo – Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$$

$$\Longrightarrow K_a = \frac{1 - \sin 33.40°}{1 + \sin 33.40°} = 0.29$$

Sobrecargas: $S/C = 500.00\ kg/m^2$

Coeficiente de empuje pasivo – Rankine:

$$K_p = \frac{1 + \sin \theta}{1 - \sin \theta}$$

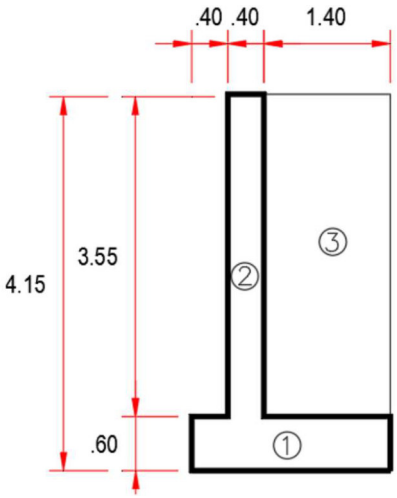
$$\Longrightarrow K_p = \frac{1 + \sin 33.40°}{1 - \sin 33.40°} = 3.45$$

Coeficiente de rozamiento muro – suelo: $\mu = 0.55$

Peso unitario del material del muro: $\gamma_{muro} = 2{,}400.00\ kgf/m^3$

Figura 78

Muro tipo 4



Nota: Elaboración propia.

5.5.2.4.2. Dimensiones del muro y cálculos de equilibrio estático

Área 1 (Concreto): $b = 2.20\ m$, $h = 0.60\ m$, $A_1 = 2.20 \times 0.60 \Longrightarrow A_1 = 1.320\ m^2$

Área 2 (Concreto): $b = 0.40\ m$, $h = 3.55\ m$, $A_2 = 0.40 \times 3.55 \Longrightarrow A_2 = 1.420\ m^2$

Área 3 (Suelo): $b = 1.40\ m$, $h = 3.55\ m$, $A_3 = 1.40 \times 3.55 \Longrightarrow A_3 = 4.970\ m^2$

Altura de zapata: 0.60 m

Tabla 95

Fuerza Y Momento Volcante muro tipo 3

Efecto	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kg-m)
Empuje activo	3,080.46	1.18	3,645.21
Total	3,080.46 kg		3,645.21 kg-m

Nota: Elaboración propia.

Tabla 96

Fuerza Y Momento Resistente muro tipo 3

Elemento	Fuerza (kg)	Brazo de Palanca (m)	Momento (kg-m)
1	3,168.00	1.10	3,484.80
2	3,408.00	1.60	5,452.80
3	7,430.85	0.70	5,201.60
Total =	14,006.85 kg		14,139.20 kg-m

Nota: Elaboración propia.

5.5.2.4.3. Resultado del análisis de estabilidad

Fuerza resistente: $F_R = 14{,}006.85\ kgf$

Fuerza deslizante: $F_V = 3{,}080.46\ kgf$

Factor de seguridad (Deslizamiento): $FS > 1.50$

$$FS = \frac{\mu \times F_R}{F_V} \Longrightarrow FS = \frac{0.55 \times 14{,}006.85}{3{,}080.46} \Longrightarrow FS = 2.50 > 1.50$$

Momento resistente: $M_R = 14{,}139.20\ kgf - m$

Momento volcante: $M_V = 3{,}645.21\ kgf - m$

Factor de seguridad (Volteo): $FS > 2.00$

$$FS = \frac{M_R}{M_V} \Longrightarrow FS = \frac{14{,}139.20}{3{,}645.21} \Longrightarrow FS = 3.88 > 2.00$$

Posición de la resultante en la base:

$$x = \frac{M_R - M_V}{F_R} \Longrightarrow x = \frac{14{,}139.20 - 3{,}645.21}{14{,}006.85} \Longrightarrow x = 0.749\ m$$

Excentricidad:

$$e_I = \frac{B}{2} - x < \frac{B}{6}$$

$$\Longrightarrow e_I = \frac{2.20}{2} - 0.749 \Longrightarrow e_I = 0.351\ m < 0.367\ m = \frac{B}{6}$$

Capacidad admisible del terreno: $\sigma = 6.13\ kgf/cm^2$

Presión en extremo externo (punta): $\sigma_{máx} < \sigma$

$$q_{t1} = \frac{F_R/100}{B \times 100} + \frac{F_R \times e_I \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = \frac{14{,}006.85/100}{2.20 \times 100} + \frac{14{,}006.85 \times 0.351 \times 100 \times 2.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (2.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t1} = 1.246\ kgf/cm^2 < 6.13\ kgf/cm^2 = \sigma$$

Presión en extremo interno (talón): $\sigma_{mín} > 0$

$$q_{t2} = \frac{F_R/100}{B \times 100} - \frac{F_R \times e_I \times 100 \times B \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (B \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = \frac{14{,}006.85/100}{2.20 \times 100} - \frac{14{,}006.85 \times 0.257 \times 100 \times 2.20 \times \frac{100}{2}}{\frac{1}{12} \times 100 \times (2.20 \times 100)^3}$$

$$\Longrightarrow q_{t2} = 0.03\ kgf/cm^2 > 0$$

5.5.2.4.4. Cálculo de la armadura del muro

Parámetros para el diseño de la armadura:

Esfuerzo de compresión del concreto: $f'_c = 280\ kg/cm^2$

Esfuerzo tracción del acero de refuerzo: $f_y = 4200\ kg/cm^2$

Espesor de pantalla – inferior: $b = 40.00\ cm$

Espesor de corona: $b_1 = 40.00\ cm$

Recubrimiento: $r = 5.00\ cm$

Ancho de base – pantalla: $b_2 = 40.00\ cm$

Peralte pantalla – inferior: $d = 35.00\ cm$

Altura de zapata: $h_1 = 60.00\ cm$

Peralte zapata – inferior: $d = 45.00\ cm$

Diseño de la armadura de la pantalla principal:

Empuje de terreno:

$$H_1 = \frac{\gamma_{suelo} \times K_a \times {b_{área\ 2}}^2}{2} \Longrightarrow H_1 = \frac{1{,}685.00 \times 0.29 \times 3.55^2}{2}$$

$$\Longrightarrow H_1 = 3{,}080.46\ kgf$$

Sobrecarga:

$$H_2 = (S/C) \times K_a \times b_{área\ 2} \Longrightarrow H_2 = 500.00 \times 0.29 \times 3.55$$

$$\Longrightarrow H_2 = 514.98\ kgf$$

Momento en la base de la pantalla:

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{H_1 \times h_{área\ 2}}{3}\right) + \frac{H_2 \times h_{área\ 2}}{2}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{3{,}080.46 \times 3.55}{3}\right) + \frac{514.98 \times 3.55}{2}$$

$M_u = 7{,}750.81\ kgf - m$

Área de acero requerido – base de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 7{,}750.81 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 35^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 35$$

$$\Longrightarrow A_s = 5.95\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del muro:

$$A_{smín(Vertical)} = \left(0.0018 \times 100 \times \frac{b_2}{2}\right) \times 2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 7.20\ cm^2 > 5.95\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{7.20/1.27} \Longrightarrow S = 0.176\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0025 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.00\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.00/(1.27\times 2)} \Longrightarrow S = 0.254\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la base de la pantalla: $V_c > V_u$

$V_u = 1.7 \times (H_1 + H_2) \Longrightarrow V_u = 1.7 \times (3{,}080.46 + 514.98) \Longrightarrow V_u = 6{,}112.247\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 35$

$\Longrightarrow V_c = 26{,}384.07\ kgf > 6{,}112.247\ kgf = V_u$

Diseño de la Armadura del Talón Posterior

$$W_{u1} = 1.40 \times (\gamma_{suelo} \times h_{área\ 3} + \gamma_{concreto} \times h_{área\ 1}) + 1.70 \times (S/C)$$

$\Longrightarrow W_{u1} = 1.40 \times (1{,}685.00 \times 3.55 + 2{,}400.00 \times 0.60) + 1.70 \times (500.00)$

$W_{u1} = 11{,}240.45\ kg/m$ Carga hacia abajo

$q_{t1} = 12{,}457.93\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

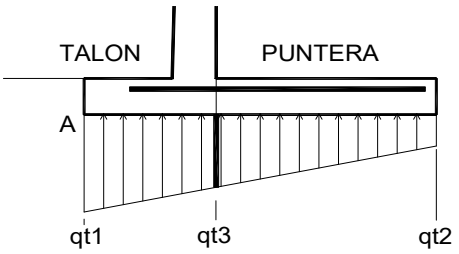
$q_{t2} = 275.57\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{área\ 3}}{b_{área\ 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 8{,}027.98\ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón posterior

Figura 79

Armadura en el Talón Posterior del muro tipo 4



Nota: Elaboración propia.

Momento en la cara del talón posterior - pantalla

$$M_u = \left(\frac{W_{u1} \times {b_{área\ 3}}^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{q_{t3} \times {b_{área\ 3}}^2}{6} + \frac{q_{t2} \times {b_{área\ 3}}^2}{3}\right)$$

$$M_u = \left(\frac{11{,}240.45 \times 1.40^2}{2}\right) - 1.70 \times \left(\frac{8{,}027.98 \times 1.40^2}{6} + \frac{275.57 \times 1.40^2}{3}\right)$$

$$M_u = 6{,}251.37\ kgf - m$$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times {f'}_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{{f'}_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 6{,}251.37 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 45^2}}}{2 \times 0.59}\right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 45$$

$$\Longrightarrow A_s = 3.70\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 3.70\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/\ .27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.80\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara del talón – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = W_{u1} \times b_{área\ 3} - 1.7 \times \frac{(q_{t2} + q_{t3}) \times b_{área\ 3}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 11{,}240.45 \times 1.40 - 1.7 \times \frac{(275.57 + 8{,}027.98) \times 1.40}{2}$$

$\Longrightarrow V_u = 5{,}855.41\ kgf$

$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 45$

$\Longrightarrow V_c = 33{,}922.38\ kgf > 5{,}855.41\ kgf = V_u$

Diseño de la armadura de la punta

$q_{t1} = 12{,}457.93\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – puntera de zapata

$q_{t2} = 275.57\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en borde – talón de zapata

$$q_{t3} = \frac{b_{\text{área } 3} + b_{\text{área } 2}}{b_{\text{área } 1}} \times (q_{t1} - q_{t2}) + q_{t2}$$

$q_{t3} = 10{,}242.96\ \ kgf/m^2$ Reacción del suelo en cara de pantalla – talón anterior

$I_{ta} = b_{\text{área } 3} - b_{\text{área } 2} - b_{\text{área } 1} \Longrightarrow I_{ta} = 0.40\ m$

Momento en la cara del talón anterior – pantalla

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{q_{t1} \times {I_{ta}}^2}{3}\right) + \frac{q_{t3} \times {I_{ta}}^2}{6}$$

$$M_u = 1.70 \times \left(\frac{12{,}457.93 \times 0.40^2}{3}\right) + \frac{10{,}242.96 \times 0.40^2}{6}$$

$M_u = 1{,}593.87\ kgf - m$

Área de acero requerido – talón de pantalla: $A_s < A_{smín}$

$$A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times M_u \times 100}{0.9 \times f'_c \times 100 \times d^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{f'_c}{f_y} \times 100 \times d$$

$$\Longrightarrow A_s = \left(\frac{1 - \sqrt{1 - \frac{4 \times 0.59 \times 1{,}593.87 \times 100}{0.9 \times 280 \times 100 \times 45^2}}}{2 \times 0.59} \right) \times \frac{280}{4200} \times 100 \times 45$$

$$\Longrightarrow A_s = 0.94\ cm^2$$

Refuerzo mínimo del talón

$$A_{smín(Vertical)} = 0.0018 \times 100 \times h_1$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Vertical)} = 10.80\ cm^2 > 0.94\ cm^2 = A_s$$

Acero principal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1.270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Vertical)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero vertical de 1/2" @ 0.20 m

$$A_{smín(Horizontal)} = 0.0018 \times 100 \times b_2$$

$$\Longrightarrow A_{smín(Horizontal)} = 10.80\ cm^2$$

Acero horizontal: $\phi = 1/2\," \Longrightarrow \phi = 1270\ cm$

$$\Longrightarrow A_\phi = \frac{\pi \times (1.270)^2}{4} \Longrightarrow A_\phi = 1.27\ cm^2$$

Espaciado: $S = \frac{1}{A_{smín(Horizontal)}/A_\phi} \Longrightarrow S = \frac{1}{10.80/1.27} \Longrightarrow S = 0.118\ m$

Se considera una distribución de acero horizontal de 1/2" @ 0.25 m (Dos capas)

Esfuerzo cortante en la cara de la punta – pantalla: $V_c > V_u$

$$V_u = 1.70 \times \frac{(q_{t1} + q_{t3}) \times I_{ta}}{2}$$

$$\Longrightarrow V_u = 1.70 \times \frac{(12{,}457.93 + 10{,}242.96) \times 0.40}{2}$$

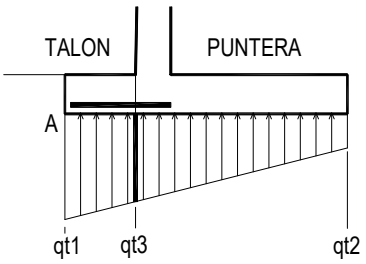
$$\Longrightarrow V_u = 7{,}718.30\ kgf$$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{0.5} \times b \times d \Longrightarrow V_c = 0.85 \times 0.53 \times (280)^{0.5} \times 100 \times 45$$

$$\Longrightarrow V_c = 33{,}922.38\ kgf > 7{,}718.30\ kgf = V_u$$

Figura 80

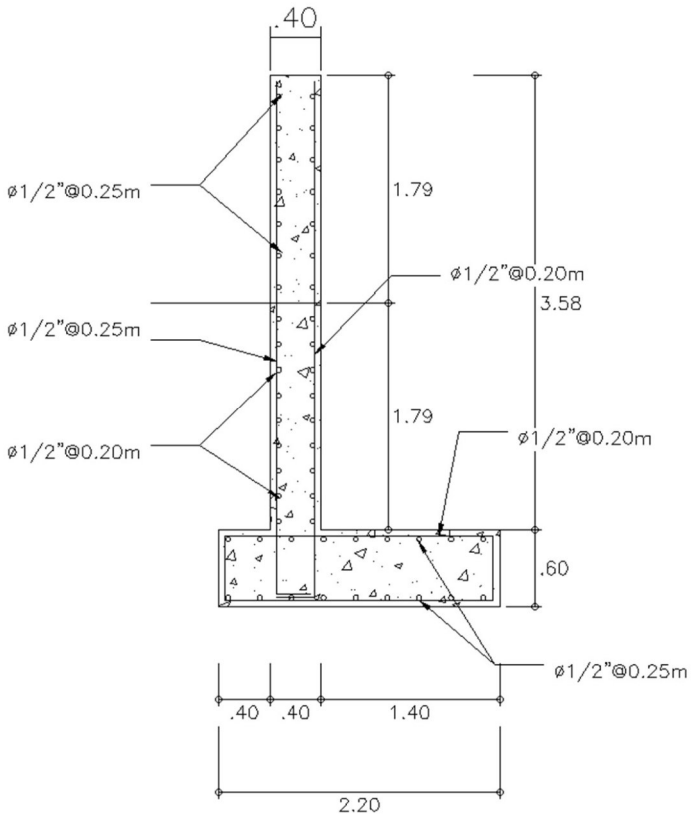
Armadura en el Talón del muro tipo 4



Nota: Elaboración propia.

Figura 81

Distribución de acero en el muro tipo 4



Nota: Elaboración propia.

5.5.3. Compuertas metálicas

5.5.3.1. Combinaciones de carga

Basado en la NORMA E .090 ‘‘ESTRUCTURA METÁLICAS’’. Las normas tomadas en cuenta para los calculo estructurales son :

1. Reglamento Nacional de Estructuras

Norma E.020 Cargas

Norma E.090 Estructuras Metálicas

2. Reglamento International

ASCE

ANSI/AISC360

ANSI/AISC341

ANSI/AISC 358

Cargas que participan

CM:1.4D

D: Carga Muerta

Fuente : Norma E 0.90 Estructuras Metálicas

Para nuestras Compuertas Usaremos para el aplicarlo en el programa sap2000 V24.

Para la Carga hidráulica , perpendicular a la Plancha y el muro de concreto ,usaremos

Pagua :1000kg/m2

W1=1.4D (Perpendicular a la gravedad)

W2=1.4H (Carga hidráulica distribuida perpendicular al muro, plancha, marco y vástago hasta el nivel 1.90 m máximo)

Considerando a partir del estudio de mecánica de suelos un peso específico del suelo de 1,685.00 kgf/cm3 y estimando un peso específico del agua de 1000 kgf/m3, se tiene:

$$\gamma_{H_2O} + 1.4 \times \gamma_{suelo} = 1000 + 1.4 \times 1{,}685.00 = 3359.00 \text{ kgf/m3}$$

Este valor podría considerarse como 4 veces γ_{H_2O}.

Asimismo, Costa (1988), mediante su clasificación reológica general de flujos de agua y sedimentos (Ver Tabla 97), permite caracterizar los flujos en base a las fuerzas internas del flujo, la granulometría, comportamiento laminar o turbulento (Díaz, 2003).

Tabla 97

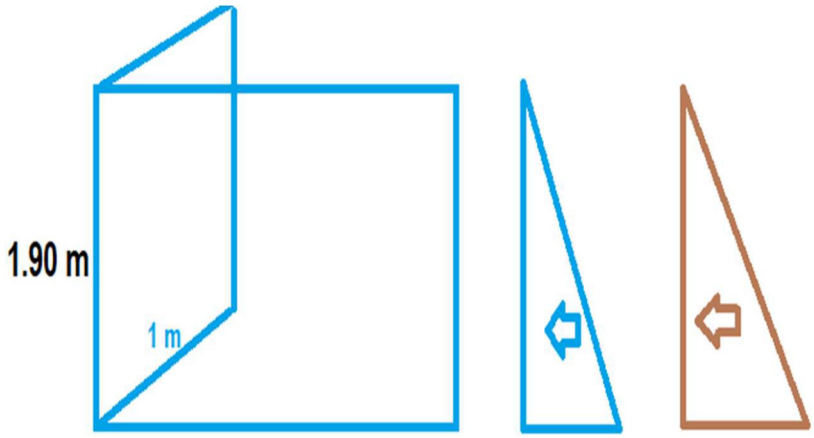
Clasificación reológica general de flujos de agua y sedimentos

Tipo de Flujo	Concentración de sedimentos	Densidad de los sólidos (g/cm3)	τy (dn/cm2)	Tipo de fluido	Mayor mecanismo de soporte de los sedimentos	Viscosidad (Poise)	Velocidad de caída (% de agua clara)	Perfil de concentración de sedimentos	Tipo de flujo predominante
Flujo torrencial (Water flood)	*1-40% en peso 0.4-20% en volumen*	*1.01-1.33*	*0-100*	*Newtoniano*	*Fuerzas electrostáticas, turbulencia.*	*0.01-20*	*100-33*	*No uniforme*	*Turbulento*
Flujo superconcentrado (Hyperconcentrated flood)	*40-70% en peso 20-47% en volumen*	*1.33-1.80*	*100-400*	*No Newtoniano*	*Empuje, esfuerzo dispersivo, turbulencia.*	*20-≥200*	*33-0*	*No uniforme a uniforme*	*Turbulento a laminar*
Huayco (Debris flood)	*70-90% en peso 47-77% en volumen*	*1.80-2.30*	*>400*	*Viscoplástico*	*Cohesión, empuje, esfuerzo dispersivo, soporte estructural.*	*>>200*	*0*	*Uniforme*	*Laminar*

Nota: Traducción realizada por Díaz-Onofre, O. (2003), adaptado de *Rheologic, Geomorphic and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flow. In Flood geomorphology*, *pp. 113-122*, de Costa, J. (1988).

Figura 82

Distribución de esfuerzos del agua y el suelo en un flujo de detritos



Nota: Elaboración propia.

5.5.3.2. Compuerta metálica tipo izaje (Bocatoma)

Tabla 98

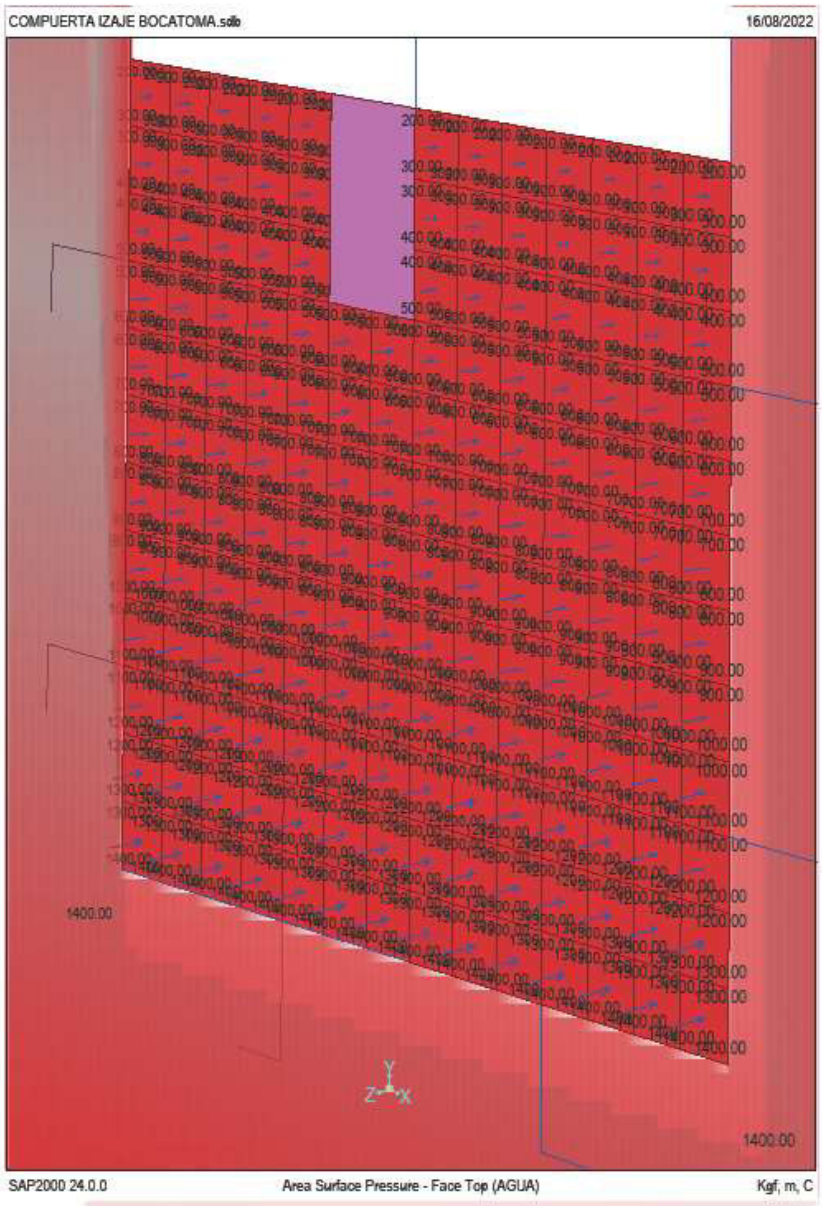
Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para la bocatoma

ESTRUCTURA	PLANCHA	MARCO	VASTAGO	MURO
Perfil	3/8''	Doble ángulo $2_{1/2}$x2 $_{1/2}$x 3/16''	2''x1/2	0.25m
Medida	1.4X1.2 mxm	1.41x4.08 mxm	3.50m	NO PRESENTA
Peso por unidad de medida	69.80 kg/m2	4.57 kg/m	24.86 kg/m	
Resistencia a la tracción	41 kg/mm2	4080kg/cm2	4080 kg/cm2	
Límite de Fluencia	24 kg/mm2	2530kg/cm2	2530kg/cm2	

Nota: Adaptado de las normas técnicas: *Composición Química y propiedades mecánicas SAE J403, ASTM A36, y NTP 350.400* (s.f.).

Figura 83

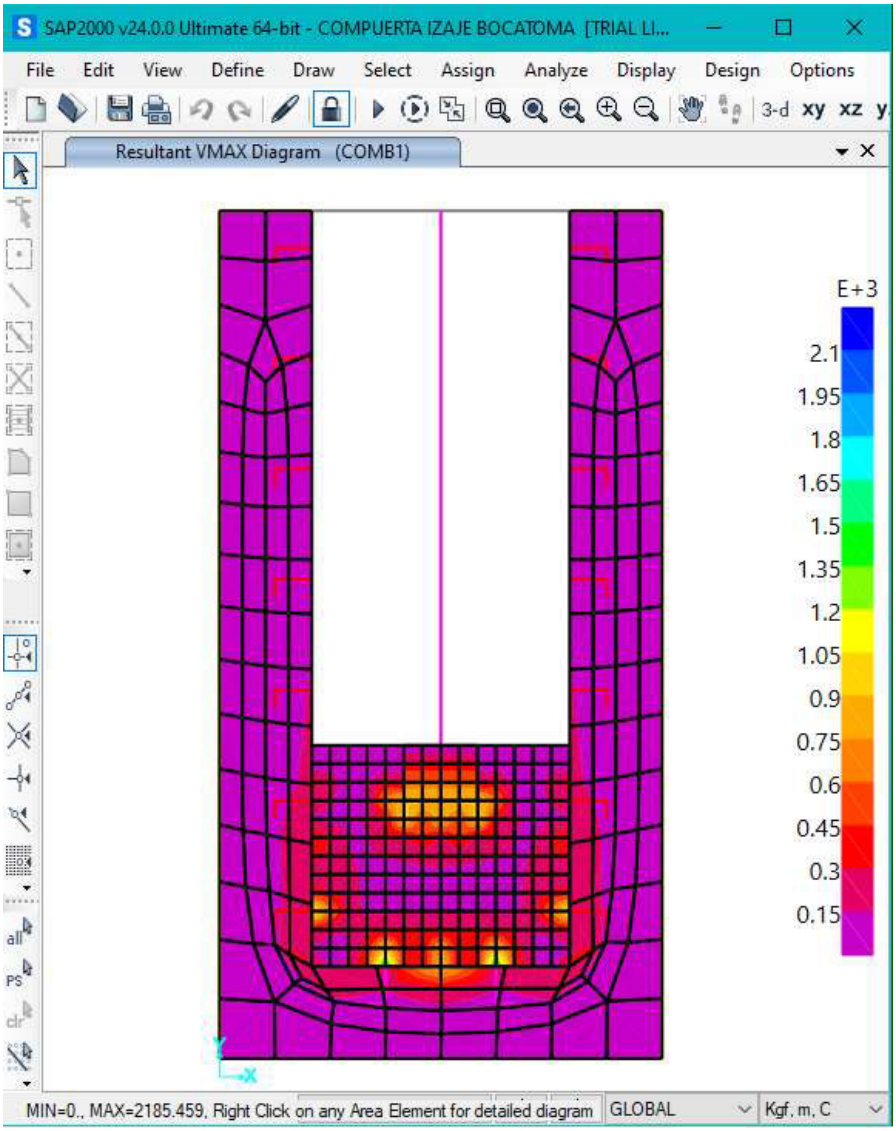
Distribución de Fuerzas Mayoradas W1,W2



Nota: Elaboración propia.

Figura 84

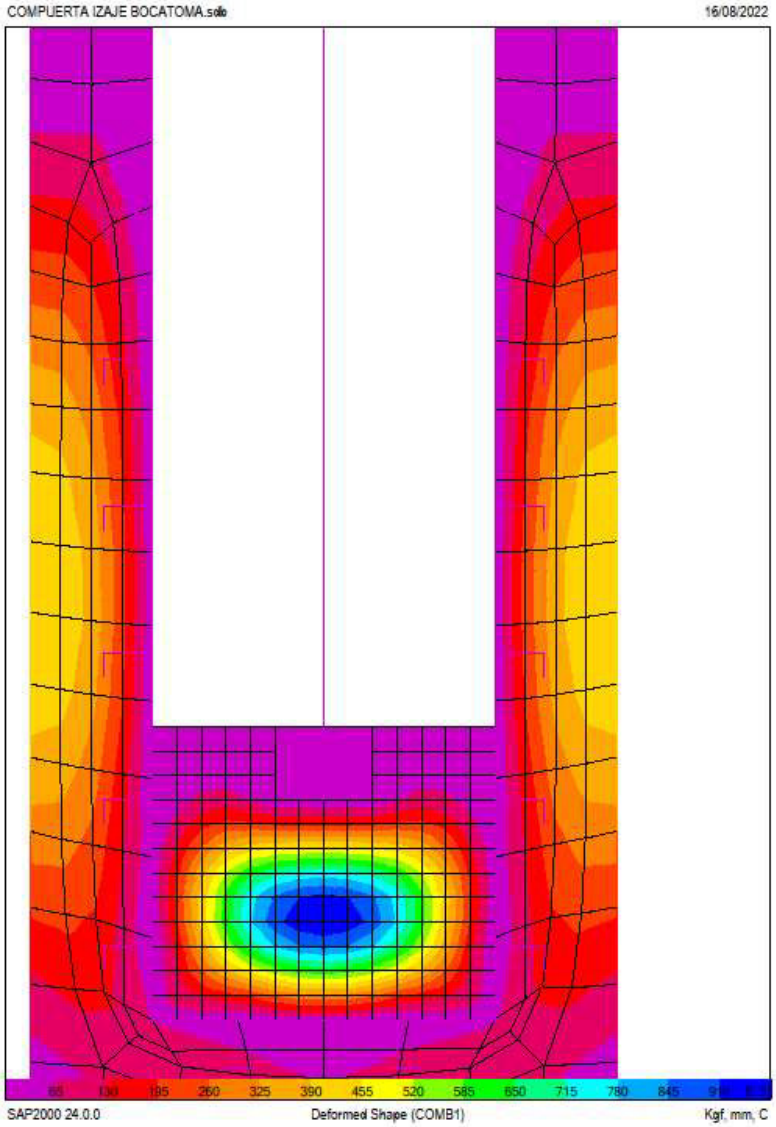
Diagrama de la resultante del cortante máximo



Nota: Vmáx= 2185.459 kgf, producido por la acción de la carga hidráulica mayorada. Elaboración propia.

Figura 85

Diagrama de la resultante de deformaciones



Nota: Deformación máxima de 0.91 mm en la compuerta. Elaboración propia.

Tabla 99

Deformaciones de los elementos más representativos de la estructura PL

Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	COMB1	Combination	2.08E-10	4.927E-10	-1.808E-06	-1.12E-06	3.488E-06	-2.81E-10
	2	COMB1	Combination	-2.186E-10	5.233E-10	-1.638E-06	-1.353E-06	-3.067E-06	4.589E-10
	5	COMB1	Combination	-1.659E-07	-2.732E-07	-5.8E-05	0.00025	-0.00019	-5.82E-07
	6	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	7	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	8	COMB1	Combination	1.675E-07	-2.706E-07	-5.3E-05	0.000238	0.000173	6.595E-07
	9	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	10	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	11	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	12	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	13	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	14	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	15	COMB1	Combination	0	0	0	0.000748	-2.683E-07	-8.688E-12
	20	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	21	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	22	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	23	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	24	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	25	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	26	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	27	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	28	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	29	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	30	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0
	31	COMB1	Combination	0	0	0	0	0	0

Nota: Se obtiene a partir del análisis estructural mediante el programa SAP2000 V 24 que los perfiles y dimensiones asignados son adecuados. Elaboración propia.

5.5.3.3. Compuerta metálica tipo izaje (Canal de limpia)

Tabla 100

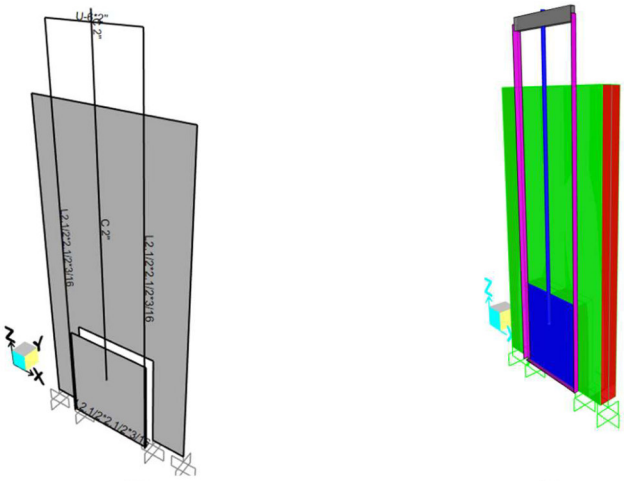
Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para el canal de limpia

ESTRUCTURA	PLANCHA	MARCO	VASTAGO	MURO
Perfil	3/8''	Doble ángulo $2_{1/2}$x2 $_{1/2}$x 3/16''	2''	0.25m
Medida	1.00X1.05 mxm	1.00x4.31mxm	3.00m	NO PRESENTA
Peso por unidad de medida	69.80 kg/m2	4.57 kg/m	15.91 kg/m	
Resistencia a la tracción	41 kg/mm2	4080kg/cm2	4080 kg/cm2	
Límite de Fluencia	24 kg/mm2	2530kg/cm2	2530kg/cm2	

Nota: Adaptado de las normas técnicas: *Composición Química y propiedades mecánicas SAE J403, ASTM A36, y NTP 350.400* (s.f.).

Figura 86

Asignación de carga hidráulica de 1000 kgf/m2 a la compuerta para el canal de limpia

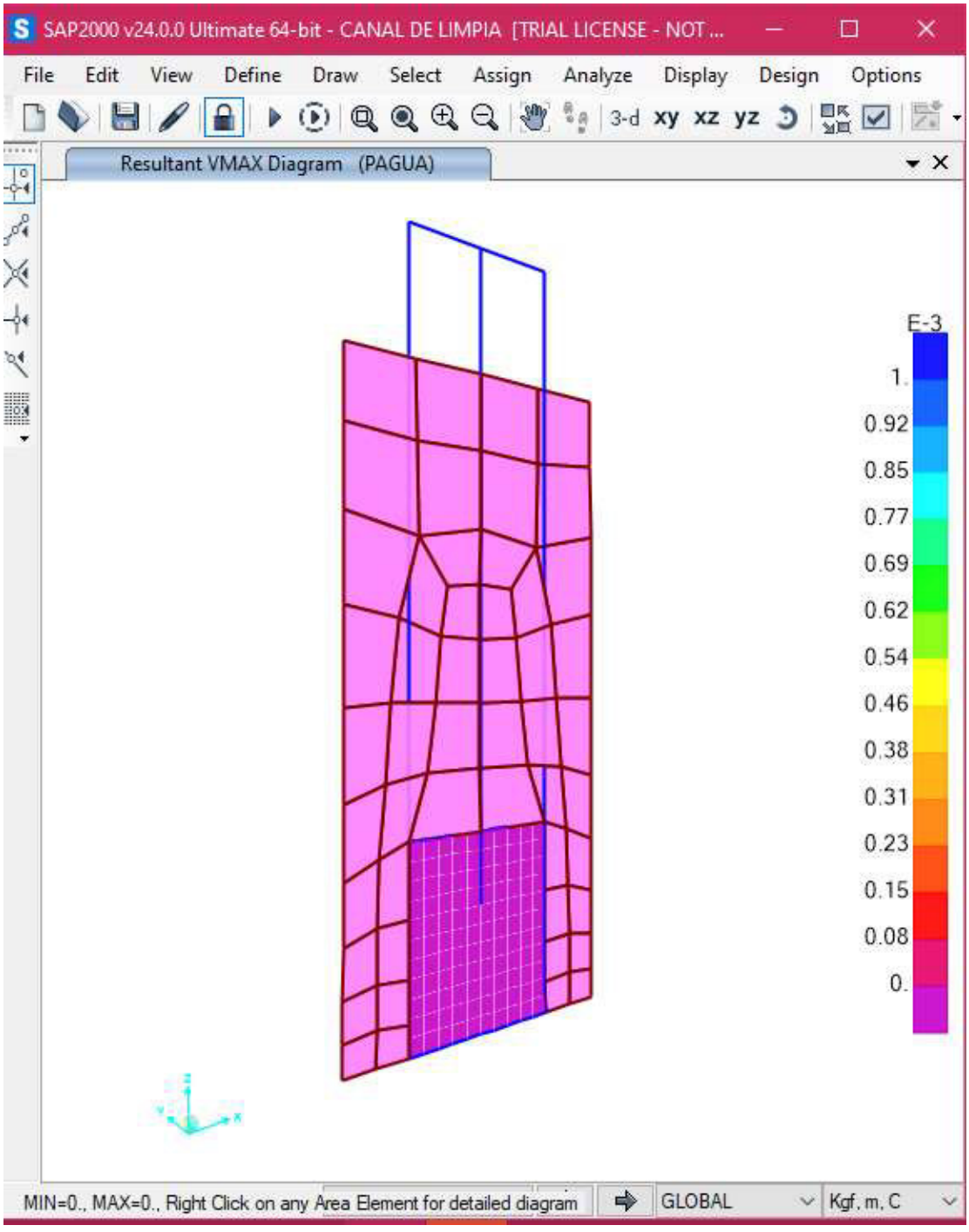


(a) (b)

Nota: En la figura 78-(a) se asignó los perfiles metálicos como predimensionamiento y en la figura 78-(b) se extrudió los perfiles y el muro de concreto. Elaboración propia.

Figura 87

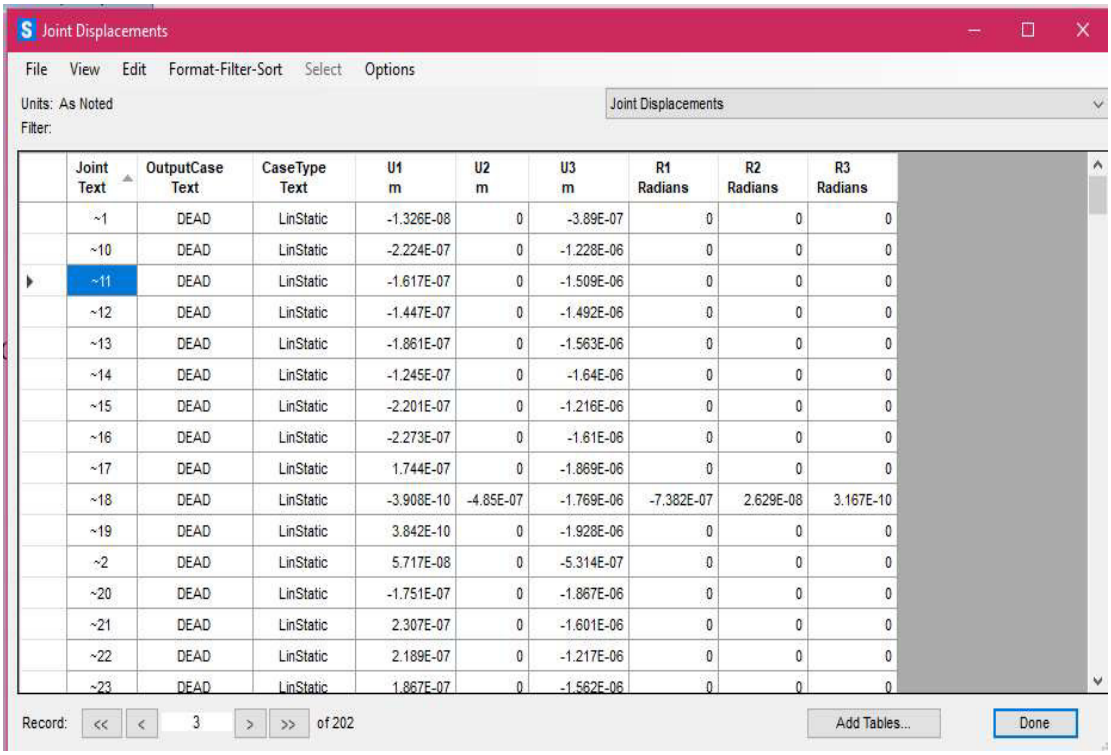
Diagrama de deformaciones de la compuerta en el canal de limpia



Nota: Elaboración propia.

Tabla 101

Tabla de deformaciones en la compuerta para el canal de limpia



Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Joint Displacements

	Joint Text	OutputCase Text	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
	~1	DEAD	LinStatic	-1.326E-08	0	-3.89E-07	0	0	0
	~10	DEAD	LinStatic	-2.224E-07	0	-1.228E-06	0	0	0
▶	~11	DEAD	LinStatic	-1.617E-07	0	-1.509E-06	0	0	0
	~12	DEAD	LinStatic	-1.447E-07	0	-1.492E-06	0	0	0
	~13	DEAD	LinStatic	-1.861E-07	0	-1.563E-06	0	0	0
	~14	DEAD	LinStatic	-1.245E-07	0	-1.64E-06	0	0	0
	~15	DEAD	LinStatic	-2.201E-07	0	-1.216E-06	0	0	0
	~16	DEAD	LinStatic	-2.273E-07	0	-1.61E-06	0	0	0
	~17	DEAD	LinStatic	1.744E-07	0	-1.869E-06	0	0	0
	~18	DEAD	LinStatic	-3.908E-10	-4.85E-07	-1.769E-06	-7.382E-07	2.629E-08	3.167E-10
	~19	DEAD	LinStatic	3.842E-10	0	-1.928E-06	0	0	0
	~2	DEAD	LinStatic	5.717E-08	0	-5.314E-07	0	0	0
	~20	DEAD	LinStatic	-1.751E-07	0	-1.867E-06	0	0	0
	~21	DEAD	LinStatic	2.307E-07	0	-1.601E-06	0	0	0
	~22	DEAD	LinStatic	2.189E-07	0	-1.217E-06	0	0	0
	~23	DEAD	LinStatic	1.867E-07	0	-1.562E-06	0	0	0

Record: << < 3 > >> of 202 Add Tables... Done

Nota: La deformación de cada elemento seleccionado en el predimensionamiento de las estructuras metálicas es menor a 1 milímetros. Elaboración propia.

5.5.3.4. Compuerta metálica tipo izaje (Toma)

Tabla 102

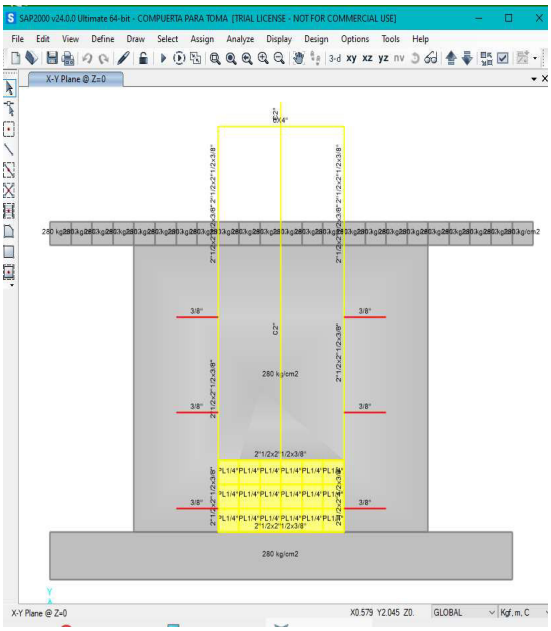
Perfiles, materiales y longitudes de la compuerta para la toma

ESTRUCTURA	PLANCHA	MARCO	VASTAGO	MURO
Perfil	3/8''	Doble àngulo 2 1/2x2 1/2x 3/16''	2''	0.25m
Medida	0.6X0.3 mxm	0.6x1.8mxm	1.80m	NO PRESENTA
Peso por unidad de medida	69.80 kg/m2	4.57 kg/m	15.91 kg/m	
Resistencia a la tracción	41 kg/mm2	4080kg/cm2	4080 kg/cm2	
Límite de Fluencia	24 kg/mm2	2530kg/cm2	2530kg/cm2	

Nota: Adaptado de las normas técnicas: *Composición Química y propiedades mecánicas SAE J403, ASTM A36, y NTP 350.400* (s.f.).

Figura 88

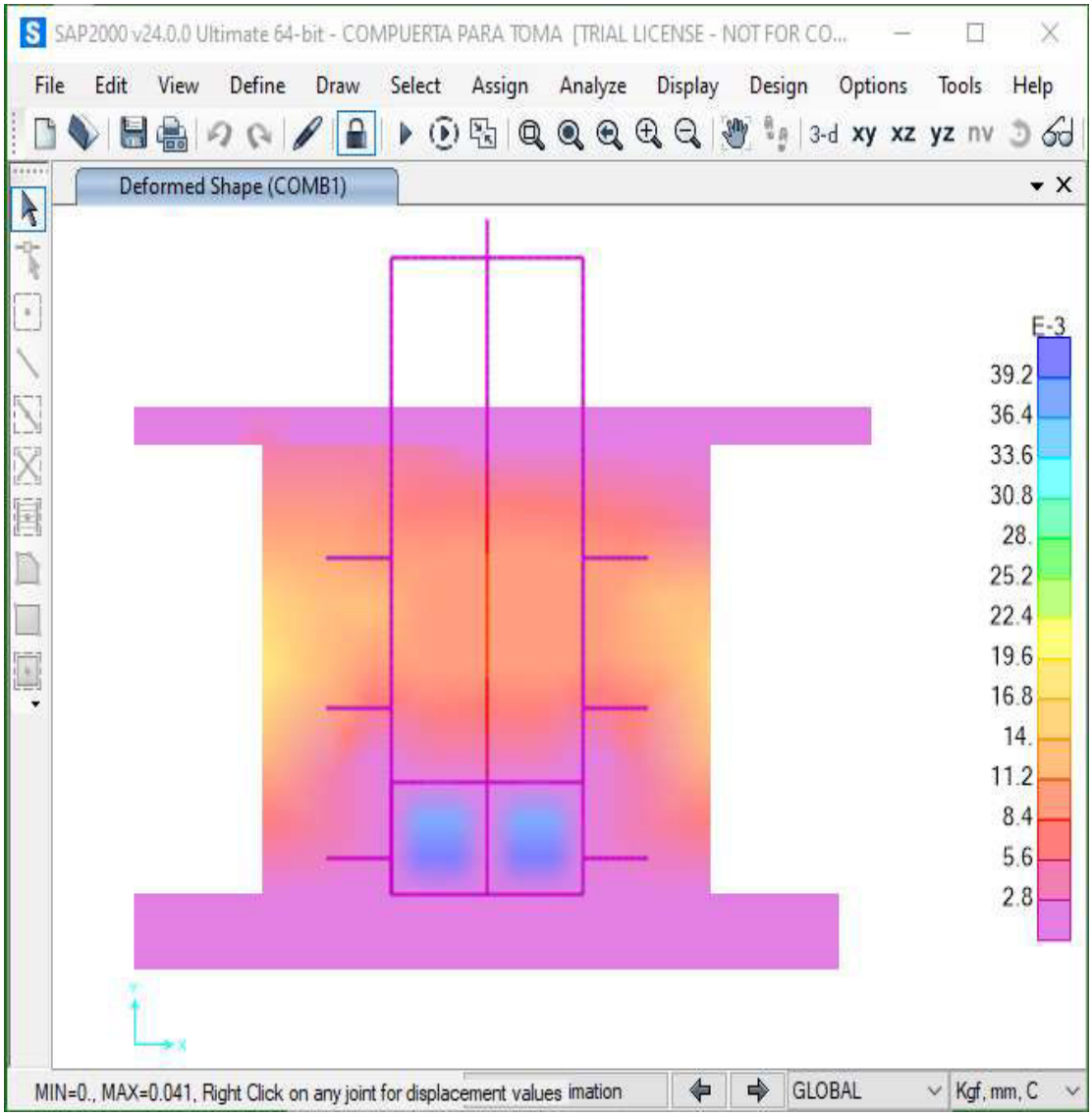
Perfiles de acero y de concreto para la toma



Nota: Elaboración propia.

Figura 89

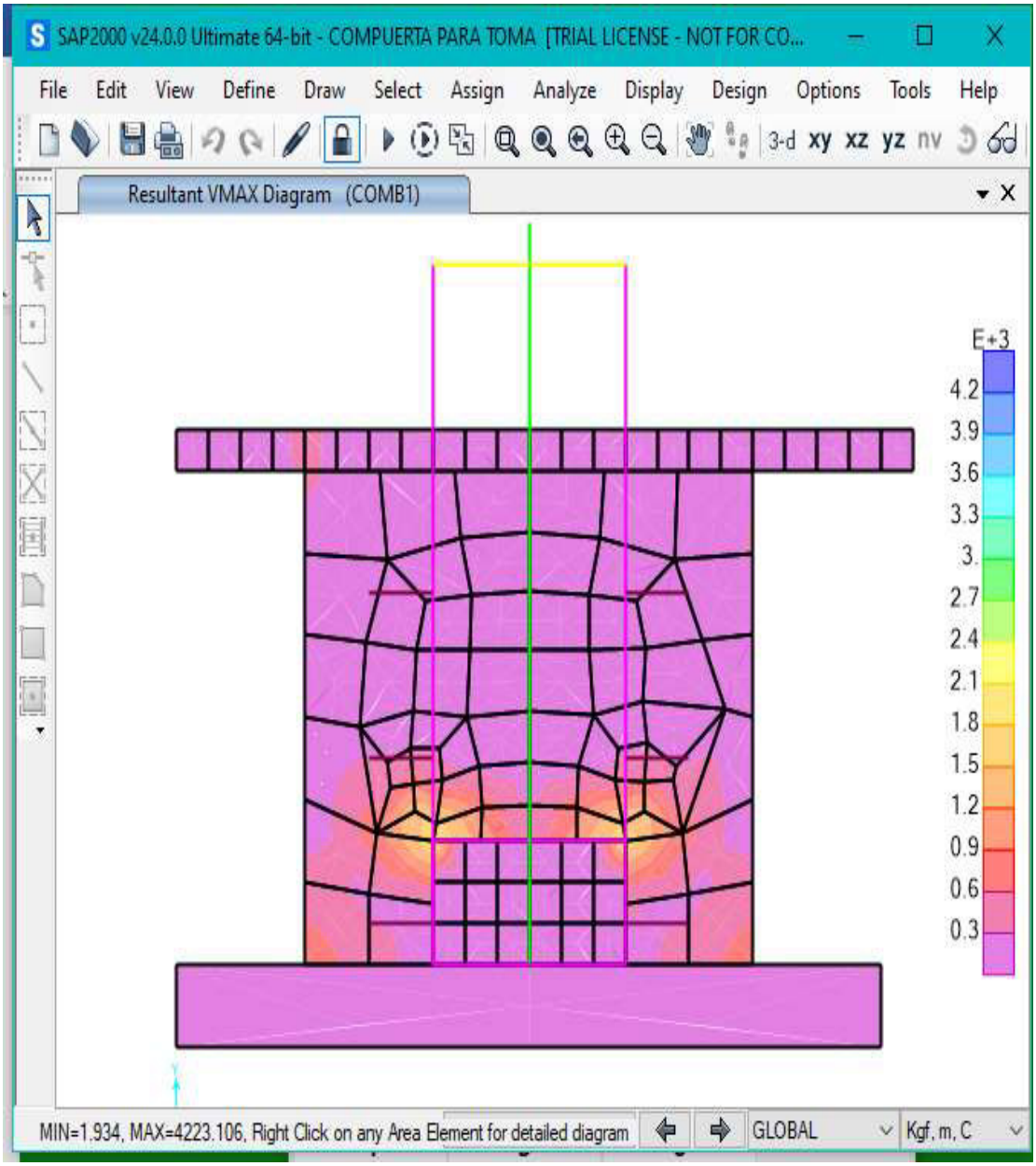
Diagrama de deformaciones de la compuerta para la toma



Nota: La deformación máxima de la compuerta es de 0.041 milímetros. Elaboración propia.

Figura 90

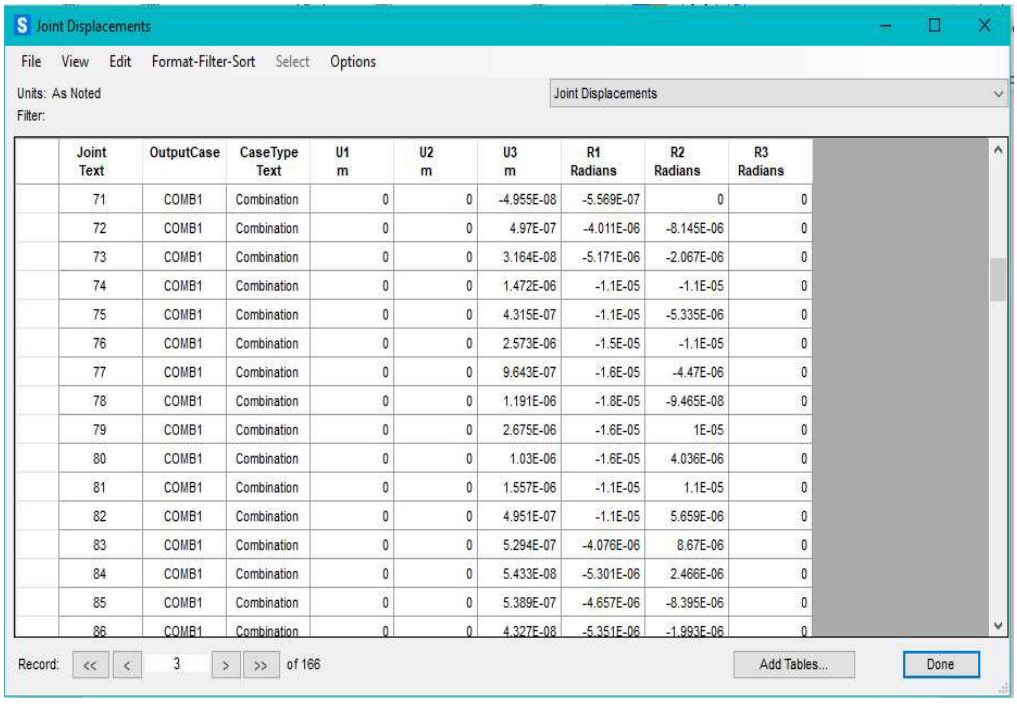
Diagrama de esfuerzos cortantes de la compuerta para la toma



Nota: Elaboración propia.

Tabla 103

Tabla de deformaciones en la compuerta para la toma



Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Joint Displacements

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
	71	COMB1	Combination	0	0	-4.955E-08	-5.569E-07	0	0
	72	COMB1	Combination	0	0	4.97E-07	-4.011E-06	-8.145E-06	0
	73	COMB1	Combination	0	0	3.164E-08	-5.171E-06	-2.067E-06	0
	74	COMB1	Combination	0	0	1.472E-06	-1.1E-05	-1.1E-05	0
	75	COMB1	Combination	0	0	4.315E-07	-1.1E-05	-5.335E-06	0
	76	COMB1	Combination	0	0	2.573E-06	-1.5E-05	-1.1E-05	0
	77	COMB1	Combination	0	0	9.643E-07	-1.6E-05	-4.47E-06	0
	78	COMB1	Combination	0	0	1.191E-06	-1.8E-05	-9.465E-08	0
	79	COMB1	Combination	0	0	2.675E-06	-1.6E-05	1E-05	0
	80	COMB1	Combination	0	0	1.03E-06	-1.6E-05	4.036E-06	0
	81	COMB1	Combination	0	0	1.557E-06	-1.1E-05	1.1E-05	0
	82	COMB1	Combination	0	0	4.951E-07	-1.1E-05	5.659E-06	0
	83	COMB1	Combination	0	0	5.294E-07	-4.076E-06	8.67E-06	0
	84	COMB1	Combination	0	0	5.433E-08	-5.301E-06	2.466E-06	0
	85	COMB1	Combination	0	0	5.389E-07	-4.657E-06	-8.395E-06	0
	86	COMB1	Combination	0	0	4.327E-08	-5.351E-06	-1.993E-06	0

Record: << < 3 > >> of 166 Add Tables... Done

Nota: Elaboración propia.

5.5.3.5. Compuerta metálica tipo radial (Bocatoma)

Figura 91

Características de los materiales de la bocatoma radial

Características de los Materiales:

Acero: A-36

Esfuerzo a la Fluencia(fy)= 2530 kg/cm²

Esfuerzo Ultimo(fu)= 4080 kg/cm²

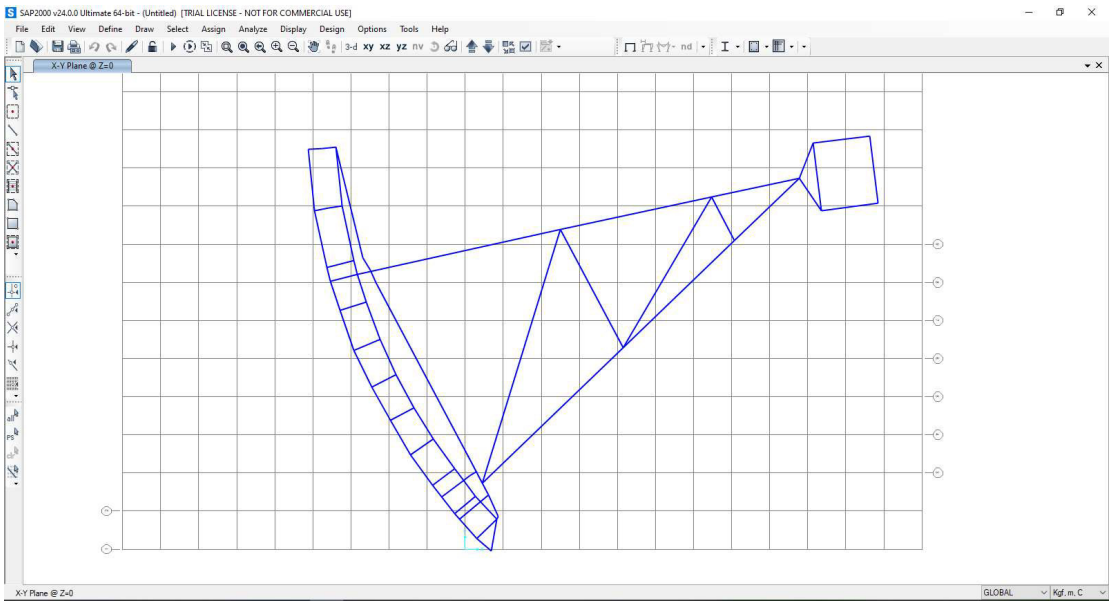
Esfuerzo a la Fluencia Esperado(fye)= 2530 kg/cm² *1.50= 3795 kg/cm²

Esfuerzo Ultimo Esperado(fue)= 4080 kg/cm² *1.20= 4896 kg/cm²

Nota: Adaptado de la Norma ASTM A36.

Figura 92

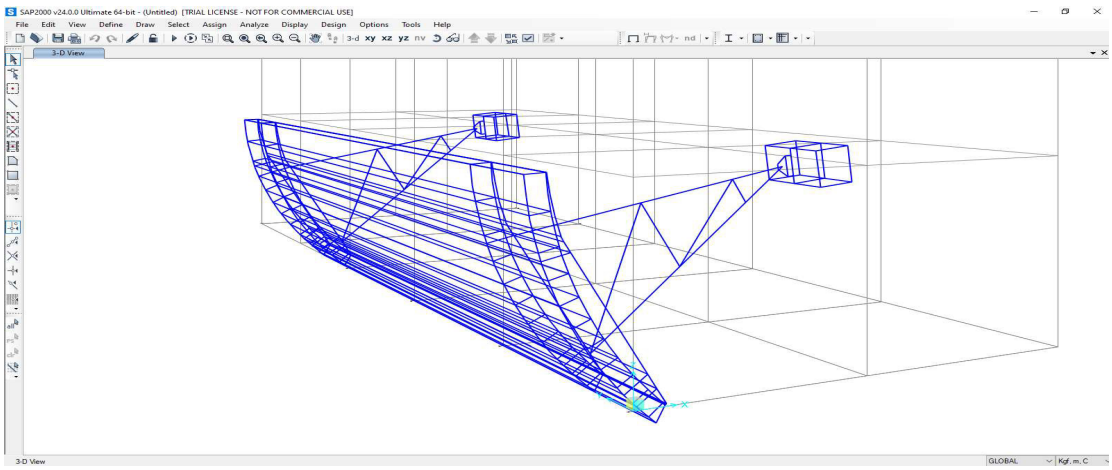
Modelamiento de la compuerta radial para bocatoma en el programa SAP2000 v.24.0.0 (vista de perfil)



Nota: Elaboración propia.

Figura 93

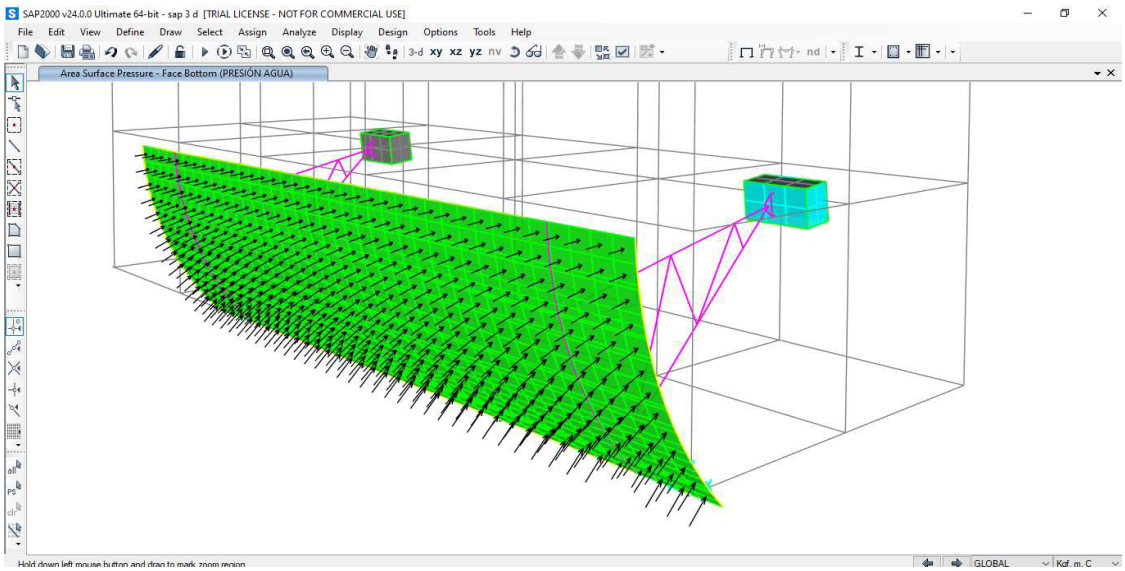
Modelamiento de la compuerta radial para bocatoma en el programa SAP2000 v.24.0.0 (vista en 3D)



Nota: Elaboración propia.

Figura 94

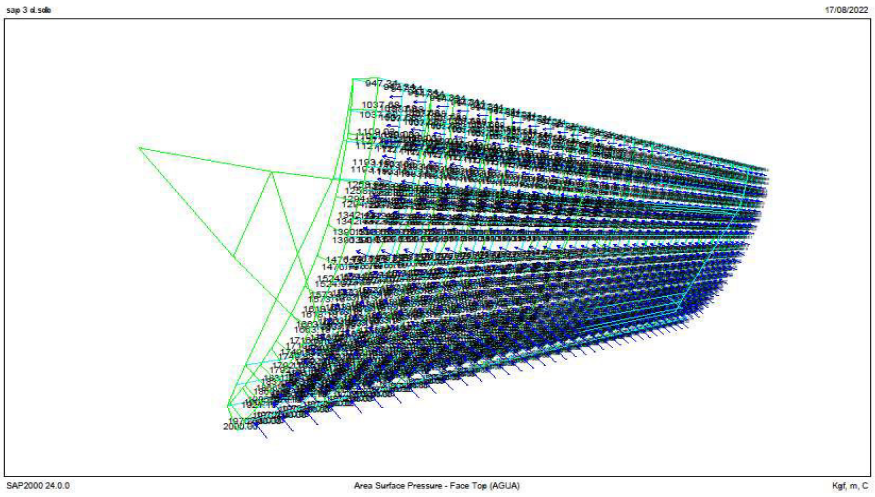
Asignación de las cargas del agua a la compuerta radial



Nota: Elaboración propia.

Figura 95

Cargas del agua sobre la compuerta radial del barraje móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 96

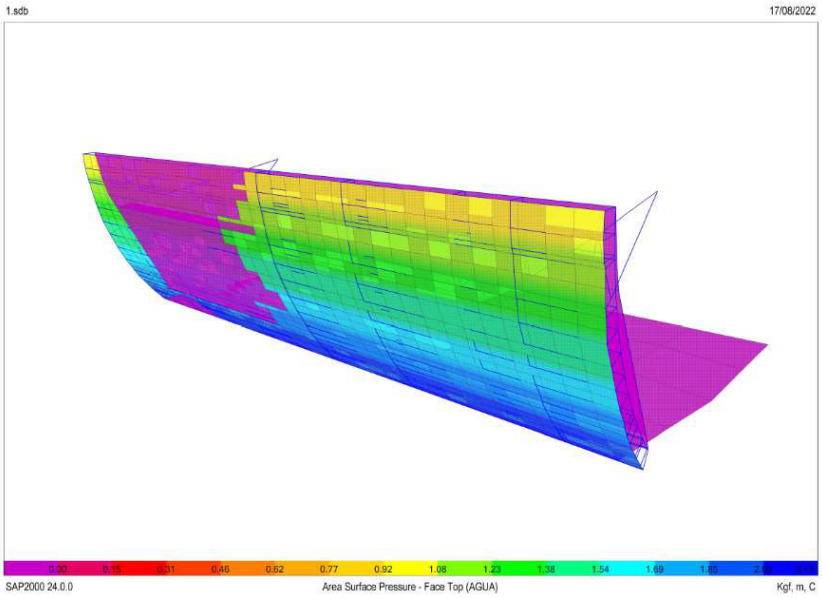
Diagrama de esfuerzos cortantes sobre la pantalla y las vigas de apoyo de la compuerta radial del barraje móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 97

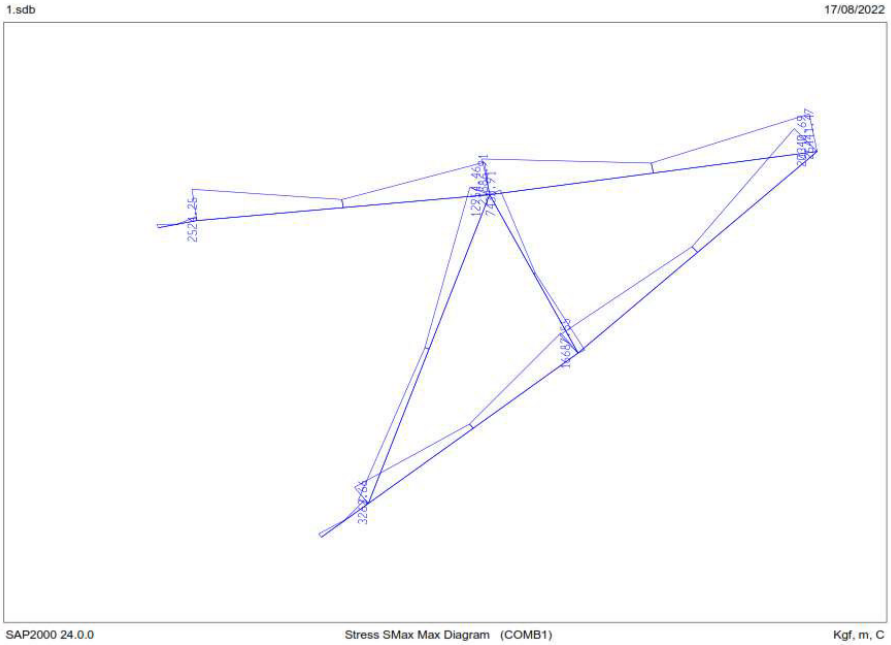
Área de empuje del agua sobre la compuerta radial del barraje móvil



Nota: Elaboración propia.

Figura 98

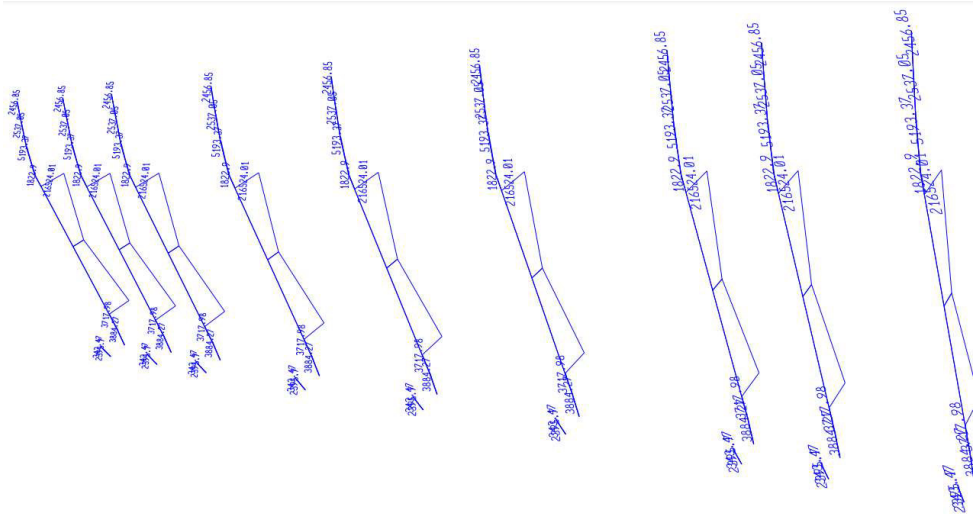
Diagrama de esfuerzos cortantes en la armadura del brazo de la compuerta radial



Nota: Elaboración propia.

Figura 99

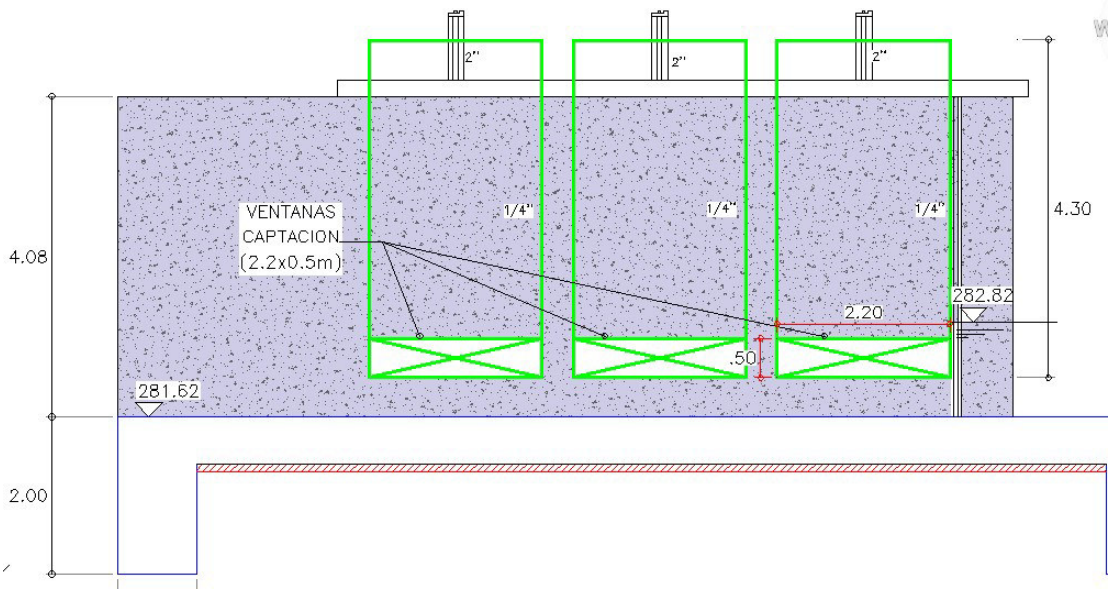
Diagrama de esfuerzos cortantes en las vigas de apoyo de la compuerta radial



Nota: Elaboración propia.

Figura 100

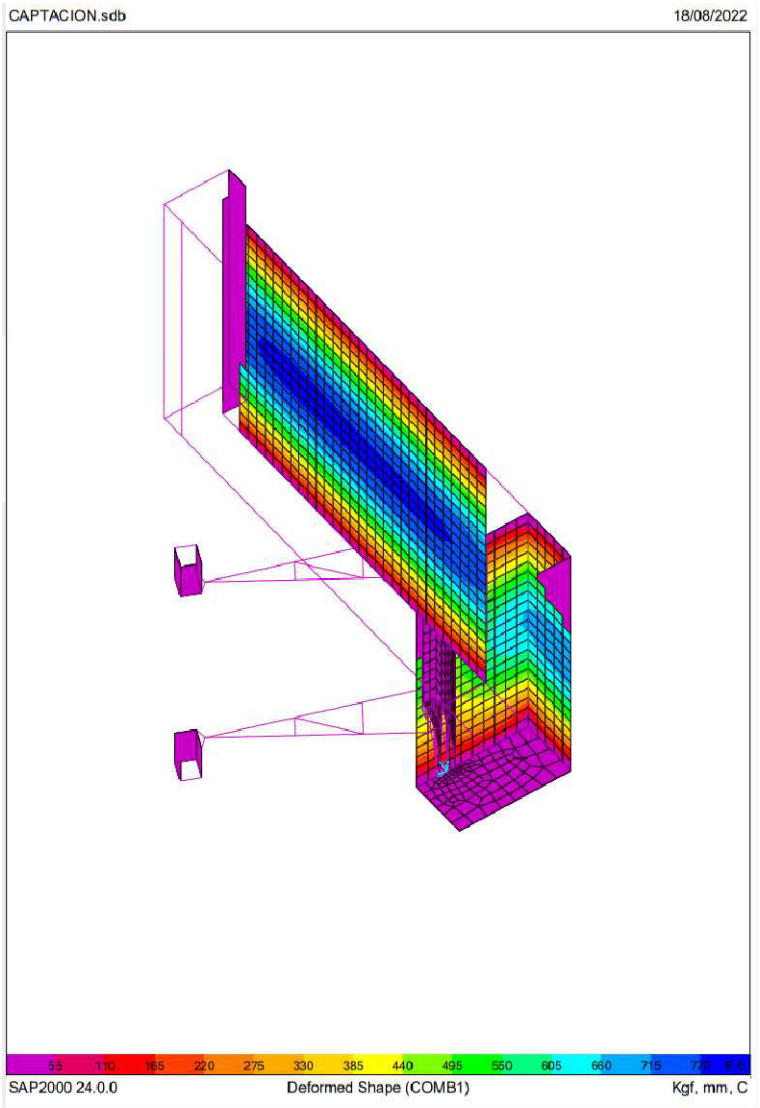
Compuerta radial en la ventana de captación, de dimensiones 2.20x0.50 mxm



Nota: Elaboración propia.

Figura 101

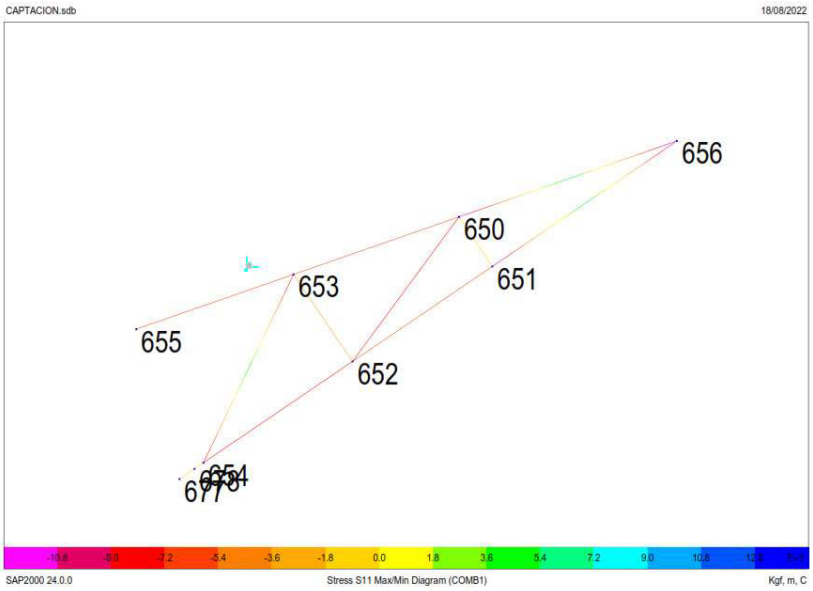
Diagrama de deformaciones en la compuerta y el muro



Nota: La deformación máxima en la compuerta y el muro es de 715x10^(-6) mm. Elaboración propia.

Figura 102

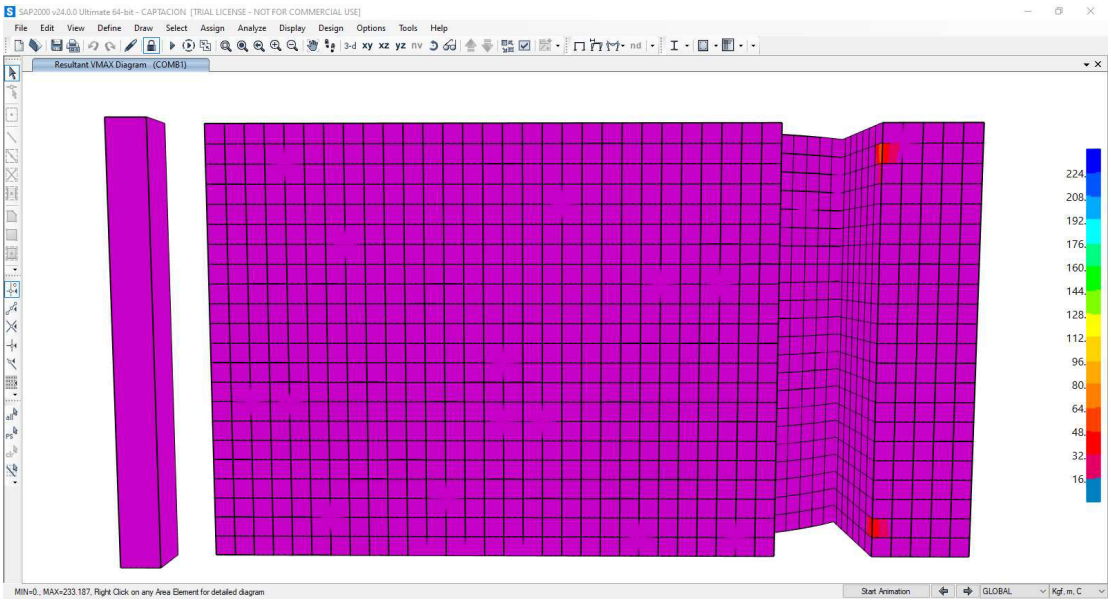
Diagrama de deformaciones en la armadura del brazo de la compuerta radial



Nota: Elaboración propia.

Figura 103

Diagrama de esfuerzos cortantes en la compuerta y el muro



Nota: Elaboración propia.

5.5.4. Canal de conducción

5.5.4.1. Análisis estructural del canal de conducción

5.5.4.1.1. Geometría del canal

Donde:

$y = 0.61\ m$

$L_1 = 1.47\ m$

$L_2 = 2.40\ m$

$T = 3.01\ m$

$e = 0.20\ m$

$\alpha = 60.00°$

5.5.4.1.2. Características físicas del suelo

$\delta_s = 4.00\ \ kg/cm^2$ Capacidad port. del suelo

$\gamma_s = 1{,}600.00\ \ kg/m$ Peso esp. del suelo

$\varphi = 16.00°$ Angulo de roz. Interno

5.5.4.1.3. Características físicas del agua

$\rho_{H_2O} = 1{,}000.00\ \ kg/m^3$ Peso específico del agua

5.5.4.1.4. Características del concreto

$f'_c = 175.00\ \ kg/cm^2$ Resistencia del concreto

$\rho_c = 2{,}300.00\ kg/m^3$ Peso específico del concreto

$\rho_{alb} = 2{,}200.00\ kg/m^3$ Peso específico de albañilería

5.5.4.1.5. Esfuerzos

Peso del canal de concreto

$$W_c = 2 \times (\rho_c \times L_1 \times e) + \rho_c \times L_2 \times e$$

$$W_c = 2{,}456.40\ kg/m$$

Peso de albañilerías de piedra

$$W_{alb} = 2 \times (\rho_{alb} \times L_1 \times e) + \rho_{alb} \times L_2 \times e$$

$$W_{alb} = 2{,}349.60\ kg/m$$

Peso del agua

$$W_{H_2O} = y \times \left(\frac{L_2+T}{2}\right) \times \rho_{H_2O}$$

$$W_{H_2O} = 1{,}650.05\ kg/m$$

Peso total

$$P_{total} = W_c + W_{alb} + W_{H_2O}$$

$$P_{total} = 6{,}456.05\ kg/m$$

5.5.4.1.6. Esfuerzo del suelo

$$\delta_{suelo} = \frac{P_{total}}{\text{Área}} \Longrightarrow \delta_{suelo} = \frac{P_{total}}{L_2}$$

$$\delta_{suelo} = 2{,}690.02\ kg/m^2$$

$\delta_{suelo} = 0.269002083\ kg/cm^2 \Longrightarrow \delta_{suelo} < \delta_s$ OK

5.5.4.1.7. Momento de vuelco

$M_V = \frac{1}{2} \times Cea \times \gamma_s \times H \times (h + 2h') \times \left(\frac{H^2+3\times H\times h'}{3\times H+6h'}\right)$

$h' = \frac{S/c}{\gamma_s}$

Donde:

$S/c\ = 1{,}000.00\ kg/m^2$ Sobrecarga en bordo de canal

$\gamma_s = 1{,}600.00\ kg/m^3$ Peso específico del suelo

$H = 1.20\ m$ Altura de canal

$h' = 0.63\ m$

$$Cea = \left[\frac{\frac{\sin(\alpha-\varphi)}{\sin\alpha}}{\sqrt{\sin(\delta+\alpha)} + \sqrt{\frac{\sin(\delta+\varphi)\times\sin(\varphi-\beta)}{\sin(\alpha-\beta)}}}\right]^2$$

Donde:

$\alpha = 60.00°$ Ángulo que forma el talud del canal

$\varphi = 16.00°$ Ángulo de fricción interna del suelo

$\delta = 0.00°$ Ángulo de rozamiento suelo losa

$\beta = 0.00°$ Ángulo que forma el talud superficial del terraplén

$Cea = 0.63$

Entonces:

$M_V = 617.8797434\ kg - m$

5.5.4.1.8. Momento resistente

$M_r = 0.5 \times \gamma_c \times e \times H^2 \times \frac{\cos}{\sin^2 \alpha}$

Donde:

$\gamma_c = 2{,}300.00\ kg/m^3$ Peso específico (concreto)

$H = 1.20\ m$ Altura de canal

$e = 0.20\ m$ Espesor de canal

Entonces:

$M_r = 220.8\ kg - m$

5.5.4.1.9. Momento flexionante

$M = M_V - M_r$

$M = 397.0797434\ kg - m$

Como $M_V > M_r$

5.5.4.1.10. Verificación de espesor de pared del canal

$$\frac{\delta_{ad}}{\delta_c} > 1.5$$

$\delta_{ad} = 17.50\ kg/cm^2$ Esfuerzo admisible del concreto a la tracción

$\delta_c = 5.96\ kg/cm^2$

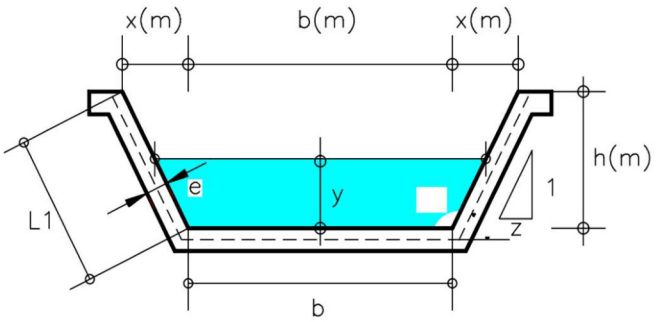
Entonces:

$\frac{\delta_{ad}}{\delta_c} = 2.94$ BIEN

5.5.4.2. Diseño de las paredes del canal

Figura 104

Detalle de Muros del Canal de Conducción



Nota: Los cálculos se realizaron para 1 metro de pared. Elaboración propia.

5.5.4.2.1. Parámetros del canal

$f'_c = 210\ kg/cm^2$

$b = 2.40\ m$

$e = 0.20\ m$

$h = 1.20\ m$

$y = 0.61\ m$

$L_1 = 1.35\ m$

$\gamma = 1.44\ tn/m^3$

$\phi = 17.4°$

$P_e = 2.40\ tn/m^3$

$\gamma_{H_2O} = 1.00\ tn/m^3$

5.5.4.2.2. Empuje de la tierra

$$E = \frac{\gamma \times h^2}{2} \times \tan^2\left(45° - \frac{\phi}{2}\right)$$

$E = 0.55945723\ tn$

$E_u = 1.342691335\ tn$ Empuje amplificado

5.5.4.2.3. Peso en la base del canal

$P_{bc} = 13.704\ tn$

5.5.4.2.4. Presión de la estructura en el suelo

$P_{cn} = 0.571\ kg/cm^2$

5.5.4.2.5. Peso en la base de la pared

$P_{bp} = 1.014\ tn$

5.5.4.2.6. Punto de aplicación

$P_a = h/3$

$P_a = 0.40\ m$

Momento en pared

$M_{up} = E_u \times P_a$

$M_{up} = 0.537\ tn - m$

5.5.4.2.7. Esfuerzos admisibles en el concreto

$V_{ua} = 0.35 \times \sqrt{f'_c} \Longrightarrow V_{ua} = 5.072\ kg/cm^2$

5.5.4.2.8. Esfuerzo admisible por flexión

$f_{ca} = 0.65 \times f'_c \Longrightarrow f_{ca} = 136.50\ kg/cm^2$

$f_{ta} = 0.85 \times \sqrt{f'_c} \Longrightarrow f_{ta} = 12.32\ kg/cm^2$

5.5.4.2.9. Esfuerzos actuantes en la pared

Esfuerzo actuante por corte

$$V_u = \frac{3 \times V_{up}}{200 \times e2}$$

$V_u = 1.007\ kg/cm^2$

$V_u < V_{ua}$ OK

Esfuerzo actuante por flexión

$$f_c = \frac{P}{100 \times t} + 6 \times \frac{M_{up}}{100 \times t^2}$$

$f_c = 8.563\ kg/cm^2$

$f_c > f_{ca}$ OK

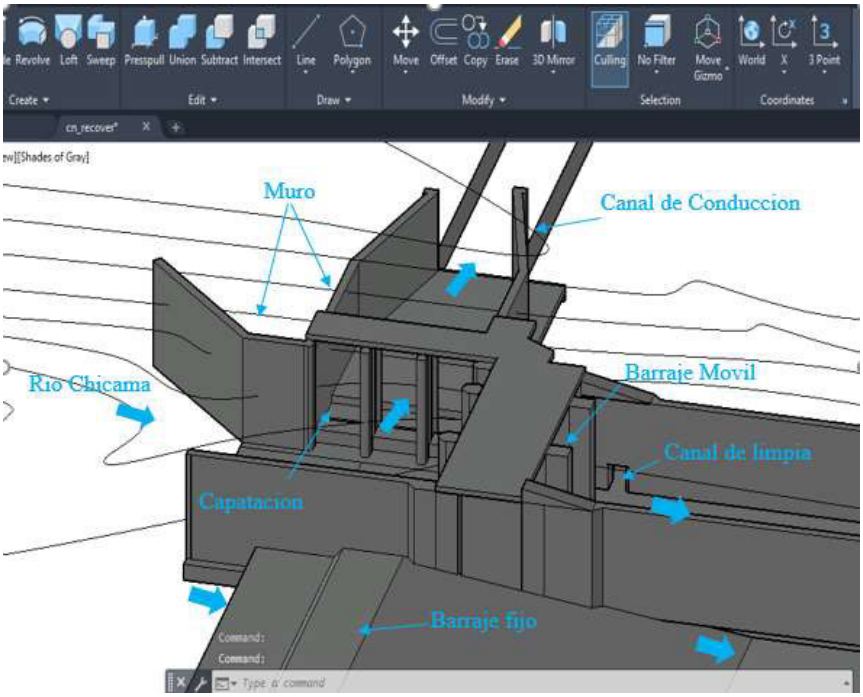
$$f_t = 6 \times \frac{M_{up}}{100 \times t^2}$$

$f_t = 8.056\ kg/cm^2$

$f_t < f_{ta}$ OK

Figura 105

Bocatoma en AutoCAD Civil 3D



Nota: Elaboración propia.

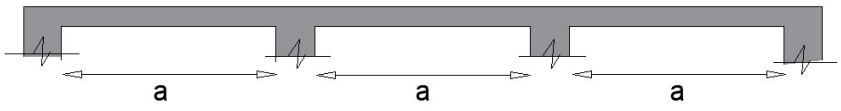
5.5.5. Losa de maniobras

5.5.5.1. Datos geométricos

$a = 2.20\,m$

Figura 106

Detalle de luz libre y apoyo de la Losa



Nota: Elaboración propia.

5.5.5.2. Parámetros estructurales

Predimensionamiento de altura de losa

Según código ACI (Ver **Figura F *5***: Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones, en el Anexo F: Fichas técnicas y especificaciones de diseño), sin vigas de borde:

$h_{losa\,mín} = L/28$

Donde:

$L = 2.20\,m$ Luz mayor de paño de losa

$h_{losa} = 2.20/28 \Longrightarrow h_{losa} = 0.08\,m$

Para el diseño de la losa de maniobras, se asume:

$h_{losa} = 0.20\,m$

$\gamma_{concreto} = 2{,}400.00\ kg/m^3$

5.5.5.3. Metrado de cargas

Carga Muerta: $CM = \gamma_{concreto} \times h_{losa} + 100$

$\Longrightarrow CM = 580\ kg/m^2$

Carga Viva: $CV = 200\ kg/m^2$

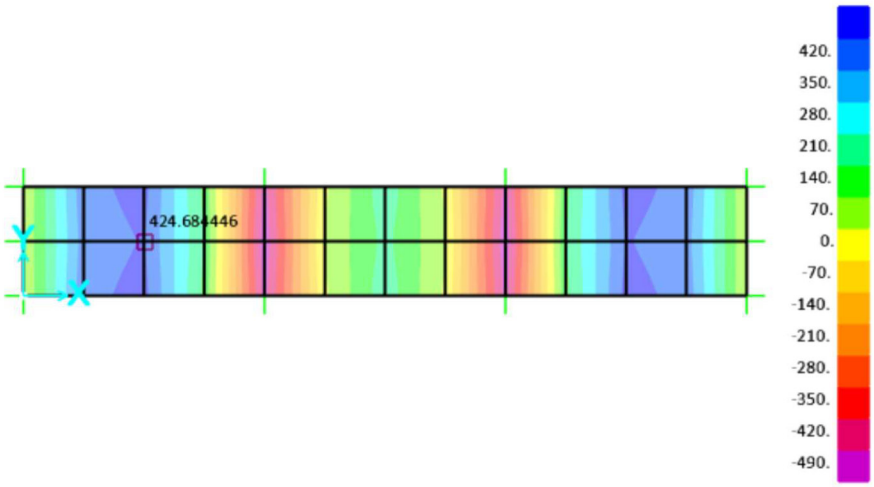
Carga amplificada: $W_u = 1.70 \times CV + 1.40 \times CM$

$\Longrightarrow W_u = 1{,}152.00\ kg/m^2$

5.5.5.4. Cálculo de esfuerzos

Figura 107

Calculo de Momento Flector, mediante SAP2000



Nota: Elaboración propia.

$M_u = 424.63\ kg - m$ Momento flector de carga ultima

5.5.5.5. Cálculo de acero requerido

Se empleó la fórmula siguiente:

$A_s = \rho \times b \times d$

$w = \rho \times \left(\frac{f_y}{f'_c}\right)$

$$w \times (1 - 0.59 \times w) = \frac{M_u}{\phi \times (f'_c \times b \times d^2)}$$

Donde:

$M_u = 424.63\ kg - m$ Momento flector de carga ultima

$\phi = 0.90$ Factor de reducción por flexión

$f'_c = 210\ kg/cm^2$

$f_y = 4{,}200\ kg/cm^2$

$b = 100.00\ cm$ Ancho de losa

$d = 17.00\ cm$ Peralte de losa

Hallando los valores de la siguiente ecuación:

$$0.00777 = w - 0.59 \times w^2$$

$$w+= \frac{1+\sqrt{1-4\times0.59\times0.00777}}{2\times0.59} \Longrightarrow w+= 1.6871$$

$$w-= \frac{1-\sqrt{1-4\times0.59\times0.00777}}{2\times0.59} \Longrightarrow w-= 0.0078$$

$$\rho = \frac{w_{mín}}{f_y/f'_c} = \frac{0.0078}{4{,}200/210}$$

$\Longrightarrow \rho = 0.0004$ Cuantía de acero

El área de acero requerido:

$A_s = 0.66\ cm^2$

Se comparó este valor con acero mínimo

$$A_{mín} = 0.0018 \times b \times d$$

$$A_{mín} = 3.06\ cm^2$$

Como el acero mínimo es superior a acero calculado, se distribuye el área de acero mínimo en la losa de maniobras:

$$A_{\phi\ 3/8"} = 0.71\ cm^2$$

$$S = \frac{1}{A_{mín}/A_{\phi\ 3/8"}} = \frac{1}{3.06/\ .71} \Longrightarrow S = 0.232\ m$$

$$\#Varillas = \frac{A_{mín}}{A_{\phi\ 3/8"}} = \frac{3.06}{0.71} \Longrightarrow \#Varillas = 4.3099 \approx 5$$

Distribución: 5 varillas de acero de 3/8" @0.20 m

5.5.5.6. Verificación por fuerza cortante

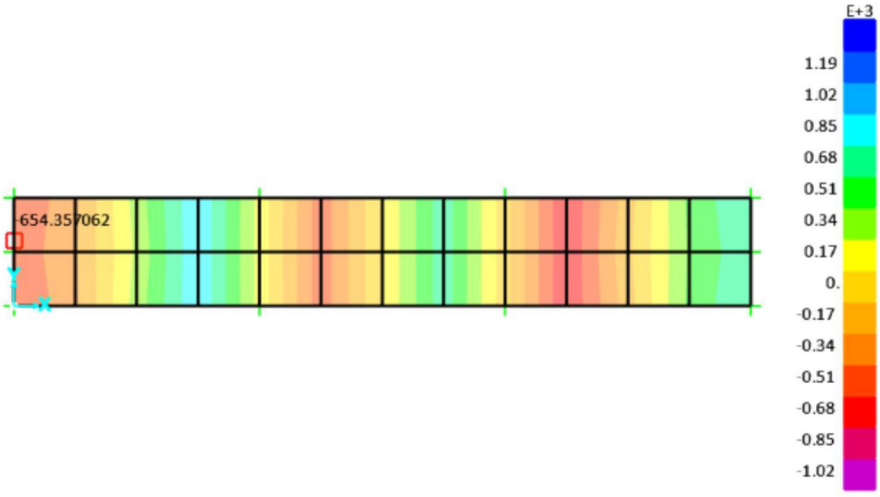
La resistencia máxima de la losa se calcula:

$$\phi V_c = 0.53 \times {f'_c}^2 \times b \times d$$

$$\phi V_c = 13{,}056.73\ kg$$

Figura 108

Diagrama de esfuerzos cortantes con el Programa SAP2000



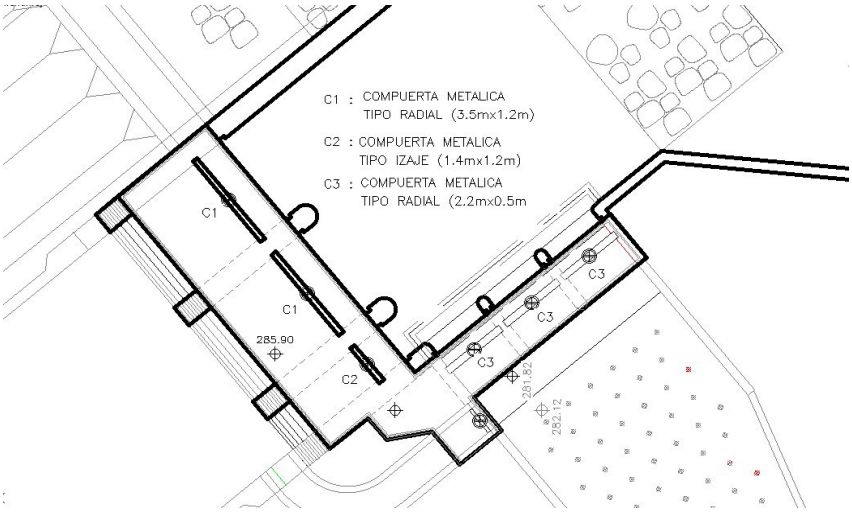
Nota: Elaboración propia.

Se obtuvo un cortante en el extremo de:

$V_{13} = 654.35\ kg < \phi V_c$ OK

Figura 109

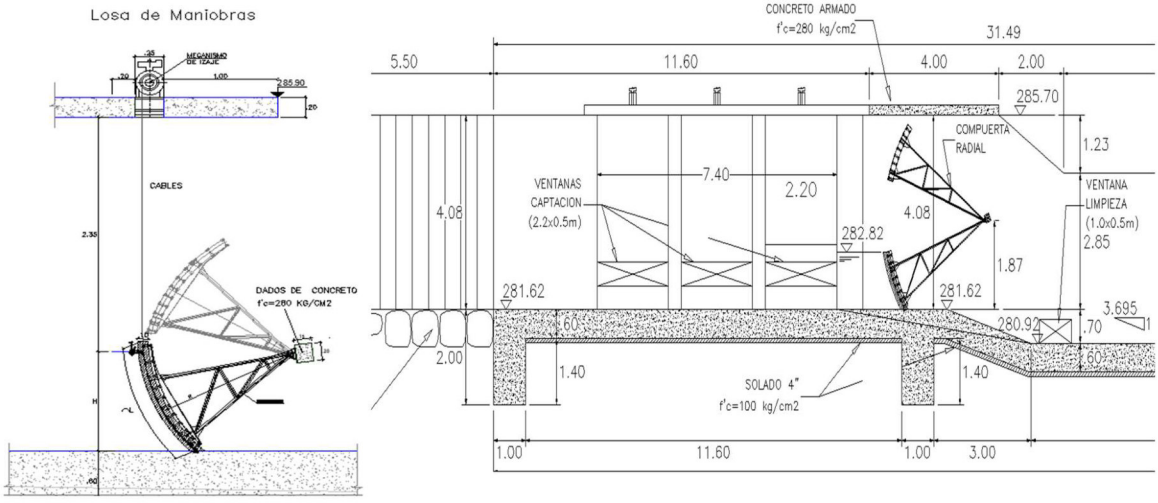
Vista en planta de la losa de maniobras



Nota: Elaboración propia.

Figura 110

Vistas en elevación de la losa de maniobras tipo C1 y tipo C2

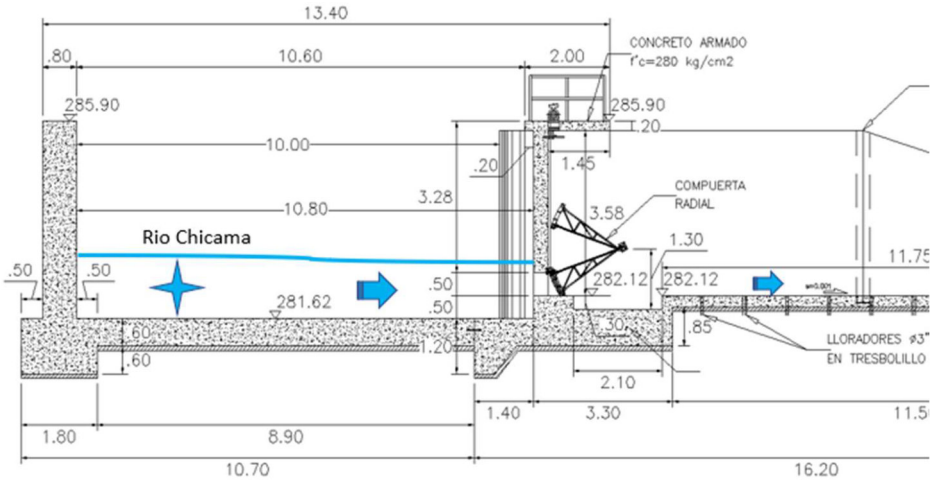


(a) (b)

Nota: Mediante la losa de maniobras se permite regular el nivel del agua al interactuar con las compuertas en 102-(a) y permitir el paso del caudal por las ventanas de captación en 102-(b). Elaboración propia.

Figura 111

Vistas en elevación de la losa de maniobras tipo C3



Nota: Losa de maniobras donde se controla el ingreso del caudal de captación hacia el desarenador.

Elaboración propia.

5.6. Simulación hidráulica con el programa IBER

Iber es un modelo bidimensional para la simulación del flujo de superficie libre en ríos y estuarios. Iber resuelve hidrodinámica, turbulencia, transporte de sedimentos, procesos de calidad del agua y habitad. El programa Iber está basado en la Ecuaciones de Saint-Venant (Sierra,2021).

$$\frac{dh}{dt} + \frac{dq_x}{dx} + \frac{dq_y}{dy} = 0$$

$$\frac{dq_x}{dt} + \frac{d}{dx}\left(\frac{q_{x^2}}{h} + g\frac{h^2}{2}\right) + \frac{d}{dy}\left(\frac{q_x q_y}{h}\right) = -gh\frac{dz_b}{dx} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} - \frac{d}{dx}\left(hu'_x u'_x\right) - \frac{d}{dy}\left(hu'_x u'_y\right)$$

$$\frac{dq_y}{dt} + \frac{d}{dx}\left(\frac{q_x q_y}{h}\right) + \frac{d}{dy}\left(\frac{q_{y^2}}{h} + g\frac{h^2}{2}\right) = -gh\frac{dz_b}{dy} - \frac{\tau_{by}}{\rho} - \frac{d}{dx}\left(hu'_x u'_y\right) - \frac{d}{dy}\left(hu'_y u'_y\right)$$

Cuyas variables representan:

h : nivel de agua.

q_x : Caudal hidráulico especificado en X.

q_y : Caudal hidráulico especificado en Y.

z_b : La Cota de fondo.

g : Aceleración de la gravedad

g : Densidad del agua

τ_{bx} : Componente del esfuerzo tangente del fondo en la dirección X.

τ_{by} : Componente del esfuerzo tangente del fondo en la dirección Y.

Para realizar el modelado en el programa Iber V2.5, se importó el modelo digital del terreno (DEM), mediante el programa ArcGIS V10.8. En primer lugar, se procede a crear una superficie TIN a partir de las curvas de nivel topográficas del área de estudio. A continuación, se genera un DEM a partir del TIN creado.

A diferencia de los modelos 1D, en los modelos 2D el radio hidráulico deja de definirse como área de la sección mojada entre perímetro mojado, ya que en 2D no tiene sentido el definir una sección transversal. Tomando una columna de fluido de anchura Δx y calado h, el radio hidráulico se calcularía como (Manual referencia Hidráulico Iber,2104):

$$Rh = \frac{A}{Pm} = h * \frac{\underline{\Delta} x}{\underline{\Delta} x} = h$$

Por lo tanto, en los modelos 2D es lo mismo hablar de radio hidráulico y de calado.

La fricción de fondo se evalúa mediante la fórmula de Manning, la cual utiliza el coeficiente de Manning *n* como parámetro. La fórmula de Manning utiliza el siguiente coeficiente de rugosidad:

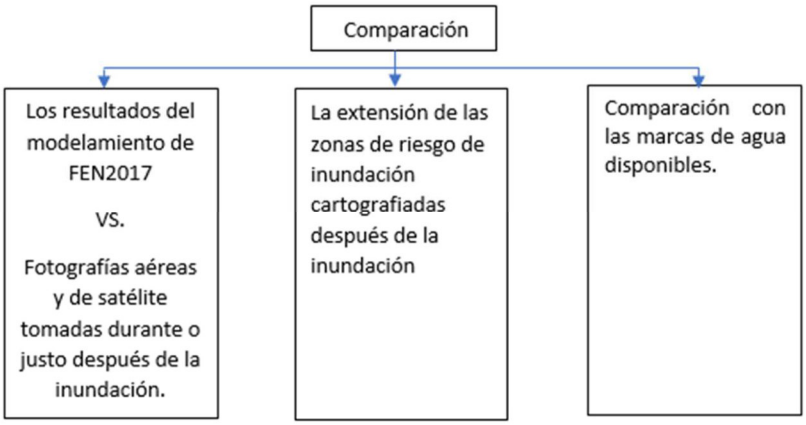
$$Cf = \mathrm{g} * \frac{n^2}{h1/3}$$

5.6.1. Calibración del programa Iber

La calibración del modelo se realizó con el modelamiento hidráulico de FEN2017. Los procedimientos de análisis realizados para demostrar la buena calibración del modelo están esquematizados en la Figura 112:

Figura 112

Esquema del proceso de calibración del programa Iber, con el modelamiento hidráulico del Fenómeno del Niño 2017

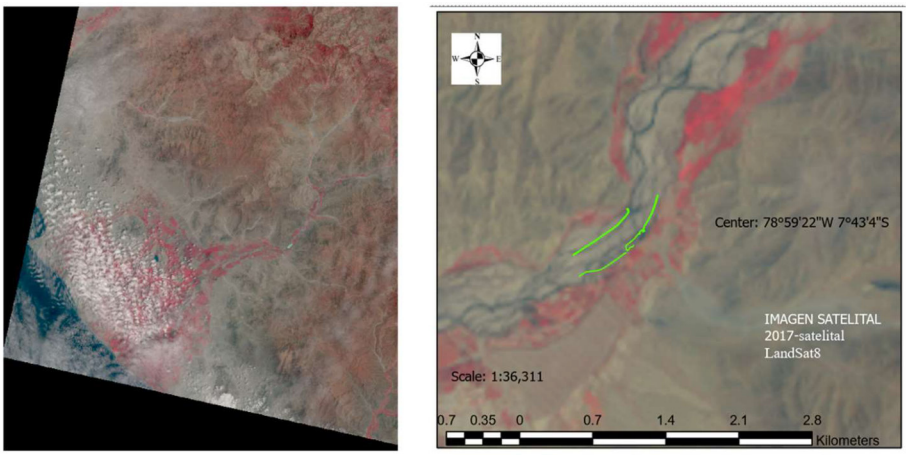


Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, se extrajo imágenes satelitales del área de estudio, realizadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) entre los años 2017 y 2021, mostradas en la Figura 113 y la Figura 114:

Figura 113

Imagen satelital LandSat8 del área de estudio, 17/11/2017

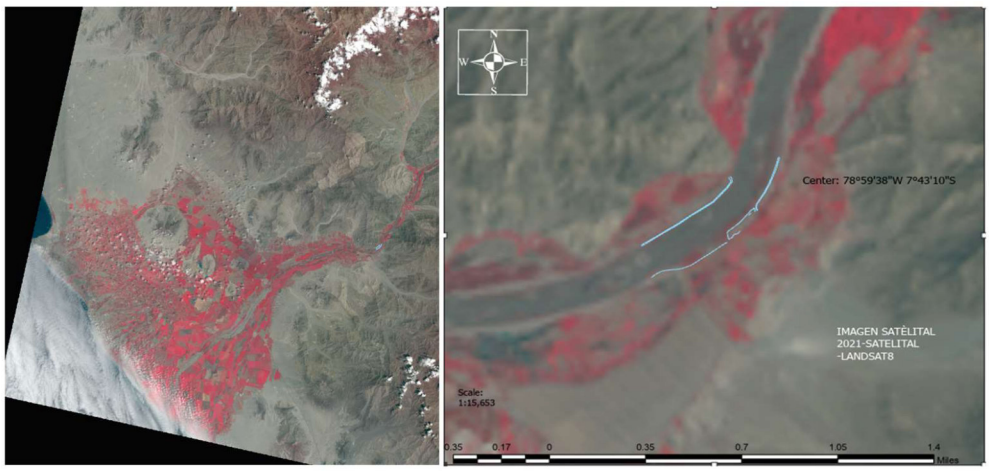


(a) (b)

Nota: En la Figura 105-(a) se muestra la imagen satelital LandSat8, a la que se le hizo zoom para observar en la Figura 105-(b) que los diques existentes mantuvieron el ancho estable de 200 metros en el punto de captación. Extraído del *Earth explorer* (United States Geological Survey, s.f.).

Figura 114

Imagen satelital LandSat8 del área de estudio, 13/12/2021



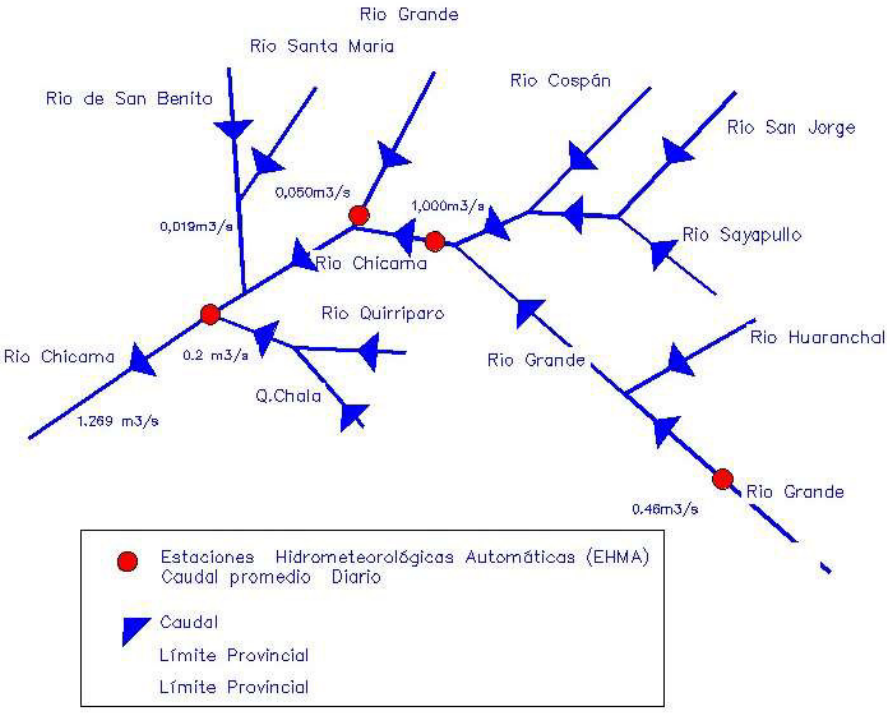
(a) (b)

Nota: En la Figura 106-(a) se muestra la imagen satelital LandSat8, a la que se le hizo zoom para observar en la Figura 106-(b) que los diques existentes mantuvieron el ancho estable de 200 metros en el punto de captación. Extraído del *Earth explorer* (United States Geological Survey, s.f.).

En cuanto a la discretización, se analizó la topología del sistema hidráulico de la cuenca del río Chicama; además, se elaboró el esquema topológico de la zona de estudio, el esquema hidráulico de las estructuras de captación y conducción y la discretización hidráulica de una sección transversal del río, tal como se muestra en la Figura 115, la Figura 116, la Figura 117 y la Figura 118.

Figura 115

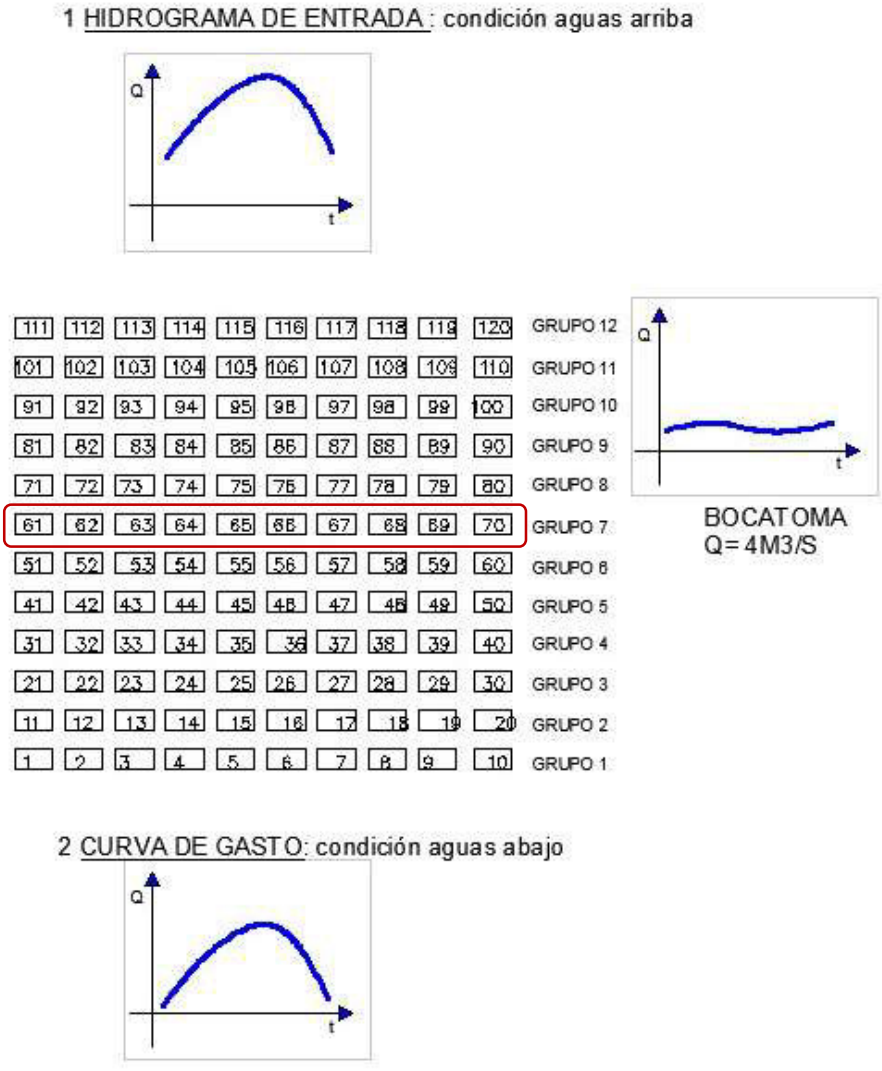
Diagrama topológico del sistema hidráulico de la cuenca del río Chicama



Nota: Adaptado de *Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Chicama, pp.19* (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2015).

Figura 116

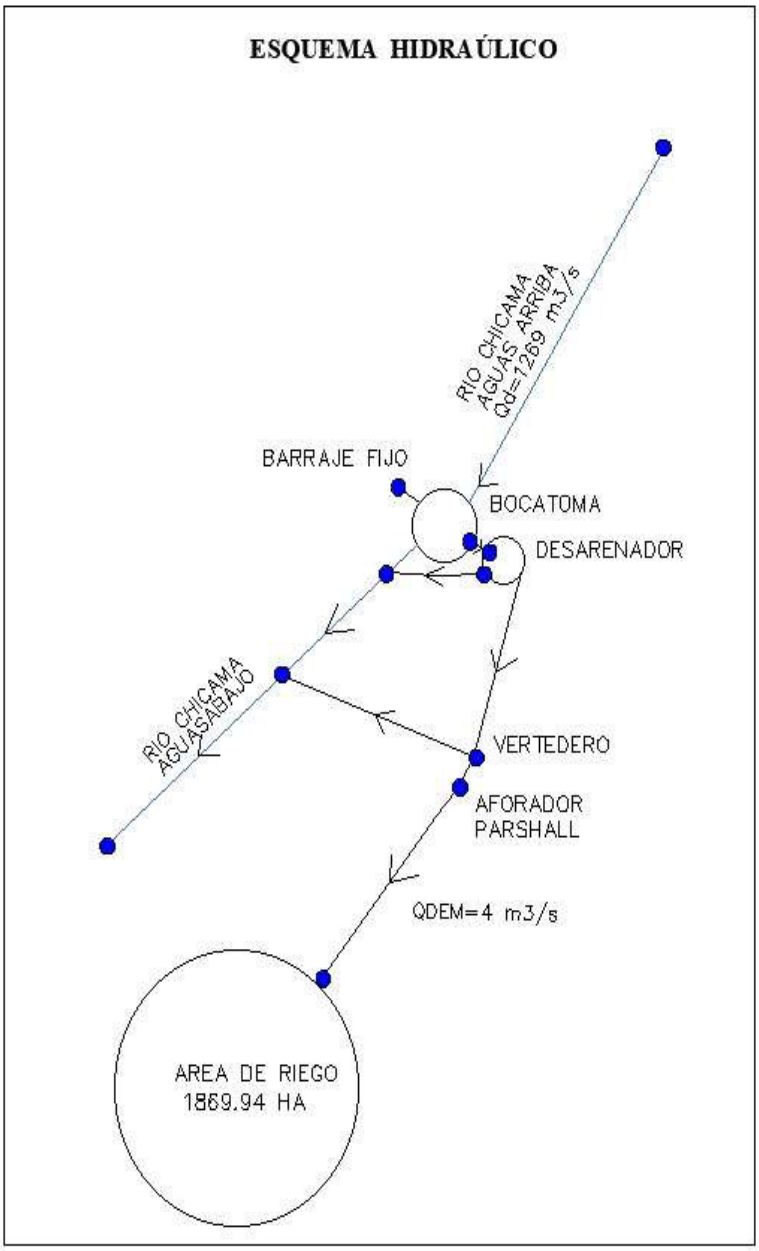
Esquema topológico de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia.

Figura 117

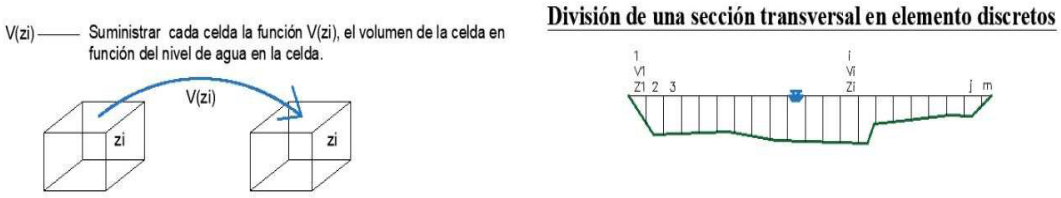
Esquema hidráulico de las estructuras de captación



Nota: Elaboración propia.

Figura 118

Discretización hidráulica de una sección transversal del río en elementos finitos



Nota: Elaboración propia.

Asimismo, según la Comisión de Usuarios de Sausal (W. Huaccha, comunicación personal, 17 de octubre de 2020), el calado del río Chicama llegó a un máximo de 1.90 m en temporadas de crecidas. Además, se utilizó la información recopilada por Senamhi en la estación hidrológica Salinar, la más cercana al área de estudio.

Figura 119

Identificación de la marca de agua durante la visita guiada por la Comisión de Usuarios de Sausal



Nota: Elaboración propia.

Respecto al calado, se comparó la marca de agua medida en campo con los resultados del modelamiento en la Tabla 104:

Tabla 104

Comparación del calado en campo con el calado del modelamiento

Marca de agua en campo vs. Resultados del modelamiento		
Marca de agua	TR	Modelamiento con TR 113
1.90m	113 años	1.90m

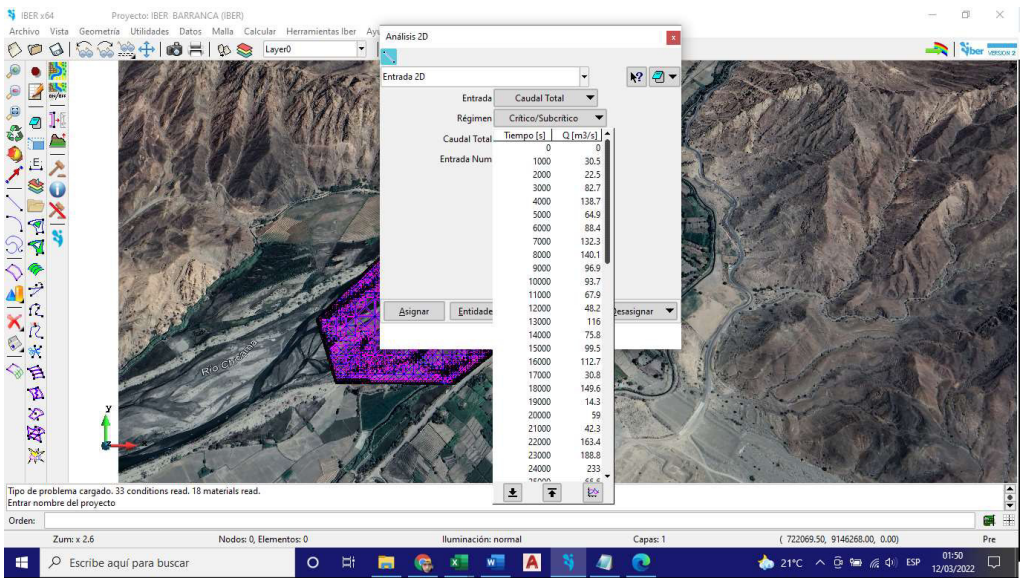
Nota: Elaboración propia.

5.6.2. Modelamiento del río en el área de estudio

Se modeló el río Chicama sin la bocatoma en la zona de estudio para determinar las posibles áreas de inundación ya que la zona de captación cuenta con diques existentes de 3 metros de altura, asegurando un ancho estable, tomando las descargas máximas mensuales $Q_{máx}$ de la Tabla 50, la Tabla 51 y la Tabla 52.

Figura 120

Ingreso de Información de Caudales Máximos al Modelo Generado

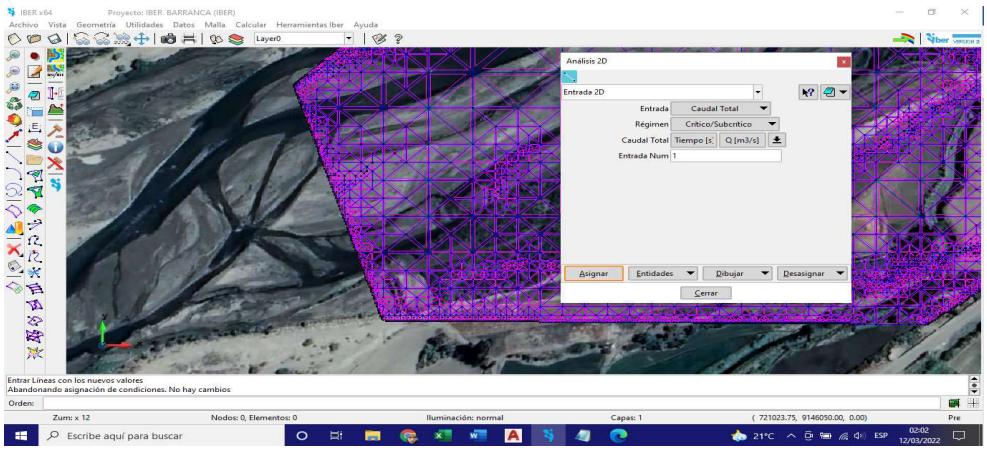


Nota: Elaboración propia.

En el contorno de salida se asignó la inundación del río a la ubicación de la estructura hidráulica para determinar las dimensiones y demás aspectos hidráulicos (Ver Figura 121).

Figura 121

Asignación de inundación en la zona de estudio

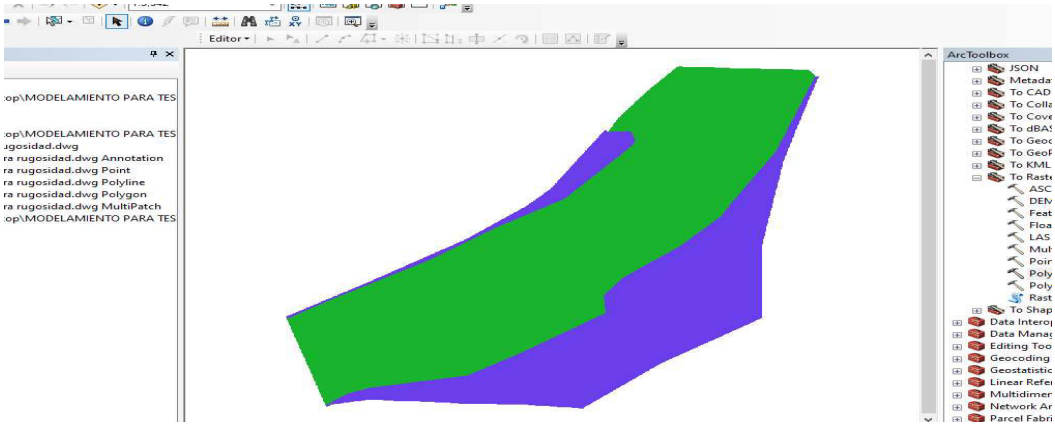


Nota: Elaboración propia.

Para la simulación, el programa solicita parámetros como la rugosidad del modelo. Para el río se consideró un coeficiente de Manning de 0.038 y para la parcela, un coeficiente de Manning de 0.010.

Figura 122

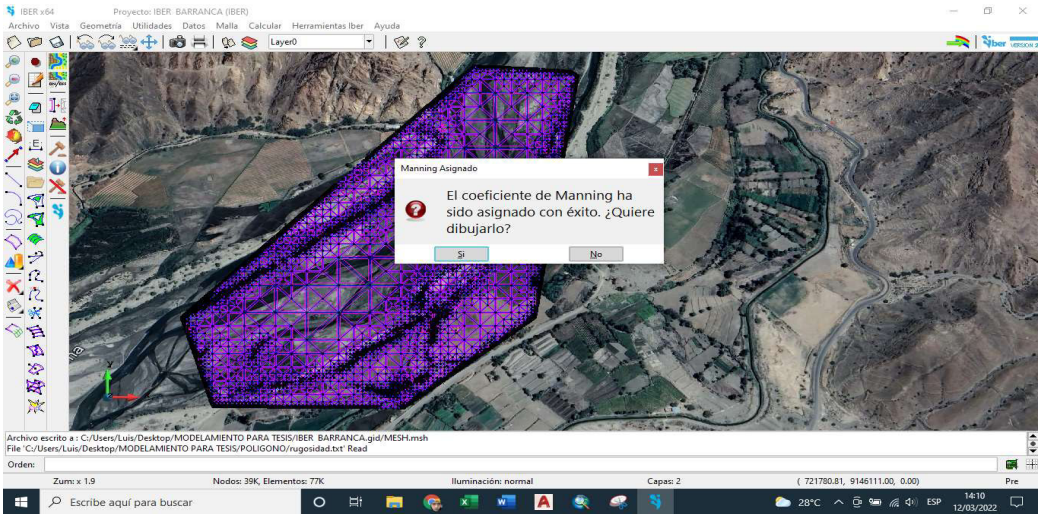
Delimitación del río y los predios agrícolas para asignación de la rugosidad



Nota: Elaboración propia.

Figura 123

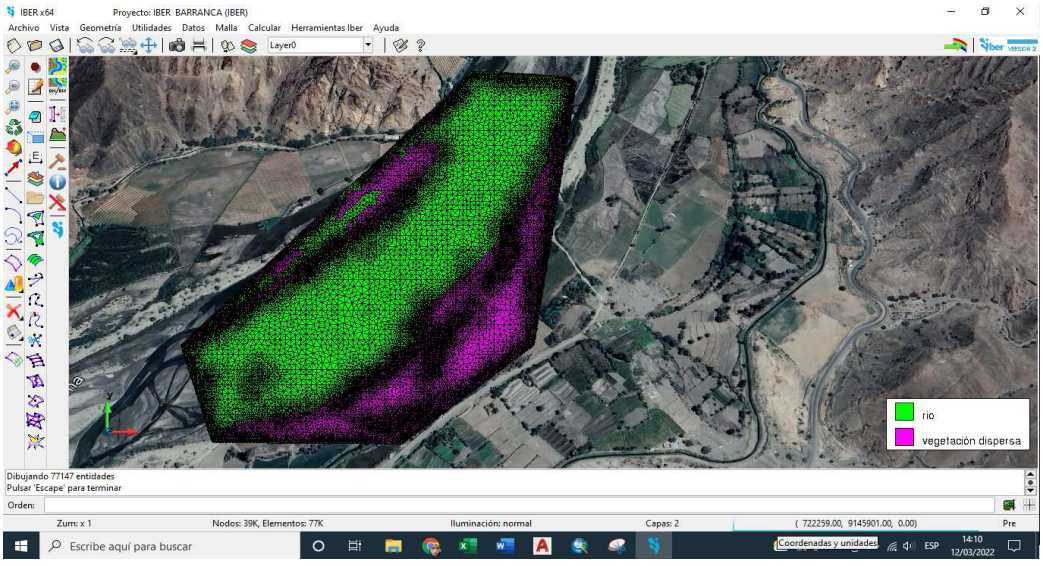
Asignación de coeficientes de rugosidad de Manning en la zona de estudio



Nota: Elaboración propia.

Figura 124

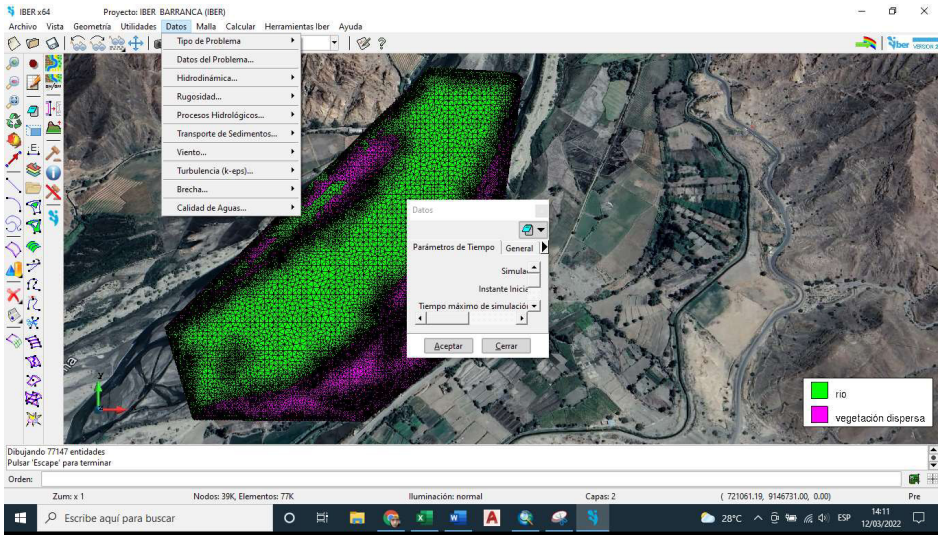
Generación de la malla no estructurada



Nota: Elaboración propia.

Figura 125

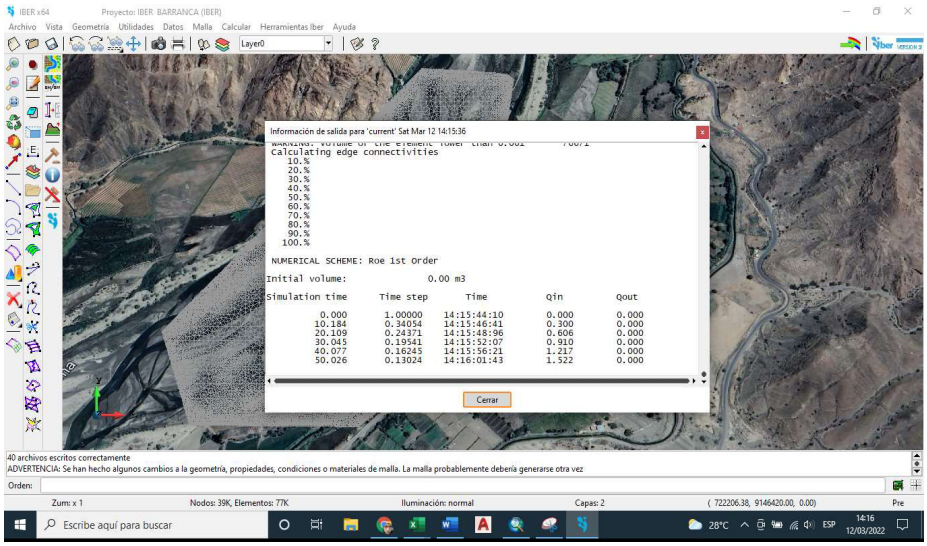
Asignación de los datos y parámetros de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia.

Figura 126

Asignación de los datos y parámetros de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia.

Los resultados del procesamiento en el programa Iber en el modelado del río Chicama en la zona de estudio se muestran en la Tabla 105, la Tabla 106, la Tabla 107 y la Tabla 108.

Tabla 105

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: BARRANCA
13/03/2022
17:48:32
Version of Iber: 2.5
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 7.46 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	17:48:33:29	0.000	0.000
10.043	0.31316	17:48:33:75	22.716	0.000
20.180	0.23231	17:48:34:26	82.386	0.000
30.009	0.20337	17:48:34:71	137.609	0.000
40.207	0.22866	17:48:35:15	65.056	0.000
50.131	0.22180	17:48:35:59	88.186	0.000
60.058	0.21103	17:48:36:05	131.628	0.000
70.046	0.20598	17:48:36:50	139.975	0.000
80.184	0.20871	17:48:36:96	97.006	0.000
90.133	0.21464	17:48:37:42	93.726	0.000
100.017	0.21631	17:48:37:89	68.414	0.000
110.020	0.22932	17:48:38:35	48.612	0.000
120.123	0.22020	17:48:38:80	115.343	0.000
130.142	0.23409	17:48:39:27	76.172	0.000
140.074	0.22630	17:48:39:72	99.139	0.000
150.164	0.22134	17:48:40:29	112.623	0.000
160.008	0.22526	17:48:40:76	32.578	0.000
170.144	0.20568	17:48:41:25	148.868	0.000
180.054	0.22866	17:48:41:72	16.663	0.000
190.078	0.18979	17:48:42:25	58.498	0.000
200.020	0.24651	17:48:42:71	42.679	0.000
210.010	0.20103	17:48:43:19	161.086	0.000
220.161	0.19162	17:48:43:69	188.722	0.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 106

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
230.056	0.18229	17:48:44:23	232.440	0.000
240.121	0.20775	17:48:44:73	68.038	0.000
250.190	0.19561	17:48:45:26	179.632	0.000
260.138	0.21608	17:48:45:75	88.518	0.000
270.158	0.20799	17:48:46:27	147.598	0.000
280.064	0.16030	17:48:46:78	13.707	0.000
290.139	0.20493	17:48:47:35	88.994	0.000
300.027	0.23271	17:48:47:83	20.549	0.000
310.218	0.21973	17:48:48:40	124.583	0.000
320.024	0.23392	17:48:48:89	28.753	0.000
330.081	0.19635	17:48:49:42	178.126	0.000
340.039	0.22408	17:48:49:93	27.769	0.000
350.148	0.17971	17:48:50:50	55.903	0.000
360.027	0.24473	17:48:51:01	65.391	0.000
370.005	0.24362	17:48:51:53	36.903	0.000
380.122	0.23096	17:48:52:03	99.206	0.000
390.085	0.24177	17:48:52:55	15.544	0.000
400.115	0.20868	17:48:53:12	29.258	0.000
410.098	0.24829	17:48:53:65	41.910	0.000
420.095	0.21840	17:48:54:24	115.289	0.000
430.205	0.24213	17:48:54:78	66.286	0.000
440.145	0.24035	17:48:55:34	32.424	0.000
450.106	0.22954	17:48:55:87	97.680	0.000
460.115	0.24276	17:48:56:44	46.376	0.000
470.027	0.22910	17:48:56:99	97.433	0.000
480.004	0.24009	17:48:57:51	46.946	0.000
490.045	0.19058	17:48:58:09	195.292	0.000
500.107	0.19922	17:48:58:65	163.615	0.000
510.019	0.21723	17:48:59:26	90.179	0.000
520.043	0.15970	17:48:59:89	34.852	0.010
530.135	0.21831	17:49:00:73	20.612	1.240
540.068	0.22295	17:49:01:33	46.119	1.760
550.095	0.22447	17:49:01:91	105.751	3.340

Nota: Elaboración propia.

Tabla 107

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
560.052	0.23834	17:49:02:53	70.924	4.831
570.133	0.20019	17:49:03:15	91.793	6.389
580.130	0.16086	17:49:03:85	118.369	10.971
590.152	0.23265	17:49:04:57	46.326	12.445
600.097	0.09786	17:49:05:23	97.298	14.702
610.002	0.22213	17:49:05:82	108.938	18.148
620.133	0.21020	17:49:06:46	137.044	20.824
630.009	0.05205	17:49:07:16	90.193	25.651
640.028	0.21905	17:49:07:88	119.733	28.507
650.127	0.13506	17:49:08:56	120.398	32.616
660.016	0.21715	17:49:09:24	120.304	37.065
670.058	0.21753	17:49:09:85	120.567	40.341
680.075	0.14569	17:49:10:49	120.606	45.015
690.101	0.21786	17:49:11:13	120.658	49.622
700.199	0.21796	17:49:11:74	120.124	52.435
710.128	0.21554	17:49:12:32	120.223	54.849
720.013	0.21741	17:49:12:96	120.907	55.578
730.078	0.20340	17:49:13:56	121.419	57.325
740.071	0.17482	17:49:14:27	120.142	61.544
750.115	0.21728	17:49:14:86	120.541	62.579
760.074	0.09560	17:49:15:50	120.085	63.755
770.026	0.21759	17:49:16:11	120.100	66.205
780.192	0.21751	17:49:16:74	120.145	67.022
790.157	0.21534	17:49:17:38	120.183	67.796
800.210	0.21693	17:49:18:01	120.580	71.319
810.185	0.21639	17:49:18:63	120.566	70.495
820.175	0.21553	17:49:19:24	120.169	71.371
830.020	0.21551	17:49:19:84	120.545	73.237
840.177	0.21496	17:49:20:50	120.162	73.890
850.005	0.21446	17:49:21:12	120.501	73.645
860.021	0.09528	17:49:21:74	120.185	78.740
870.112	0.21320	17:49:22:38	120.245	76.773
880.029	0.21242	17:49:23:00	120.331	77.553

Nota: Elaboración propia.

Tabla 108

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama (Parte 4)

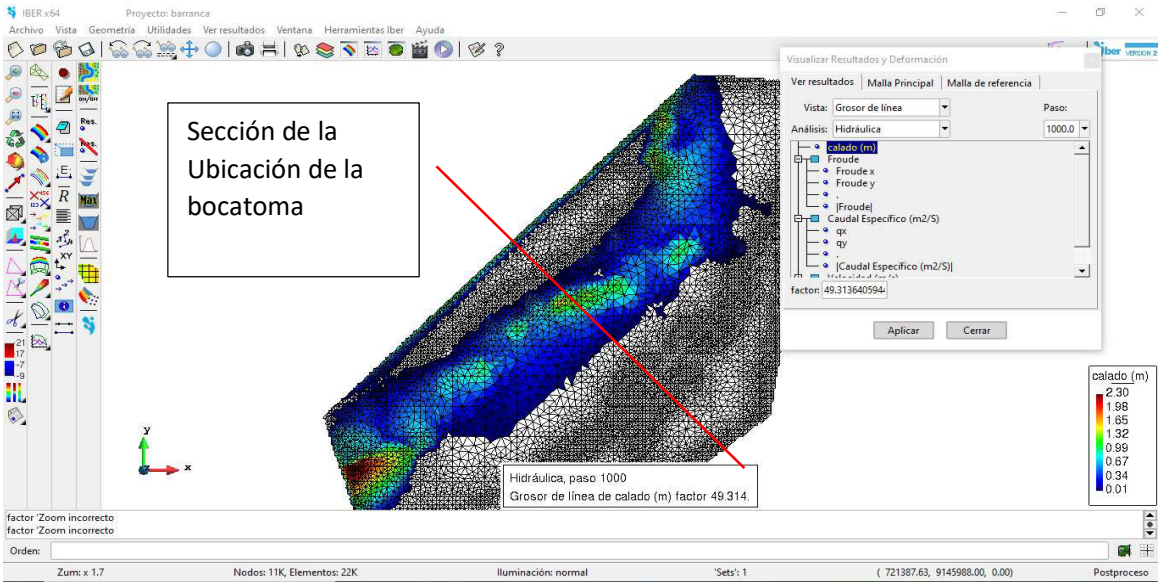
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
890.002	0.21175	17:49:23:63	120.214	79.820
900.075	0.21093	17:49:24:24	120.261	81.051
910.007	0.21006	17:49:24:89	120.228	82.603
920.208	0.20926	17:49:25:50	120.210	84.043
930.137	0.20843	17:49:26:14	120.213	86.166
940.116	0.20765	17:49:26:76	120.225	87.946
950.095	0.13586	17:49:27:47	120.084	92.271
960.041	0.20695	17:49:28:17	119.969	92.163
970.087	0.20562	17:49:28:81	120.177	93.930
980.139	0.20495	17:49:29:44	119.987	95.955
990.162	0.20427	17:49:30:23	120.099	97.396
1000.022	0.06865	17:49:30:83	120.006	100.392

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
13/03/2022
17:49:30

Nota: Elaboración propia.

Figura 127

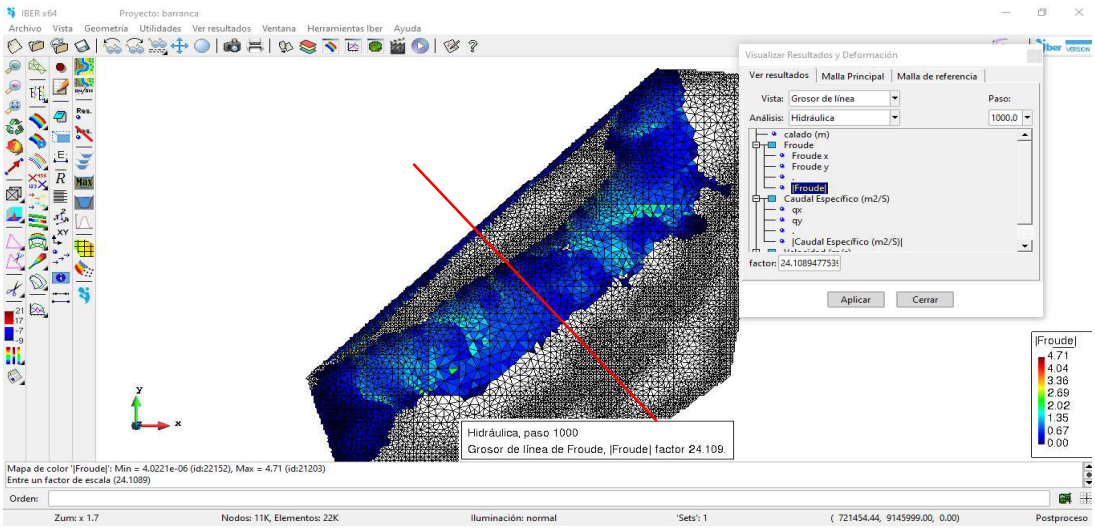
Calado Máximo de 1.90 m en la sección de la ubicación de la Bocatoma



Nota: Elaboración propia.

Figura 128

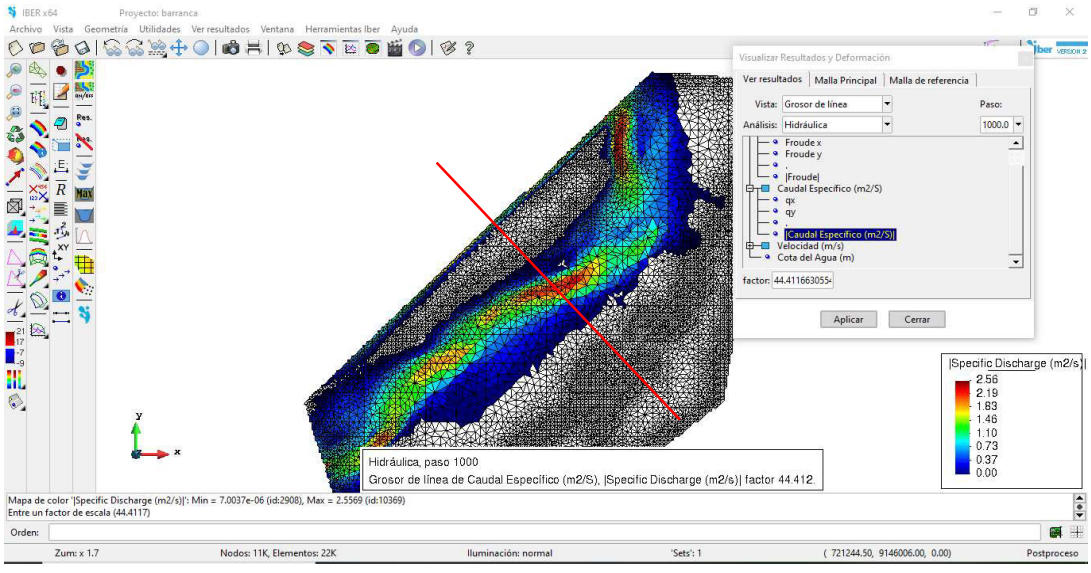
Número de Froude = 0.87 en el Lugar de Captación



Nota: Elaboración propia.

Figura 129

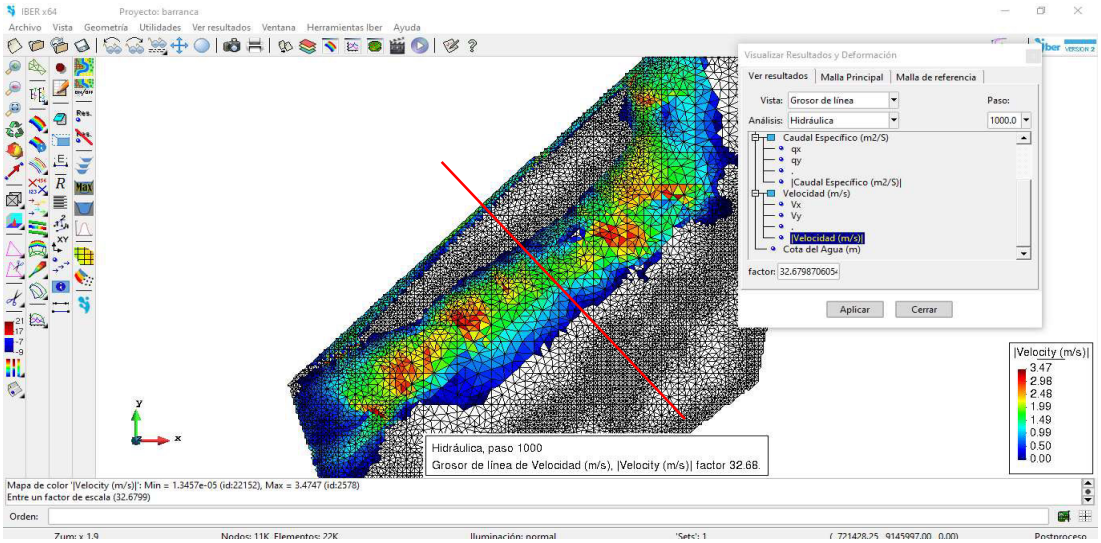
Caudal máximo específico de 2.56 m2/s en la sección de la ubicación de la bocatoma



Nota: Elaboración propia.

Figura 130

Velocidad máxima de 2.40 m/s en la sección de la ubicación de la bocatoma



Nota: Elaboración propia.

Tabla 109

Resumen de los datos máximos en el procesamiento del programa Iber

Resumen de datos máximos de programa Iber	
Calado	1.90 m
Número de Froude	0.87
Velocidad	2.40 m/s
Caudal	2.56 m2/s

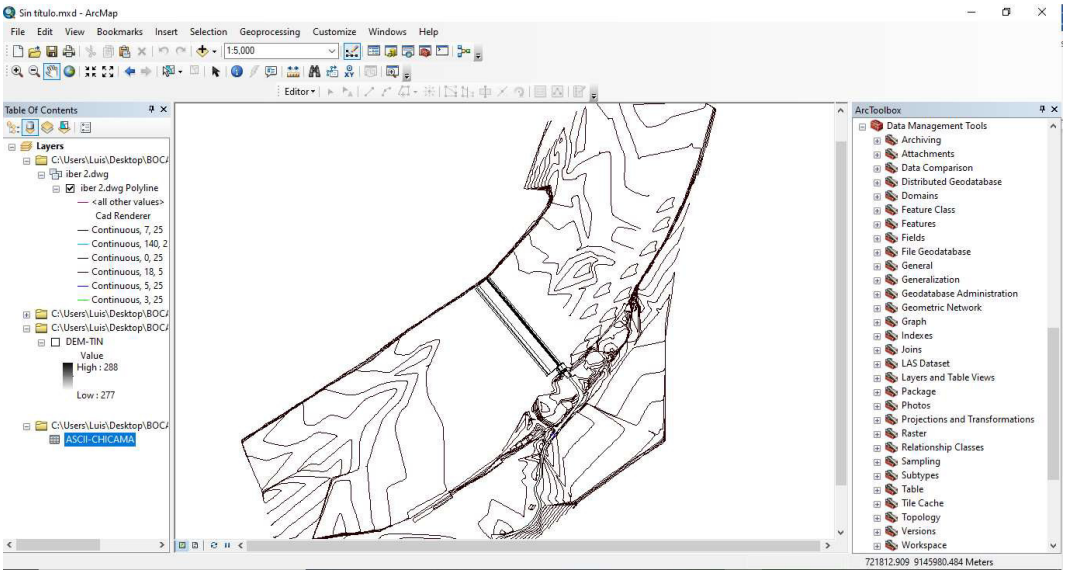
Nota: Elaboración propia.

5.6.3. Simulación de la Bocatoma La Barranca

5.6.3.1. Barraje fijo y barraje móvil

Figura 131

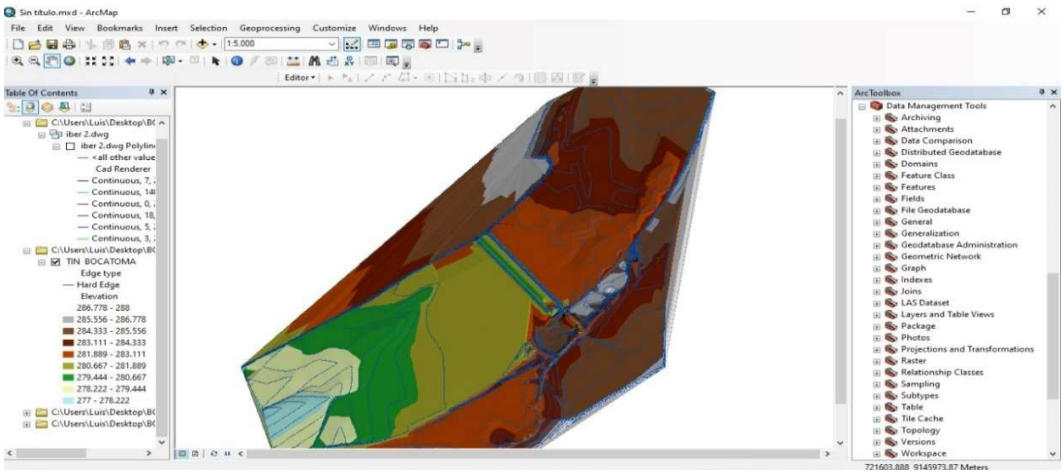
Importación de las curvas de nivel, incluyendo Barraje, Bocatoma, Canal



Nota: Elaboración propia.

Figura 132

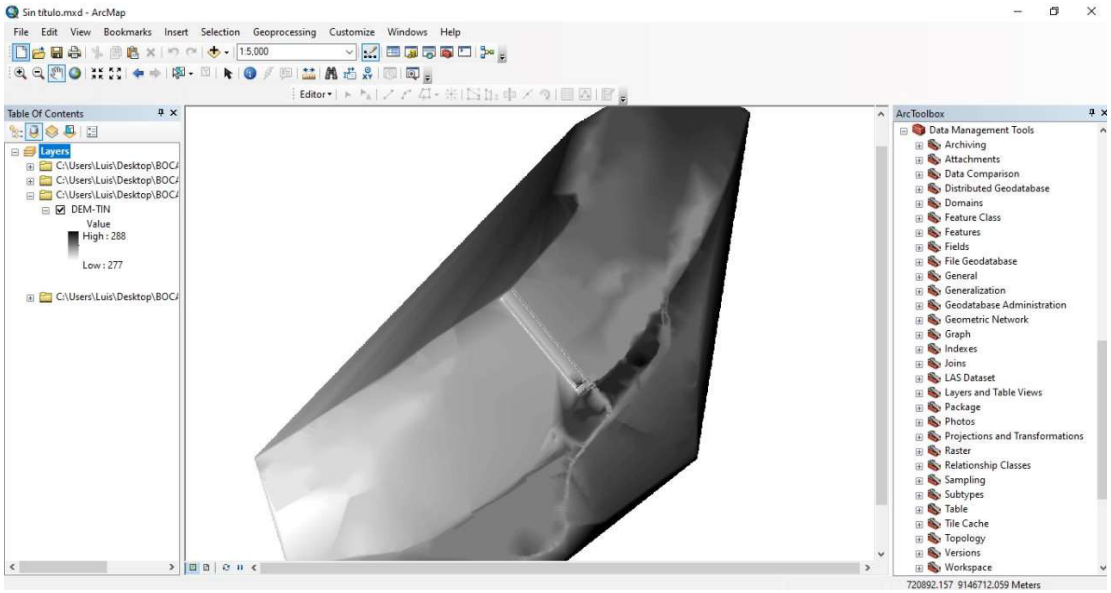
Generación de archivo TIN a partir del formato Shape



Nota: Elaboración propia.

Figura 133

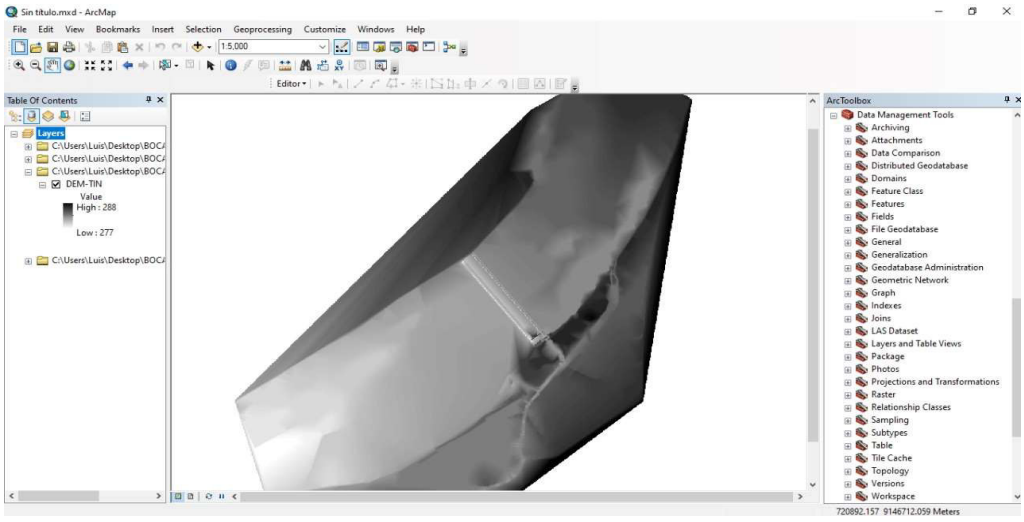
Generación de archivo DEM a partir del formato TIN



Nota: Elaboración propia.

Figura 134

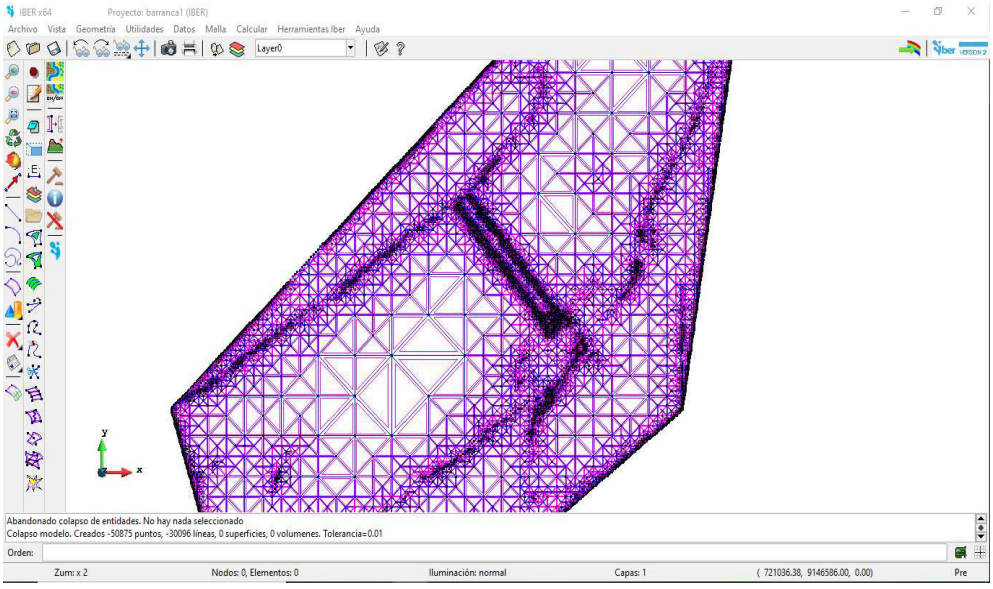
Generación de archivo ASCII compatible, a partir del formato DEM



Nota: Elaboración propia.

Figura 135

Generación de la geometría de la zona de estudio en el programa Iber



Nota: Elaboración propia.

Figura 136

Generación de la malla no estructurada, incluyendo bocatoma, barraje y canal



Nota: Elaboración propia.

Los resultados del procesamiento realizado por el programa Iber en el modelado del río Chicama en la zona de estudio, incluyendo bocatoma, barraje y canal, se muestran en la Tabla 110, la Tabla 111, la Tabla 112, la Tabla 113, la Tabla 114, la Tabla 115 y la Tabla 116.

Tabla 110

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: CHICAMA
18/03/2022
00:51:05
Version of Iber: 2.5
WARNING: There are some elements without initial condition.
The initial water depth in these elements
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 111647.50 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	0:51:10:08	0.000	0.000
10.011	0.01506	0:51:23:21	22.512	5.038
20.008	0.02285	0:51:38:93	82.663	3.797
30.001	0.02024	0:51:53:49	138.651	0.828
40.007	0.02088	0:52:09:07	65.058	0.276
50.008	0.02068	0:52:24:26	88.514	1.871
60.003	0.01929	0:52:39:78	132.570	1.479
70.015	0.01875	0:52:55:71	140.183	1.680
80.005	0.01734	0:53:12:80	97.133	3.559
90.007	0.01745	0:53:30:50	94.033	7.935
100.001	0.01802	0:53:49:11	68.335	13.134
110.007	0.01833	0:54:06:72	48.368	16.040
120.016	0.01850	0:54:23:94	116.397	24.686
130.005	0.01849	0:54:41:30	76.369	32.804
140.014	0.01851	0:54:58:43	100.065	38.282
150.001	0.01855	0:55:15:25	112.928	42.201
160.016	0.01861	0:55:32:58	31.233	46.154
170.017	0.01865	0:55:49:77	149.943	49.244
180.010	0.01867	0:56:08:26	14.679	58.372

Nota: Elaboración propia.

Tabla 111

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
190.007	0.01870	0:56:26:08	59.327	69.537
200.005	0.01877	0:56:43:85	42.508	82.567
210.011	0.01887	0:57:06:73	163.343	95.849
220.014	0.01486	0:57:23:87	188.798	107.895
230.016	0.01905	0:57:39:77	233.004	115.494
240.013	0.01912	0:57:57:84	66.694	120.774
250.010	0.01923	0:58:16:93	179.601	124.755
260.011	0.01929	0:58:34:44	87.878	129.328
270.018	0.01936	0:58:52:87	147.893	134.509
280.002	0.01940	0:59:08:56	12.655	140.091
290.013	0.01945	0:59:23:80	89.466	145.777
300.001	0.01946	0:59:39:67	19.244	150.255
310.006	0.01950	0:59:54:86	124.476	154.227
320.003	0.01955	1:00:10:12	26.886	156.884
330.013	0.01961	1:00:25:59	179.822	159.028
340.012	0.01963	1:00:40:82	25.048	160.155
350.001	0.01967	1:00:56:20	55.967	160.329
360.009	0.01958	1:01:11:13	65.612	159.919
370.009	0.01944	1:01:26:21	36.246	158.601
380.005	0.01935	1:01:41:68	99.827	157.003
390.002	0.01935	1:01:56:84	14.365	155.545
400.013	0.01940	1:02:12:24	29.409	153.717
410.001	0.01947	1:02:27:27	42.093	152.153
420.018	0.01952	1:02:42:31	116.206	150.274
430.016	0.01961	1:02:57:66	66.137	148.901
440.016	0.01969	1:03:12:60	32.129	147.061
450.006	0.01977	1:03:27:72	98.424	145.742
460.008	0.01982	1:03:42:95	45.782	143.652
470.013	0.01992	1:03:57:83	98.479	142.226
480.004	0.01997	1:04:12:35	45.784	140.767
490.001	0.02002	1:04:27:82	197.221	138.493
500.007	0.02009	1:04:41:61	163.377	137.025

Nota: Elaboración propia.

Tabla 112

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
510.011	0.02018	1:04:54:75	88.797	135.990
520.013	0.02030	1:05:07:80	34.070	134.126
530.007	0.02041	1:05:21:07	20.555	132.711
540.002	0.02055	1:05:34:31	46.478	131.505
550.000	0.02069	1:05:47:43	106.377	130.290
560.007	0.02084	1:06:00:21	69.962	128.754
570.004	0.02098	1:06:12:64	90.765	127.261
580.004	0.02112	1:06:24:97	117.080	125.393
590.015	0.02122	1:06:37:20	44.948	124.034
600.018	0.02132	1:06:49:49	95.883	122.433
610.020	0.02138	1:07:01:69	108.524	120.638
620.007	0.02140	1:07:13:80	136.372	118.922
630.004	0.02141	1:07:25:88	89.107	117.149
640.018	0.02136	1:07:38:01	119.873	115.349
650.020	0.02119	1:07:50:17	67.628	113.605
660.002	0.02104	1:08:02:52	599.989	112.016
670.011	0.02098	1:08:14:94	0.604	111.359
680.002	0.02097	1:08:26:04	0.014	108.792
690.001	0.02105	1:08:37:16	0.021	107.258
700.002	0.02115	1:08:48:25	0.020	105.803
710.003	0.02122	1:08:59:33	0.013	104.070
720.011	0.02128	1:09:10:32	0.126	102.671
730.012	0.02128	1:09:21:29	0.226	100.790
740.005	0.02124	1:09:32:30	0.046	99.522
750.008	0.02119	1:09:43:40	0.082	98.334
760.009	0.02112	1:09:54:51	0.026	97.546
770.007	0.02091	1:10:06:05	0.099	95.709
780.020	0.02014	1:10:17:52	0.100	94.564
790.008	0.01968	1:10:29:51	0.068	94.479
800.000	0.01939	1:10:42:28	0.044	93.117
810.016	0.01943	1:10:54:12	0.126	92.269
820.012	0.01961	1:11:05:94	0.127	91.923

Nota: Elaboración propia.

Tabla 113

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 4)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
830.006	0.01981	1:11:17:54	0.023	91.383
840.007	0.01998	1:11:29:06	0.135	90.468
850.015	0.02010	1:11:40:54	0.018	89.714
860.014	0.02023	1:11:51:87	0.020	89.604
870.000	0.02035	1:12:03:14	0.018	89.145
880.010	0.02049	1:12:14:40	0.020	88.992
890.002	0.02069	1:12:25:63	0.020	89.216
900.006	0.02092	1:12:36:70	0.087	89.570
910.008	0.02110	1:12:47:60	0.139	89.723
920.011	0.02129	1:12:58:32	0.252	90.321
930.011	0.02148	1:13:08:93	0.111	91.469
940.019	0.02172	1:13:19:42	0.035	92.389
950.001	0.02198	1:13:29:93	0.110	93.433
960.006	0.01859	1:13:40:46	0.106	93.652
970.012	0.02241	1:13:50:62	0.038	94.189
980.018	0.02254	1:14:00:61	0.109	92.639
990.020	0.02287	1:14:10:57	0.038	92.665
1000.003	0.02305	1:14:20:46	0.031	91.764
1010.018	0.02335	1:14:30:16	0.102	91.551
1020.005	0.02359	1:14:39:72	0.041	90.791
1030.016	0.02375	1:14:49:26	0.037	89.728
1040.001	0.02398	1:14:58:58	0.074	88.860
1050.003	0.02414	1:15:07:83	0.040	88.292
1060.014	0.02424	1:15:16:99	0.188	86.892
1070.014	0.02432	1:15:26:03	0.053	85.779
1080.011	0.02442	1:15:35:03	0.430	84.339
1090.022	0.02450	1:15:43:96	0.190	83.487
1100.019	0.02461	1:15:52:84	0.281	81.904
1110.013	0.02468	1:16:01:96	0.234	80.837
1120.008	0.02471	1:16:10:82	0.371	78.745
1130.008	0.02484	1:16:19:57	0.212	77.391
1140.024	0.02487	1:16:28:26	0.313	76.302

Nota: Elaboración propia.

Tabla 114

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 5)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
1150.010	0.02491	1:16:37:06	0.213	74.339
1160.024	0.02488	1:16:45:88	0.343	73.506
1170.014	0.02496	1:16:54:59	0.133	71.356
1180.008	0.02506	1:17:03:19	0.273	70.070
1190.017	0.02521	1:17:11:77	0.352	68.631
1200.017	0.02538	1:17:20:23	0.319	66.568
1210.013	0.02538	1:17:28:74	0.321	65.343
1220.017	0.02549	1:17:37:24	0.227	63.633
1230.018	0.02551	1:17:45:58	0.159	61.983
1240.000	0.02562	1:17:53:92	0.244	60.953
1250.025	0.02564	1:18:02:28	0.226	59.502
1260.015	0.02556	1:18:10:59	0.304	59.078
1270.017	0.02554	1:18:18:92	0.192	56.660
1280.017	0.02549	1:18:27:18	0.246	55.517
1290.024	0.02555	1:18:35:48	0.355	53.886
1300.008	0.02554	1:18:43:80	0.533	52.642
1310.024	0.02556	1:18:52:26	0.218	51.641
1320.011	0.02558	1:19:00:54	0.417	49.757
1330.011	0.02561	1:19:08:82	0.308	49.118
1340.025	0.02565	1:19:17:08	0.364	47.979
1350.021	0.02570	1:19:25:26	0.358	46.711
1360.002	0.02574	1:19:33:46	0.213	45.462
1370.002	0.02575	1:19:41:64	0.227	44.580
1380.020	0.02575	1:19:49:78	0.288	43.707
1390.002	0.02579	1:19:57:89	0.278	42.300
1400.007	0.02582	1:20:06:03	0.362	41.523
1410.001	0.02586	1:20:14:16	0.318	40.281
1420.019	0.02586	1:20:22:39	0.333	39.423
1430.019	0.02593	1:20:30:45	0.289	38.485
1440.020	0.02596	1:20:38:50	0.504	37.313
1450.018	0.02600	1:20:46:52	0.375	36.793
1460.010	0.02602	1:20:54:56	0.291	35.763

Nota: Elaboración propia.

Tabla 115

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 6)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
1470.010	0.02606	1:21:02:54	0.246	34.910
1480.013	0.02609	1:21:10:52	0.260	34.073
1490.006	0.02612	1:21:18:45	0.482	33.299
1500.020	0.02614	1:21:26:37	0.270	32.726
1510.020	0.02616	1:21:34:35	0.401	31.756
1520.016	0.02617	1:21:42:21	0.281	31.227
1530.022	0.02621	1:21:50:13	0.478	30.317
1540.001	0.02622	1:21:57:98	0.392	29.486
1550.023	0.02626	1:22:05:87	0.218	28.898
1560.003	0.02627	1:22:13:66	0.363	28.563
1570.010	0.02630	1:22:21:52	0.201	27.610
1580.007	0.02632	1:22:30:52	0.373	26.843
1590.014	0.02635	1:22:39:42	0.244	26.516
1600.025	0.02638	1:22:47:55	0.105	26.195
1610.002	0.02639	1:22:55:33	0.187	25.254
1620.009	0.02640	1:23:03:12	0.387	25.171
1630.012	0.02643	1:23:11:04	0.350	24.371
1640.007	0.02646	1:23:18:78	0.352	23.692
1650.002	0.02648	1:23:26:52	0.489	23.101
1660.023	0.02649	1:23:34:31	0.418	22.688
1670.009	0.02654	1:23:42:05	0.508	22.142
1680.013	0.02656	1:23:49:74	0.202	21.880
1690.002	0.02658	1:23:57:42	0.278	21.259
1700.003	0.02662	1:24:05:15	0.567	20.724
1710.008	0.02669	1:24:12:83	0.368	20.750
1720.002	0.02677	1:24:20:45	0.546	20.070
1730.022	0.02681	1:24:28:09	0.388	19.544
1740.004	0.02688	1:24:36:21	0.383	17.644
1750.025	0.02691	1:24:43:90	0.484	18.936
1760.022	0.02692	1:24:51:58	0.211	18.736
1770.003	0.02689	1:24:59:12	0.377	17.996
1780.027	0.02683	1:25:06:79	0.179	18.150

Nota: Elaboración propia.

Tabla 116

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal (Parte 7)

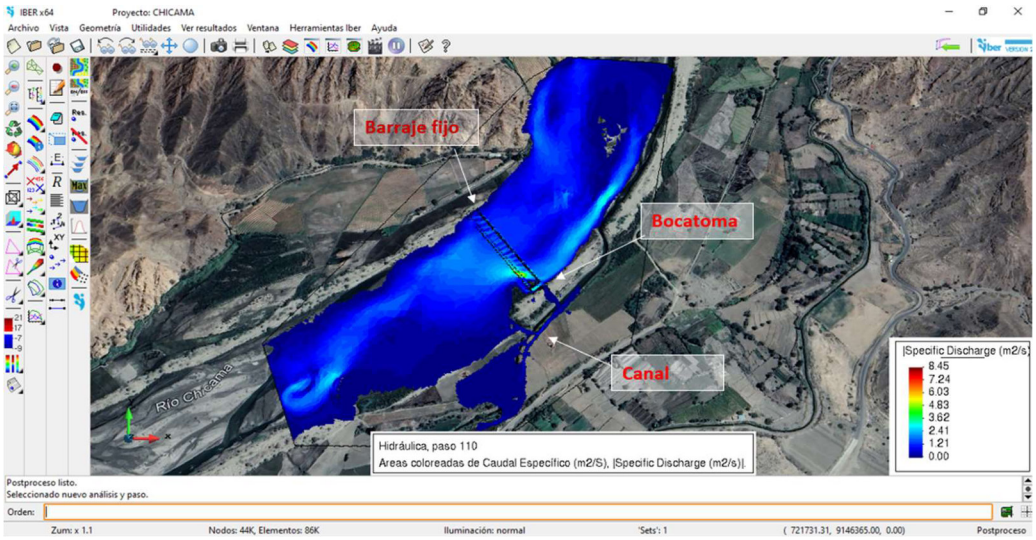
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
1790.006	0.02675	1:25:14:50	0.293	17.623
1800.017	0.02678	1:25:22:14	0.336	17.375
1810.024	0.02675	1:25:29:78	0.515	16.925
1820.017	0.02672	1:25:37:47	0.333	16.495
1830.016	0.02674	1:25:45:07	0.359	16.393
1840.015	0.02674	1:25:52:70	0.287	15.906
1850.022	0.02674	1:26:00:39	0.266	15.865
1860.024	0.02675	1:26:08:00	0.205	15.741
1870.004	0.02677	1:26:15:55	0.390	15.352
1880.025	0.02677	1:26:23:14	0.466	14.800
1890.000	0.02679	1:26:30:68	0.193	14.905
1900.022	0.02678	1:26:38:23	0.167	14.746
1910.002	0.02684	1:26:45:74	0.152	14.132
1920.008	0.02686	1:26:53:30	0.275	14.029
1930.002	0.02688	1:27:00:83	0.279	13.719
1940.025	0.02689	1:27:08:51	0.150	13.448
1950.000	0.02688	1:27:16:00	0.385	13.458
1960.008	0.02691	1:27:23:53	0.373	13.361
1970.025	0.02694	1:27:31:04	0.154	13.022
1980.019	0.02695	1:27:38:49	0.650	12.994
1990.008	0.02696	1:27:45:97	0.322	12.368
2000.013	0.02697	1:27:53:42	0.224	12.262

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
18/03/2022
01:27:53

Nota: Elaboración propia.

Figura 137

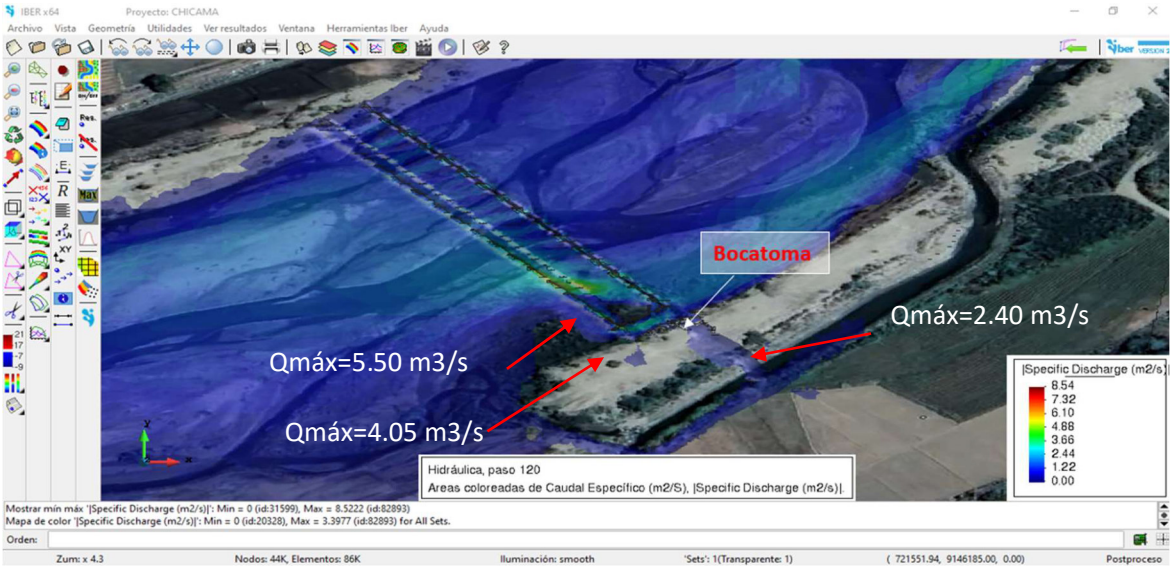
Postproceso de la simulación del río Chicama, incluyendo bocatoma, barraje y canal



Nota: Elaboración propia.

Figura 138

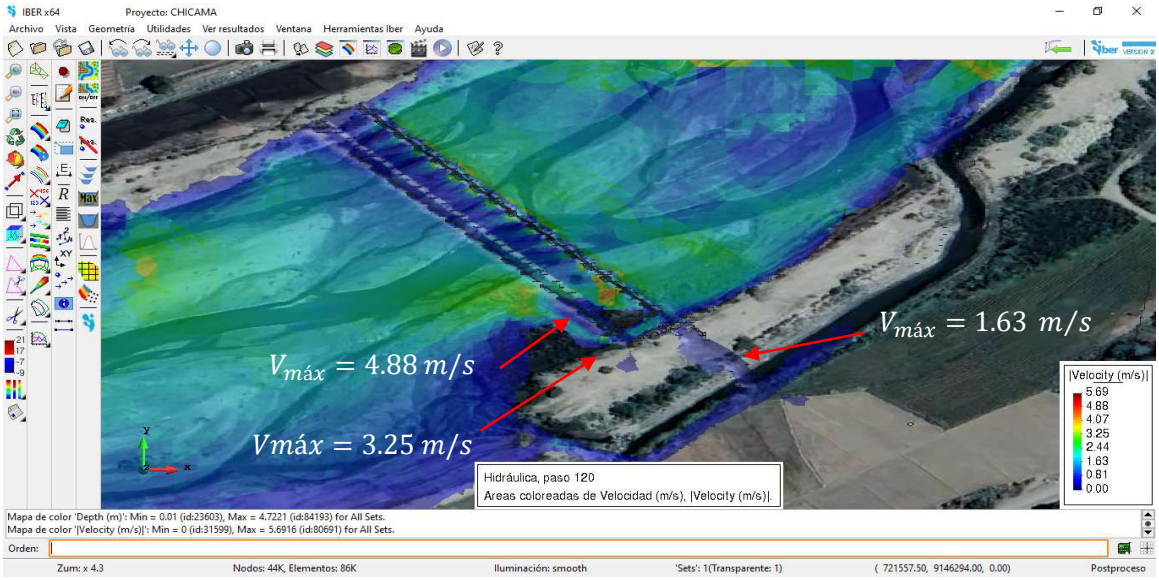
Variación del caudal específico en la bocatoma y el canal por efectos del barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

Figura 139

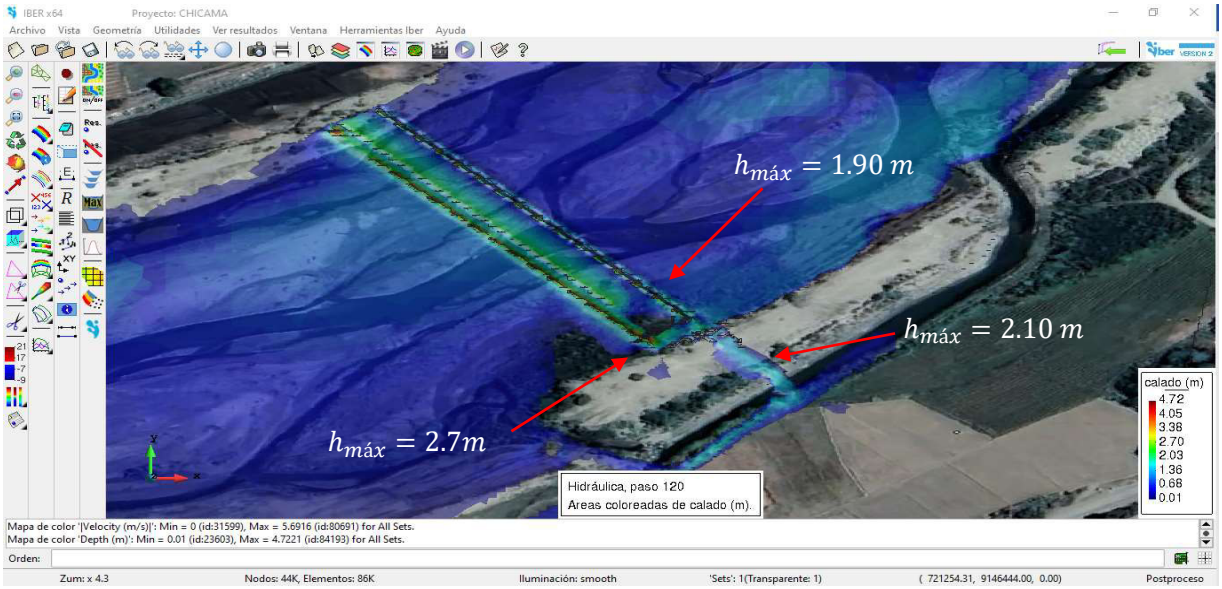
Variación de la velocidad de flujo en la bocatoma y el canal por efectos del barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

Figura 140

Variación de calados en la zona de estudio por efectos del barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

En la Figura 138 se muestra la variación de los caudales específicos del río Chicama simulado en el área de estudio, presentando caudales máximos de $Q_{máx} = 4.05\ m^3/s$ en la bocatoma, $Q_{máx} = 5.50\ m^3/s$ en el barraje fijo y $Q_{máx} = 2.40\ m^3/s$ en el canal de conducción.

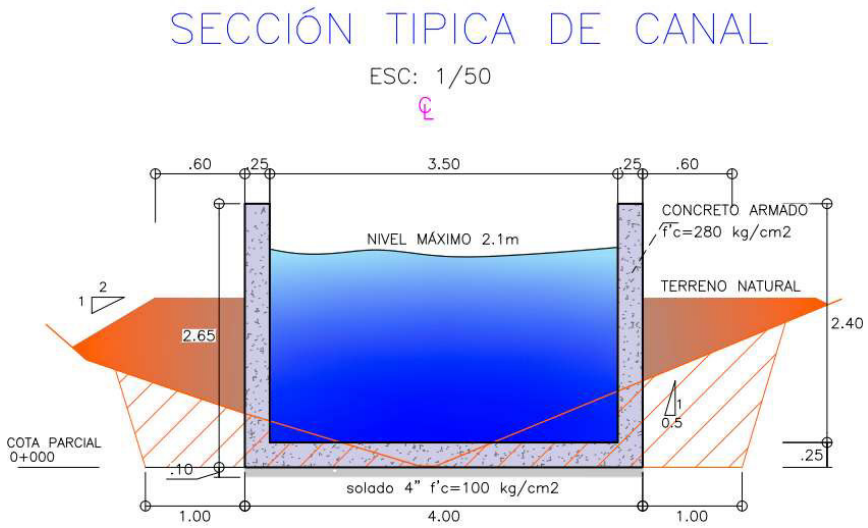
Asimismo, en la Figura 139 se muestra la variación de velocidad del agua del río Chicama simulado en el área de estudio, presentando velocidades máximas de $v_{máx} = 3.25\ m/s$ en la bocatoma, $v_{máx} = 4.88\ m/s$ en el barraje fijo y $v_{máx} = 1.63\ m/s$ en el canal de conducción.

En la Figura 140 se muestra la variación del calado del río Chicama simulado en el área de estudio, presentando tirantes máximos de $h_{máx} = 2.70\ m$ en la bocatoma, $h_{máx} = 1.90\ m$ en el barraje fijo y $h_{máx} = 2.10\ m$ en el canal de conducción.

Basado en estos resultados, el diseño no satisface la oferta hidráulica, por lo que se rediseñó el canal de conducción, cuya sección típica se muestra en la Figura 141.

Figura 141

Rediseño Final del canal de aproximación



Nota: Elaboración propia.

En resumen, con la simulación se obtuvo el valor mínimo, medio y máximo del caudal que requiere el diseño del canal de conducción. Finalmente, con el registro del SENAMHI se determinó caudales mínimos de $Q_{mín} = 1.22\ m^3/s$ y caudales máximos de $Q_{máx} = 8.54\ m^3/s$, garantizando en gran medida la demanda hídrica en El Sector La Barranca, La Libertad.

5.6.3.2. Bocatoma

Se consideró para la simulación un caudal de ingreso de $Q = 4.00\ m^3/s$, un coeficiente de rugosidad de Manning de $n = 0.015$ para el concreto. El tiempo considerado es de T=1000s, en el cual se alcanza el Estado Estario. Los resultados del procesamiento realizado por el programa Iber se muestran en la Tabla 117, la Tabla 118, la Tabla 119 y la Tabla 120.

Tabla 117

Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: BOCATOMA
30/08/2022
18:24:46
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 0.02 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	18:24:46:74	0.000	0.000
10.001	0.01016	18:24:47:33	4.010	0.404
20.007	0.00940	18:24:48:64	4.000	2.276
30.002	0.00911	18:24:49:88	4.000	2.580
40.003	0.00867	18:24:51:23	4.000	2.817
50.005	0.00844	18:24:52:55	4.000	3.261
60.002	0.00827	18:24:53:97	4.000	3.473
70.006	0.00812	18:24:55:36	4.000	3.628
80.003	0.00802	18:24:56:77	4.000	3.737
90.007	0.00795	18:24:58:21	4.000	3.821

Nota: Elaboración propia.

Tabla 118

Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
100.004	0.00791	18:24:59:64	4.000	3.877
110.001	0.00788	18:25:01:25	4.000	3.914
120.006	0.00786	18:25:02:80	4.000	3.940
130.004	0.00784	18:25:04:35	4.000	3.959
140.002	0.00783	18:25:05:81	4.000	3.972
150.006	0.00782	18:25:07:28	4.000	3.980
160.003	0.00782	18:25:08:78	4.000	3.986
170.003	0.00782	18:25:10:26	4.000	3.991
180.007	0.00781	18:25:11:72	4.000	3.994
190.000	0.00781	18:25:13:16	4.000	3.996
200.000	0.00781	18:25:14:73	4.000	3.997
210.007	0.00781	18:25:16:18	4.000	3.998
220.005	0.00781	18:25:17:63	4.000	3.999
230.002	0.00781	18:25:19:08	4.000	3.999
240.007	0.00781	18:25:20:54	4.000	3.999
250.004	0.00781	18:25:22:00	4.000	4.000
260.000	0.00781	18:25:23:45	4.000	4.000
270.004	0.00781	18:25:24:91	4.000	4.000
280.001	0.00781	18:25:26:36	4.000	4.000
290.005	0.00781	18:25:27:81	4.000	4.000
300.001	0.00781	18:25:29:34	4.000	4.000
310.005	0.00781	18:25:30:80	4.000	4.000
320.002	0.00781	18:25:32:26	4.000	4.000
330.006	0.00781	18:25:33:71	4.000	4.000
340.002	0.00781	18:25:35:24	4.000	4.000
350.006	0.00781	18:25:36:70	4.000	4.000
360.002	0.00781	18:25:38:15	4.000	4.000
370.006	0.00781	18:25:39:61	4.000	4.000
380.002	0.00781	18:25:41:12	4.000	4.000
390.006	0.00781	18:25:42:63	4.000	4.000
400.003	0.00781	18:25:44:30	4.000	4.000
410.007	0.00781	18:25:45:83	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 119

Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
420.003	0.00781	18:25:47:28	4.000	4.000
430.007	0.00781	18:25:48:73	4.000	4.000
440.003	0.00781	18:25:50:19	4.000	4.000
450.007	0.00781	18:25:51:65	4.000	4.000
460.003	0.00781	18:25:53:12	4.000	4.000
470.007	0.00781	18:25:54:58	4.000	4.000
480.003	0.00781	18:25:56:04	4.000	4.000
490.007	0.00781	18:25:57:49	4.000	4.000
500.004	0.00781	18:25:59:03	4.000	4.000
510.008	0.00781	18:26:00:51	4.000	4.000
520.004	0.00781	18:26:02:02	4.000	4.000
530.000	0.00781	18:26:03:47	4.000	4.000
540.004	0.00781	18:26:04:93	4.000	4.000
550.000	0.00781	18:26:06:40	4.000	4.000
560.004	0.00781	18:26:07:86	4.000	4.000
570.000	0.00781	18:26:09:33	4.000	4.000
580.004	0.00781	18:26:10:79	4.000	4.000
590.001	0.00781	18:26:12:24	4.000	4.000
600.005	0.00781	18:26:13:79	4.000	4.000
610.001	0.00781	18:26:15:25	4.000	4.000
620.005	0.00781	18:26:16:69	4.000	4.000
630.001	0.00781	18:26:18:15	4.000	4.000
640.005	0.00781	18:26:19:59	4.000	4.000
650.001	0.00781	18:26:21:05	4.000	4.000
660.005	0.00781	18:26:22:50	4.000	4.000
670.001	0.00781	18:26:23:95	4.000	4.000
680.005	0.00781	18:26:25:43	4.000	4.000
690.002	0.00781	18:26:26:91	4.000	4.000
700.006	0.00781	18:26:28:46	4.000	4.000
710.002	0.00781	18:26:29:91	4.000	4.000
720.006	0.00781	18:26:31:37	4.000	4.000
730.002	0.00781	18:26:32:82	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 120

Información de salida del programa Iber, simulación de la bocatoma (Parte 4)

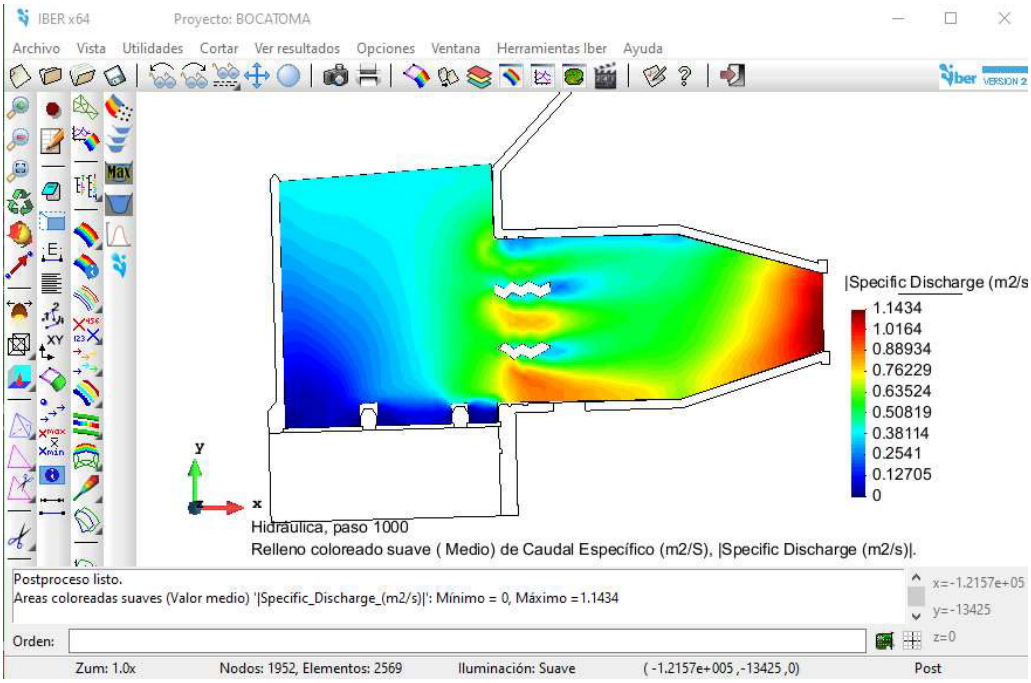
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
740.006	0.00781	18:26:34:34	4.000	4.000
750.002	0.00781	18:26:35:80	4.000	4.000
760.006	0.00781	18:26:37:25	4.000	4.000
770.003	0.00781	18:26:38:70	4.000	4.000
780.007	0.00781	18:26:40:15	4.000	4.000
790.003	0.00781	18:26:41:71	4.000	4.000
800.007	0.00781	18:26:43:16	4.000	4.000
810.003	0.00781	18:26:44:61	4.000	4.000
820.007	0.00781	18:26:46:06	4.000	4.000
830.003	0.00781	18:26:47:58	4.000	4.000
840.007	0.00781	18:26:49:09	4.000	4.000
850.003	0.00781	18:26:50:66	4.000	4.000
860.007	0.00781	18:26:52:20	4.000	4.000
870.004	0.00781	18:26:53:65	4.000	4.000
880.008	0.00781	18:26:55:12	4.000	4.000
890.004	0.00781	18:26:56:68	4.000	4.000
900.000	0.00781	18:26:58:13	4.000	4.000
910.004	0.00781	18:26:59:59	4.000	4.000
920.000	0.00781	18:27:01:06	4.000	4.000
930.004	0.00781	18:27:02:52	4.000	4.000
940.000	0.00781	18:27:03:98	4.000	4.000
950.004	0.00781	18:27:05:48	4.000	4.000
960.001	0.00781	18:27:06:96	4.000	4.000
970.005	0.00781	18:27:08:41	4.000	4.000
980.001	0.00781	18:27:09:86	4.000	4.000
990.005	0.00781	18:27:11:48	4.000	4.000
1000.001	0.00781	18:27:12:93	4.000	4.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
30/08/2022
18:27:12

Nota: Elaboración propia.

Figura 142

Variación del caudal específico en la bocatoma



Nota: Se obtuvo el mayor valor (1.1434 m2/s) al ingresar al canal de aproximación. Elaboración propia.

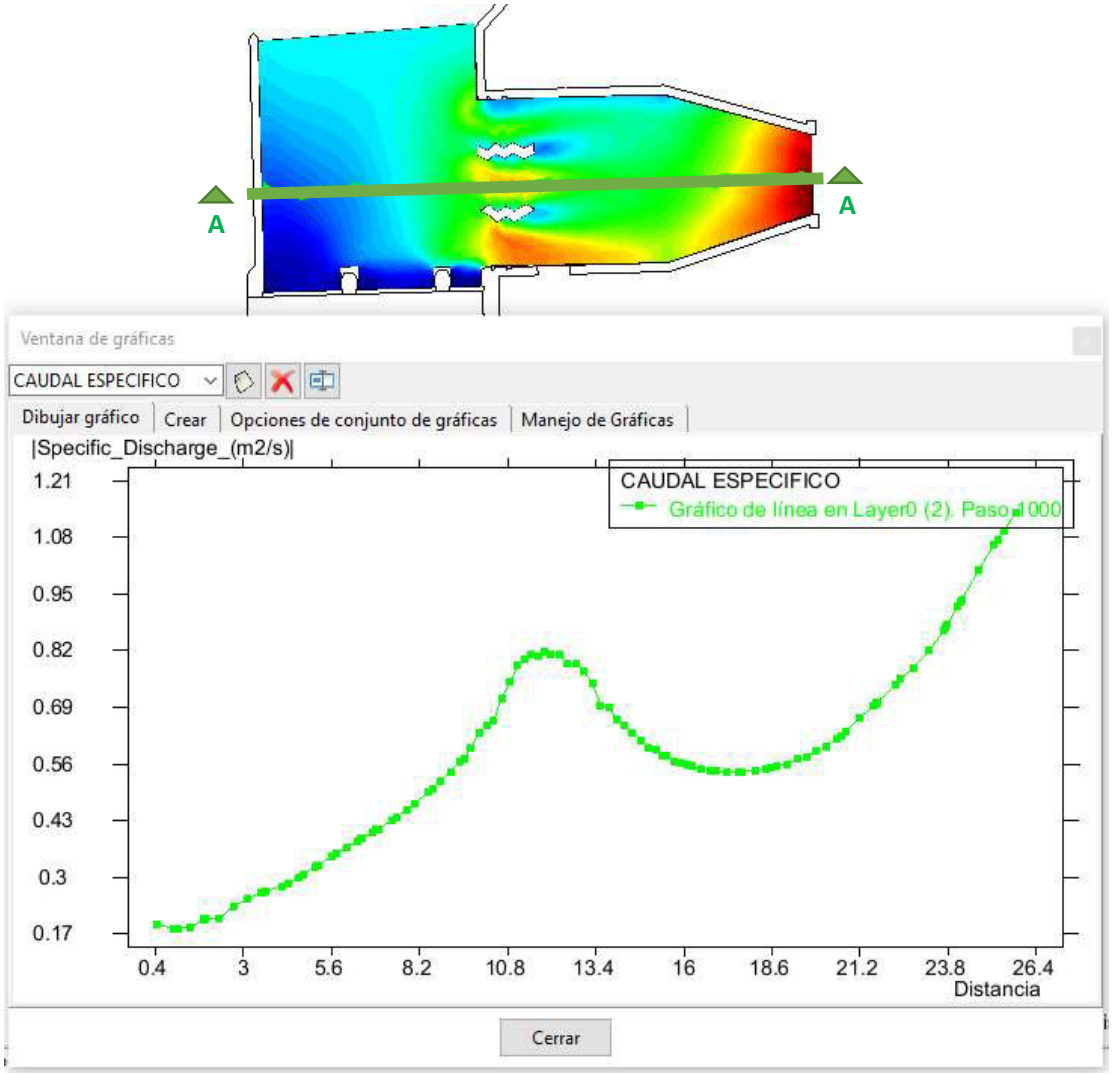
Comparando resultados :

Q ventanas de captación ítem 5.4.6 :1.56 m3/s

Q ventana de captación Iber :1.14m3/s

Figura 143

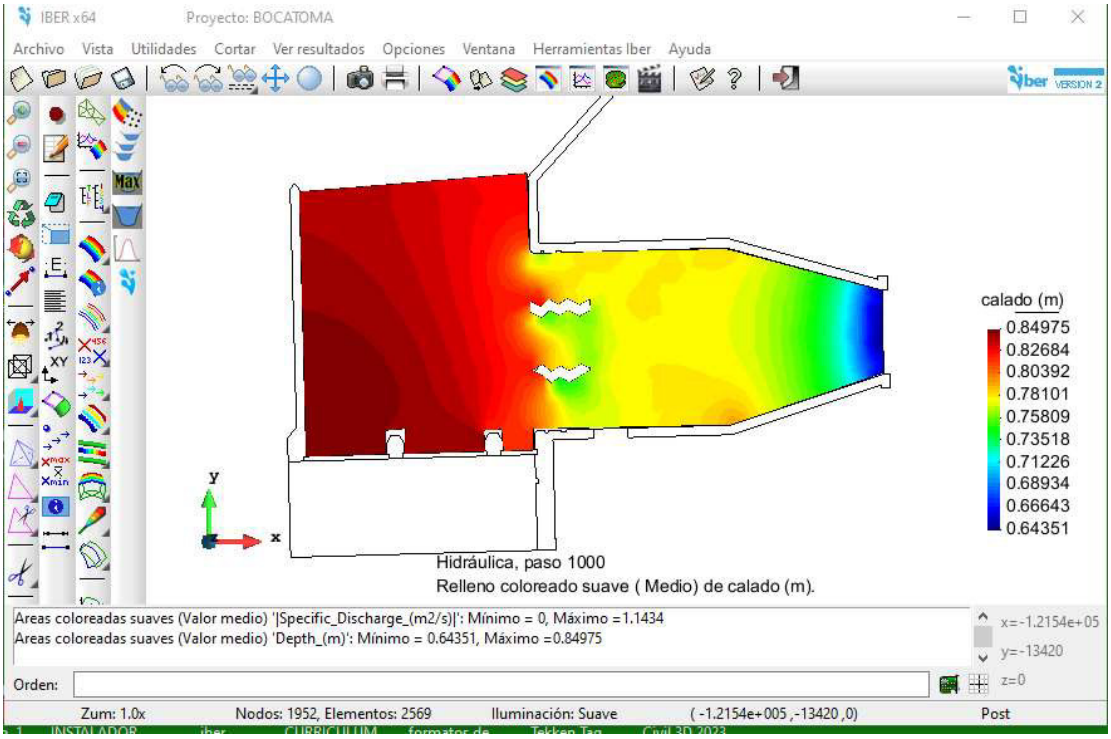
Gráfico de la variación del caudal específico en la bocatoma, corte A-A



Nota: Elaboración propia.

Figura 144

Variación del calado la bocatoma



Nota: Se obtuvo el mayor valor (0.84975 m) en la ventana de captación. Elaboración propia.

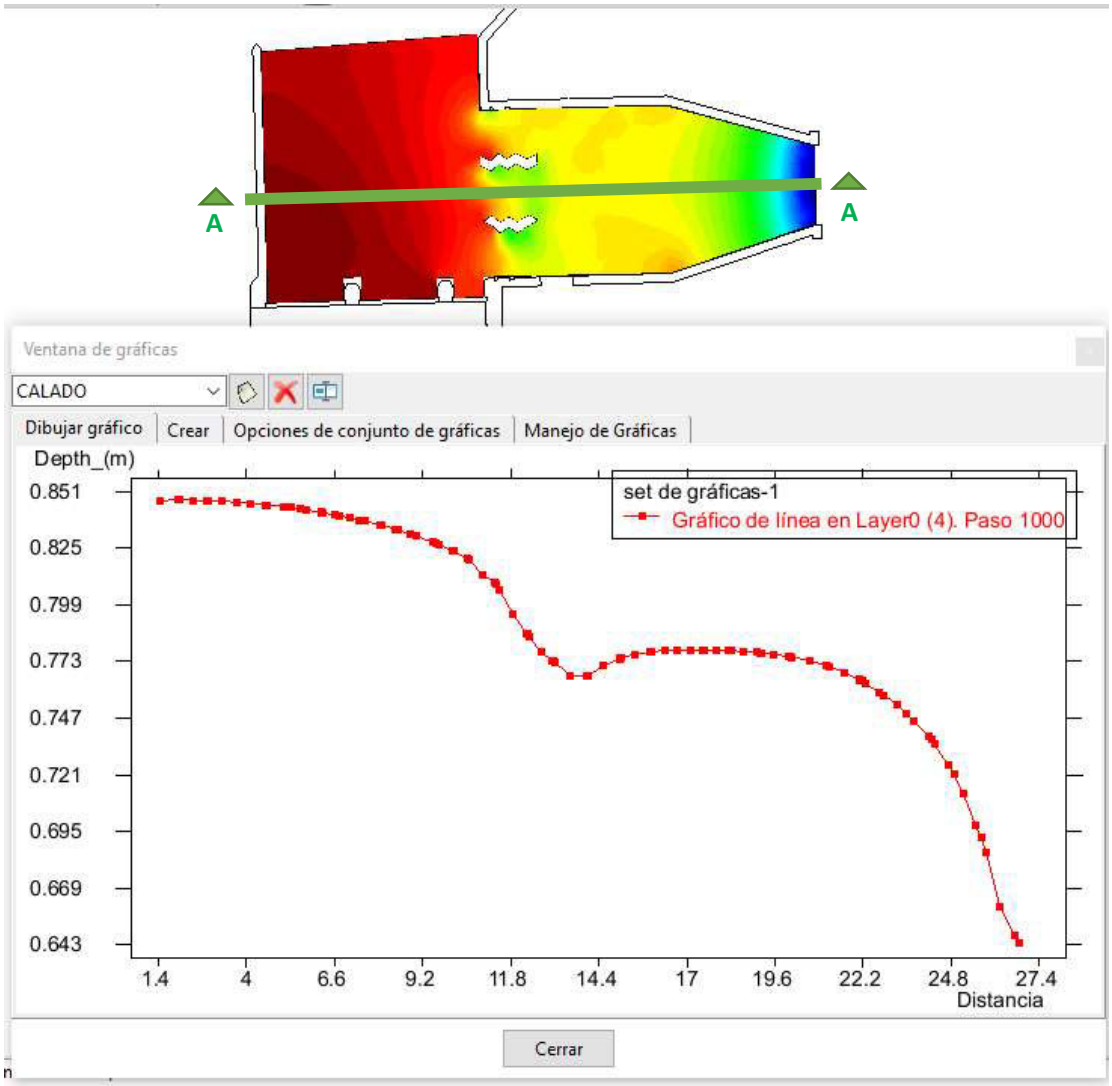
Comparando resultados :

h ventanas de captación ítem 5.4.6 :2.58 m

h ventana de captación Iber : 0.85 m

Figura 145

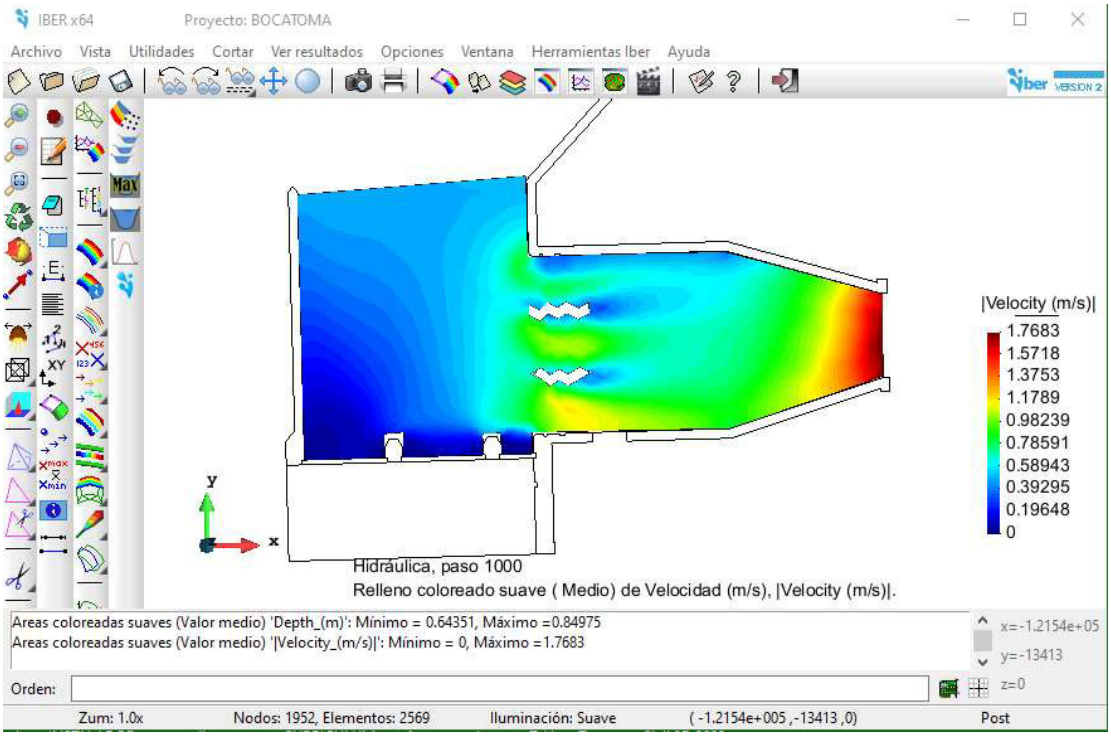
Gráfico de la variación del calado en la bocatoma, corte A-A



Nota: Elaboración propia.

Figura 146

Variación de la velocidad del flujo en la bocatoma



Nota: Se obtuvo el mayor valor (1.7683) al ingresar al canal de aproximación. Elaboración propia.

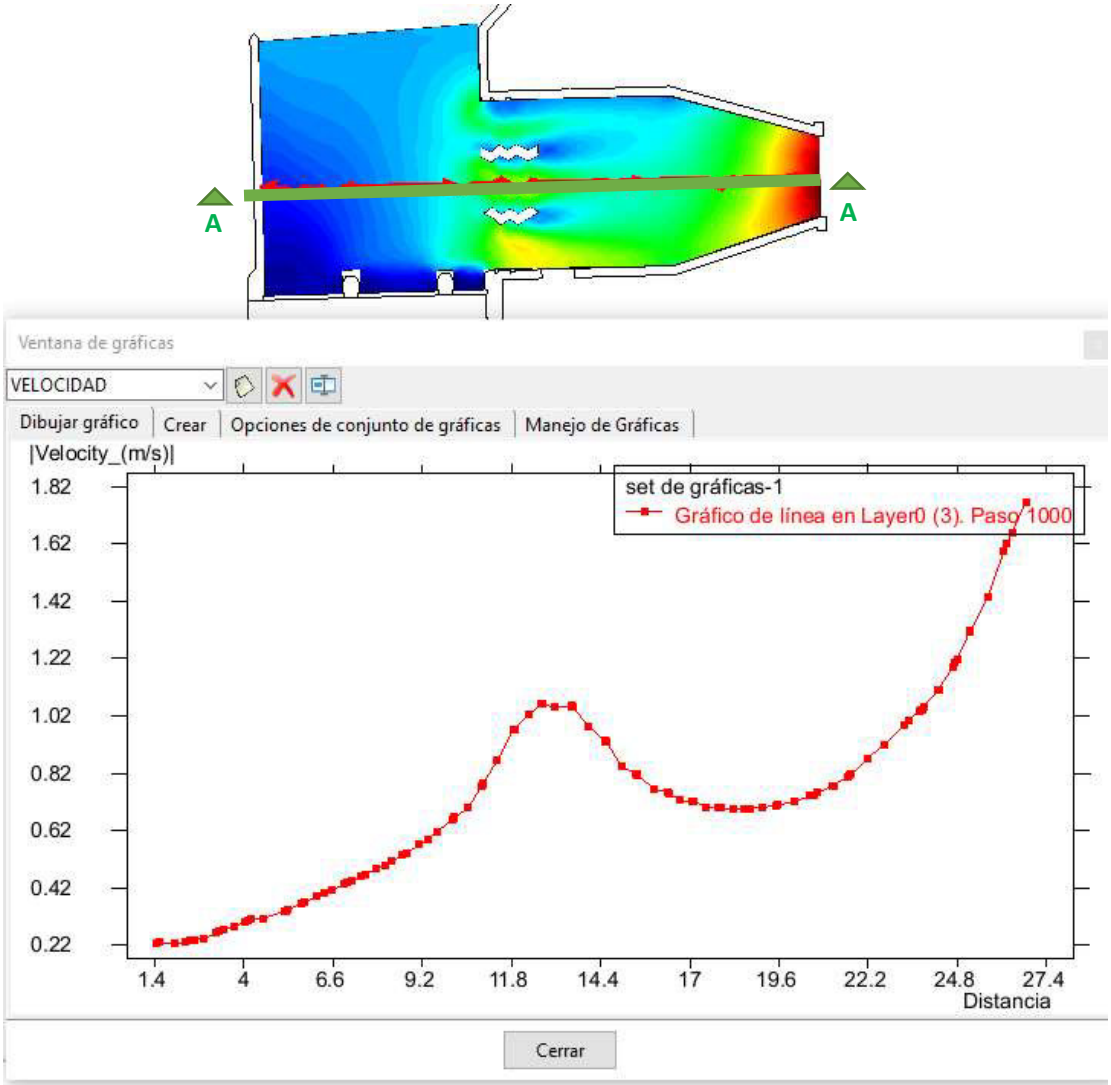
Comparando resultados:

V ventanas de captación ítem 5 : 2.43 m/s

V ventana de captación Iber : 0.96 m/s

Figura 147

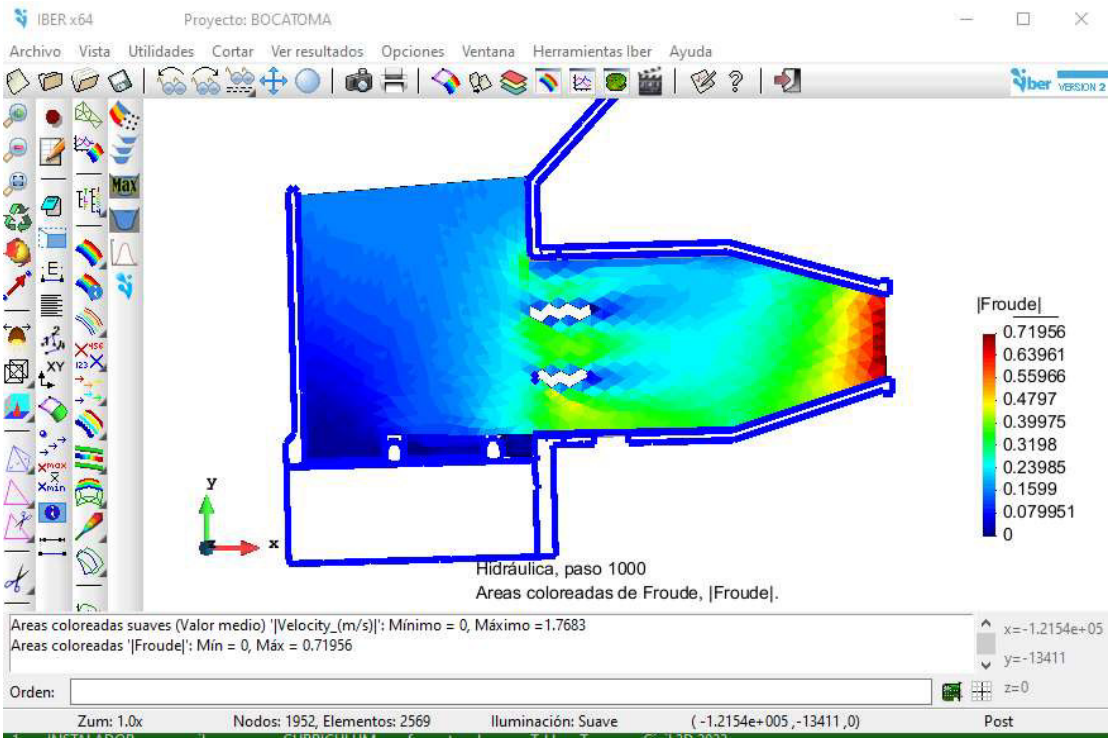
Gráfico de la variación del calado en la bocatoma, corte A-A



Nota: Elaboración propia.

Figura 148

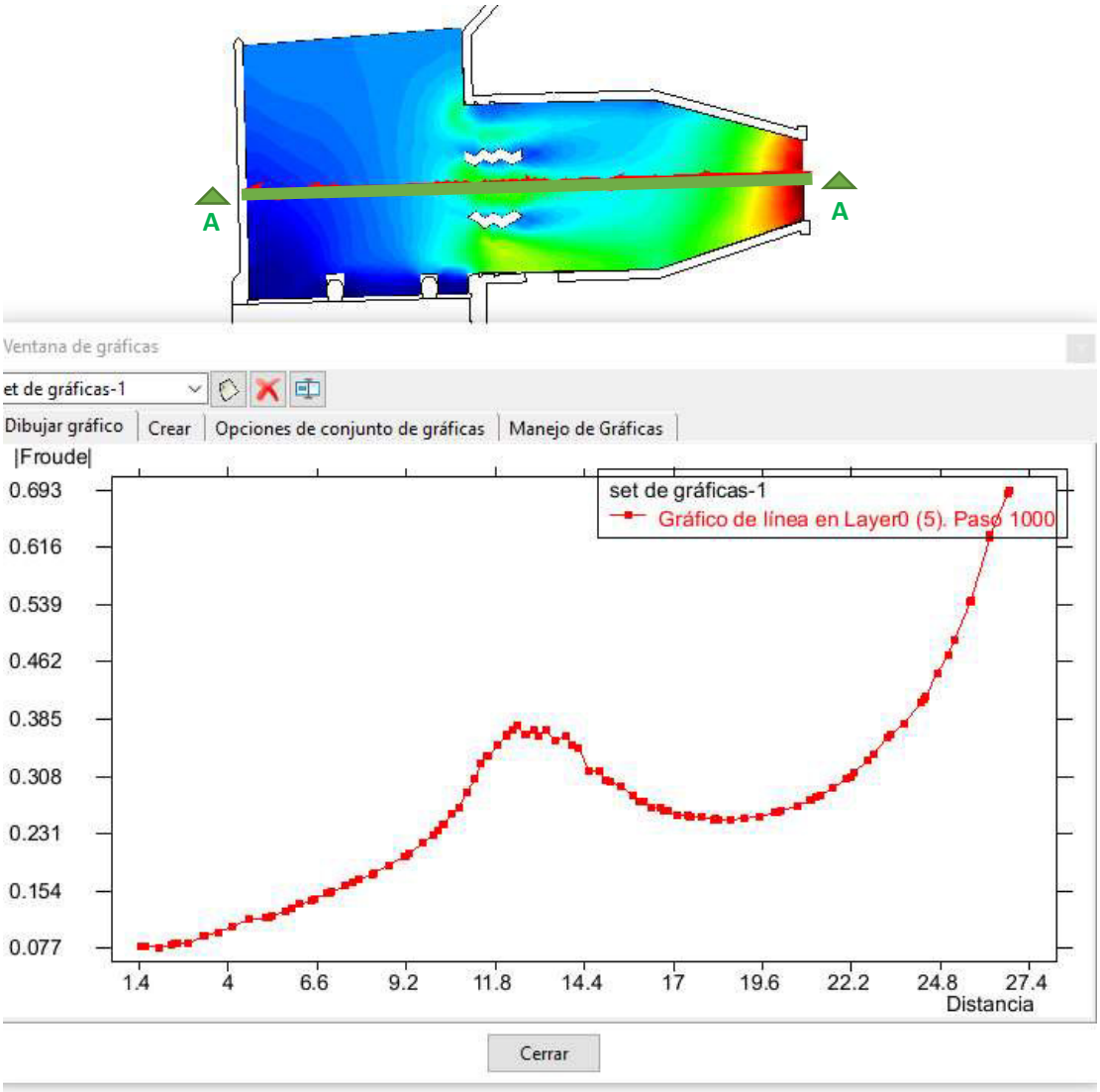
Variación del número de Froude en la bocatoma



Nota: Se obtuvo el mayor valor (0.71956) al ingresar al canal de aproximación. Elaboración propia.

Figura 149

Gráfico de la variación del número de Froude en la bocatoma, corte A-A



Nota: Elaboración propia.

5.6.3.3. Canal de aproximación

Se consideró para la simulación un caudal de ingreso de $Q = 4.00\ m^3/s$, un coeficiente de rugosidad de Manning de $n = 0.015$ para el concreto. El tiempo considerado es de T=1000s, en el cual se alcanza el Estado Estario. Los resultados del procesamiento realizado por el programa Iber se muestran en la Tabla 121, la Tabla 122, la Tabla 123 y la Tabla 124.

Tabla 121

Información de salida del programa Iber, canal de aproximación (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: CANALAPROX
30/08/2022
16:26:07
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 0.02 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	16:26:07:58	0.000	0.000
10.024	0.03586	16:26:07:68	4.000	0.000
20.002	0.03559	16:26:07:86	4.000	0.000
30.015	0.03592	16:26:08:07	4.000	0.000
40.034	0.03612	16:26:08:33	4.000	1.259
50.016	0.03621	16:26:08:60	4.000	2.243
60.010	0.03619	16:26:08:86	4.000	2.649
70.014	0.03607	16:26:09:13	4.000	2.910
80.035	0.03604	16:26:09:40	4.000	3.118
90.014	0.03602	16:26:09:67	4.000	3.289
100.030	0.03602	16:26:09:98	4.000	3.412
110.009	0.03601	16:26:10:24	4.000	3.509
120.019	0.03600	16:26:10:50	4.000	3.591
130.023	0.03596	16:26:10:77	4.000	3.666
140.015	0.03590	16:26:11:11	4.000	3.732
150.018	0.03582	16:26:11:39	4.000	3.790
160.034	0.03574	16:26:11:66	4.000	3.841
170.001	0.03571	16:26:11:93	4.000	3.887

Nota: Elaboración propia.

Tabla 122

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
180.032	0.03569	16:26:12:20	4.000	3.917
190.021	0.03566	16:26:12:46	4.000	3.934
200.000	0.03563	16:26:12:72	4.000	3.950
210.008	0.03560	16:26:12:99	4.000	3.960
220.010	0.03558	16:26:13:26	4.000	3.968
230.006	0.03557	16:26:13:53	4.000	3.976
240.034	0.03555	16:26:13:80	4.000	3.981
250.022	0.03554	16:26:14:10	4.000	3.986
260.009	0.03554	16:26:14:40	4.000	3.989
270.029	0.03553	16:26:14:67	4.000	3.991
280.012	0.03552	16:26:14:97	4.000	3.993
290.029	0.03552	16:26:15:24	4.000	3.995
300.010	0.03552	16:26:15:57	4.000	3.996
310.026	0.03552	16:26:15:85	4.000	3.997
320.006	0.03551	16:26:16:11	4.000	3.998
330.021	0.03551	16:26:16:38	4.000	3.998
340.000	0.03551	16:26:16:72	4.000	3.999
350.015	0.03551	16:26:17:03	4.000	3.999
360.029	0.03551	16:26:17:30	4.000	3.999
370.007	0.03551	16:26:17:57	4.000	3.999
380.022	0.03551	16:26:17:89	4.000	4.000
390.000	0.03551	16:26:18:16	4.000	4.000
400.014	0.03551	16:26:18:43	4.000	4.000
410.028	0.03551	16:26:18:70	4.000	4.000
420.006	0.03551	16:26:19:02	4.000	4.000
430.020	0.03551	16:26:19:28	4.000	4.000
440.033	0.03551	16:26:19:55	4.000	4.000
450.012	0.03551	16:26:19:82	4.000	4.000
460.025	0.03551	16:26:20:13	4.000	4.000
470.004	0.03551	16:26:20:41	4.000	4.000
480.017	0.03551	16:26:20:68	4.000	4.000
490.031	0.03551	16:26:20:95	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 123

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
500.009	0.03551	16:26:21:21	4.000	4.000
510.023	0.03551	16:26:21:48	4.000	4.000
520.001	0.03551	16:26:21:75	4.000	4.000
530.015	0.03551	16:26:22:02	4.000	4.000
540.028	0.03551	16:26:22:28	4.000	4.000
550.006	0.03551	16:26:22:55	4.000	4.000
560.020	0.03551	16:26:22:81	4.000	4.000
570.034	0.03551	16:26:23:08	4.000	4.000
580.012	0.03551	16:26:23:34	4.000	4.000
590.026	0.03551	16:26:23:61	4.000	4.000
600.004	0.03551	16:26:23:87	4.000	4.000
610.017	0.03551	16:26:24:14	4.000	4.000
620.031	0.03551	16:26:24:41	4.000	4.000
630.009	0.03551	16:26:24:67	4.000	4.000
640.023	0.03551	16:26:24:94	4.000	4.000
650.001	0.03551	16:26:25:21	4.000	4.000
660.015	0.03551	16:26:25:57	4.000	4.000
670.028	0.03551	16:26:25:84	4.000	4.000
680.007	0.03551	16:26:26:11	4.000	4.000
690.020	0.03551	16:26:26:37	4.000	4.000
700.034	0.03551	16:26:26:65	4.000	4.000
710.012	0.03551	16:26:26:91	4.000	4.000
720.026	0.03551	16:26:27:18	4.000	4.000
730.004	0.03551	16:26:27:45	4.000	4.000
740.017	0.03551	16:26:27:71	4.000	4.000
750.031	0.03551	16:26:27:99	4.000	4.000
760.009	0.03551	16:26:28:26	4.000	4.000
770.023	0.03551	16:26:28:57	4.000	4.000
780.001	0.03551	16:26:28:88	4.000	4.000
790.015	0.03551	16:26:29:16	4.000	4.000
800.028	0.03551	16:26:29:43	4.000	4.000
810.007	0.03551	16:26:29:69	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 124

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal de aproximación (Parte 4)

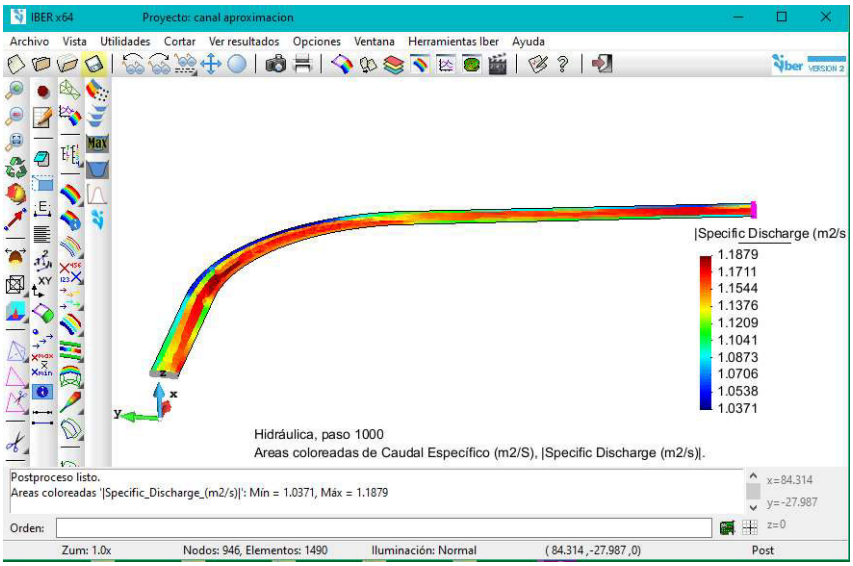
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
820.020	0.03551	16:26:29:96	4.000	4.000
830.034	0.03551	16:26:30:23	4.000	4.000
840.012	0.03551	16:26:30:51	4.000	4.000
850.026	0.03551	16:26:30:78	4.000	4.000
860.004	0.03551	16:26:31:05	4.000	4.000
870.018	0.03551	16:26:31:31	4.000	4.000
880.031	0.03551	16:26:31:58	4.000	4.000
890.009	0.03551	16:26:31:85	4.000	4.000
900.023	0.03551	16:26:32:11	4.000	4.000
910.001	0.03551	16:26:32:37	4.000	4.000
920.015	0.03551	16:26:32:65	4.000	4.000
930.028	0.03551	16:26:33:07	4.000	4.000
940.007	0.03551	16:26:33:43	4.000	4.000
950.020	0.03551	16:26:33:74	4.000	4.000
960.034	0.03551	16:26:34:15	4.000	4.000
970.012	0.03551	16:26:34:47	4.000	4.000
980.026	0.03551	16:26:34:74	4.000	4.000
990.004	0.03551	16:26:35:01	4.000	4.000
1000.018	0.03551	16:26:35:28	4.000	4.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
30/08/2022
16:26:35

Nota: Elaboración propia.

Figura 150

Variación del caudal específico en el canal de aproximación



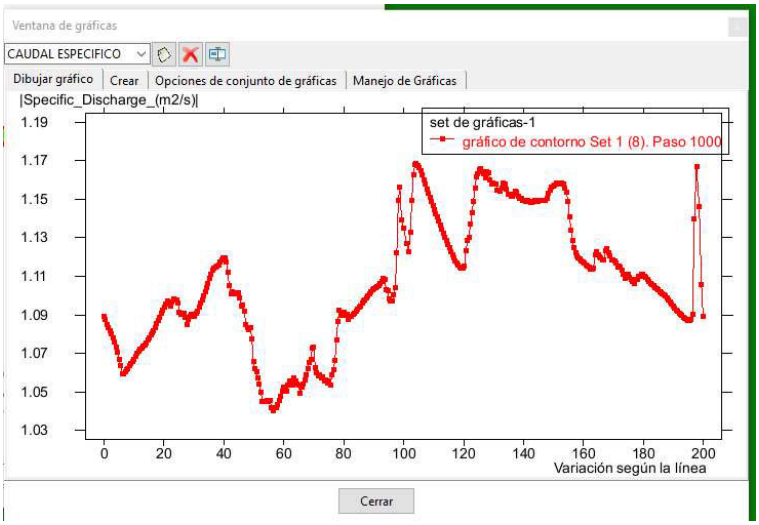
Nota: Elaboración propia.

Q Canal de aproximación (Diseño) :4.00 m3/s

Q Canal de aproximación Iber : 1.17 m2/s*3.01 (espejo de agua)=3.55m3/s

Figura 151

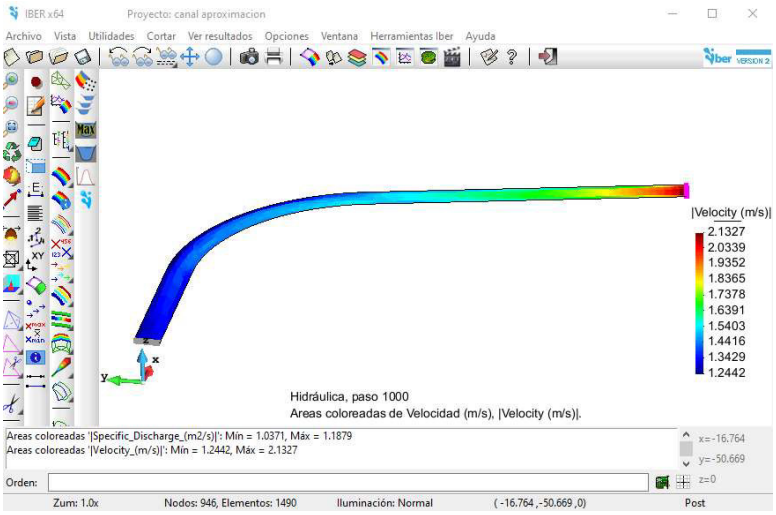
Gráfico de la variación del caudal específico en el canal de aproximación



Nota: Elaboración propia.

Figura 152

Variación de la velocidad del fluido en el canal de aproximación



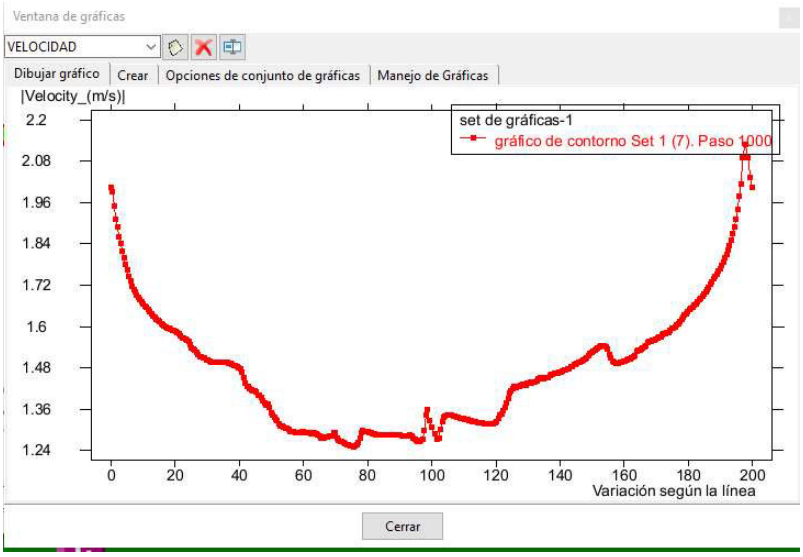
Nota: Elaboración propia.

V Canal de aproximación (Diseño) : 2.43 m/s

V Canal de aproximación Iber : 2.13m/s

Figura 153

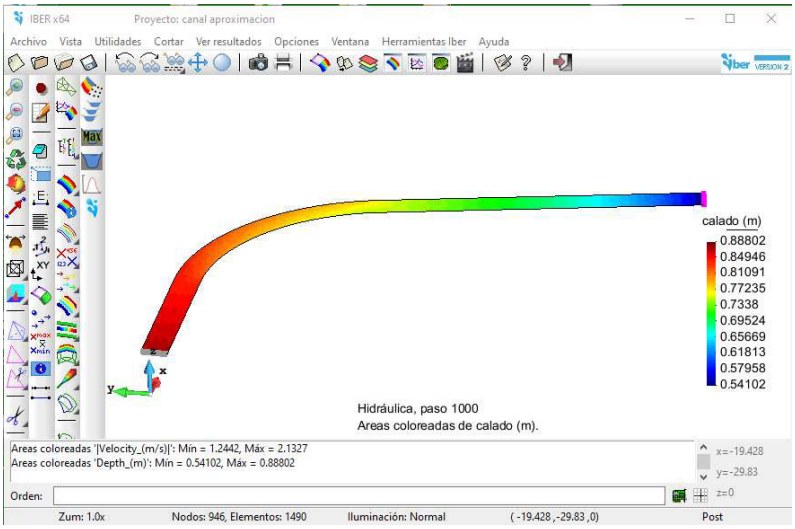
Gráfico de la variación de la velocidad del fluido en el canal de aproximación



Nota: Elaboración propia.

Figura 154

Variación del calado en el canal de aproximación



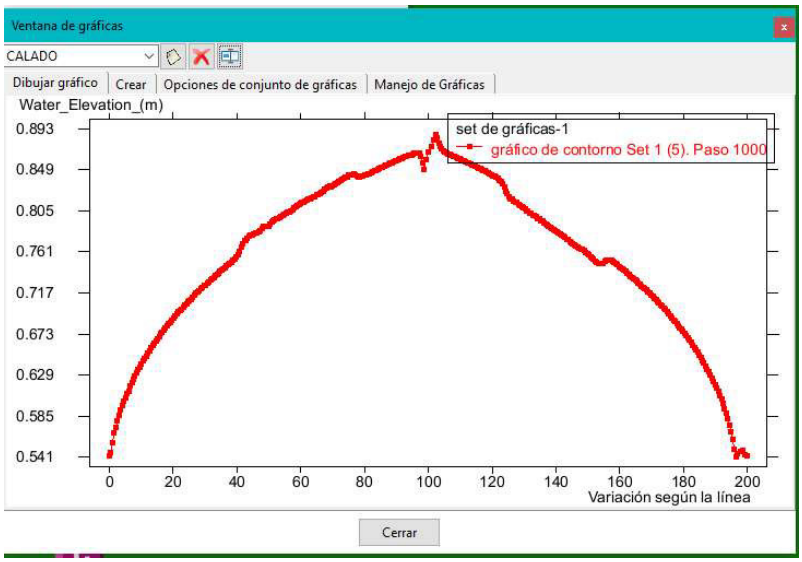
Nota: Elaboración propia.

h Canal de aproximación (Diseño) : 0.609 m

h Canal de aproximación Iber : 0.888 m

Figura 155

Gráfico de la variación del calado en el canal de aproximación



Nota: Elaboración propia.

5.6.3.4. Vertedero lateral

En la Tabla 125, se presenta los datos de entrada requeridos, así como las especificaciones mínimas para realizar la simulación del vertedero.

Tabla 125

Especificaciones para la simulación del vertedero

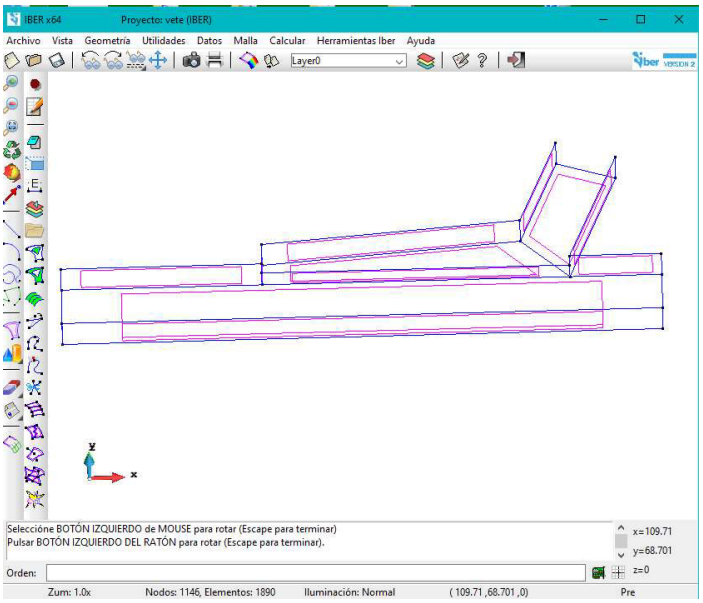
Parámetro de tiempo	*0*	**Numero de procesadores**	*4 núcleos. laptop i4 (Lenovo)*
Instante inicial	*3000* s (alcanza el Estado Estario)	**Esquema numérico**	*Primer Orden*
Tiempo máximo de simulación	*60*	**CFL**	*0.45*
Intervalo de resultados	*1*	**Límites de Secado**	*Por Defecto*

Nota: Elaboración propia.

Los resultados a obtener a partir de la simulación son: caudal específico, calado, velocidad y cota del agua. Para tal fin, se creó las líneas y superficies que componen el modelo del vertedero.

Figura 156

Creación de líneas y superficies del vertedero

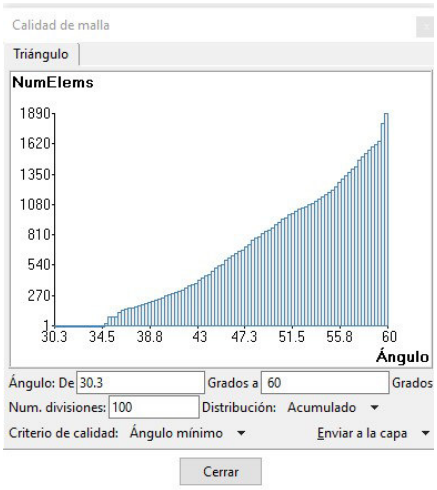


Nota: Elaboración propia.

El enmallado es de tipo no estructurado, con mallas de divisiones 0.50 y divisiones de línea de 0.50. La calidad de malla se muestra en la Figura 157 y la malla generada, en la Figura 158.

Figura 157

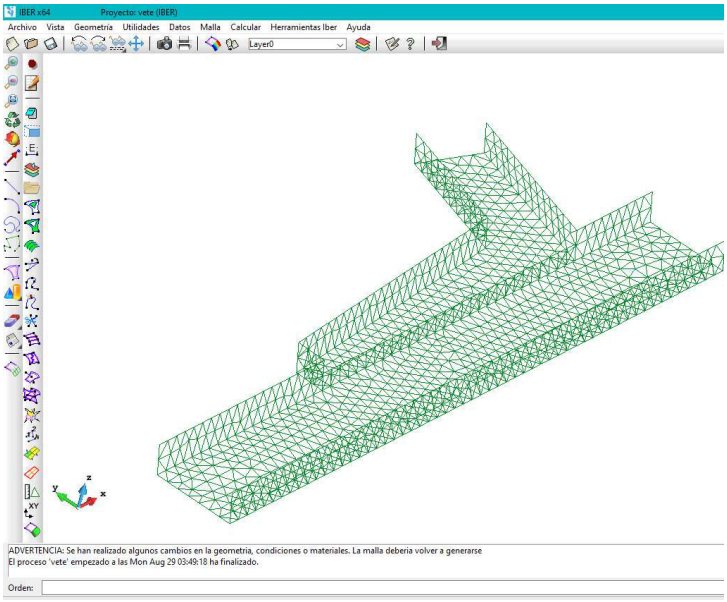
Calidad de malla a generar para el vertedero



Nota: Elaboración propia.

Figura 158

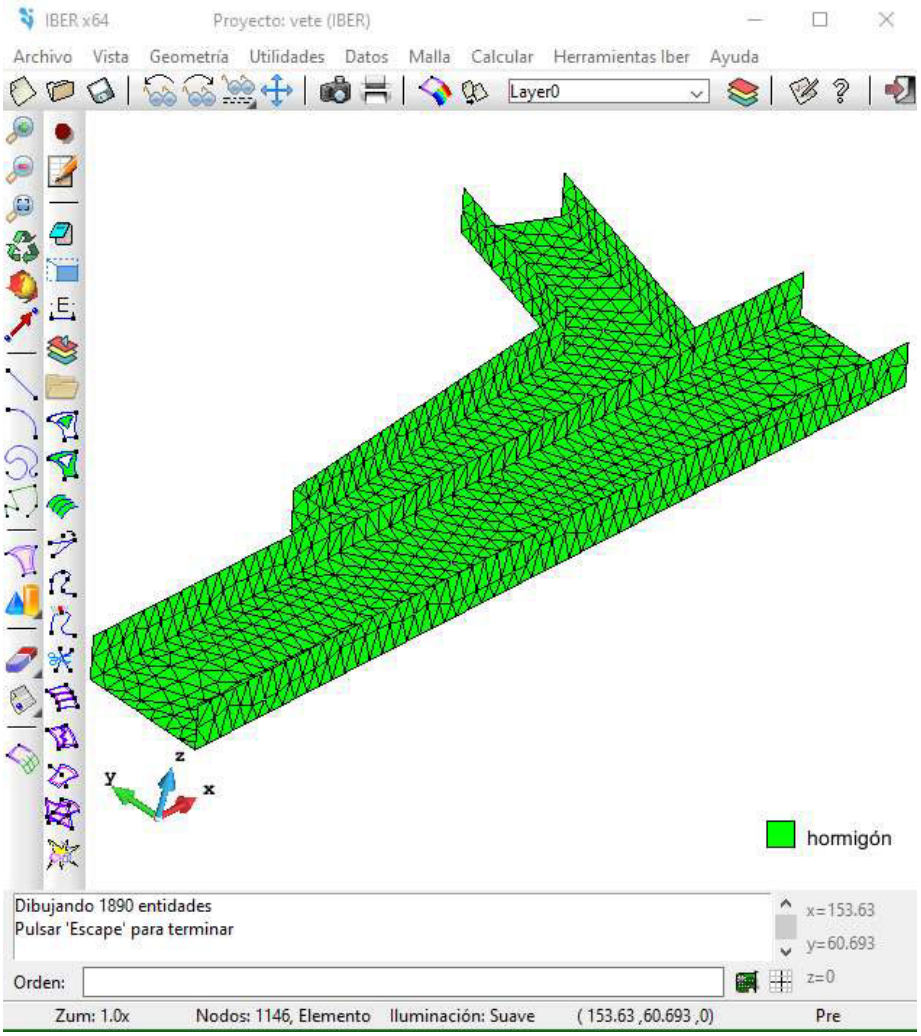
Malla generada para el vertedero



Nota: Elaboración propia.

Figura 159

Asignación de coeficiente de Manning a los elementos del enmallado



Nota: Coeficiente de rugosidad de Manning de n = 0.015 (concreto). Elaboración propia.

Se consideró para la simulación un caudal de ingreso de $Q = 4.00\ m^3/s$. Los resultados del procesamiento realizado por el programa Iber se muestran en la Tabla 126 y la Tabla 127.

Tabla 126

Información de salida del programa Iber, vertedero lateral (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: VET
29/08/2022
20:49:20
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 0.01 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	2:49:20:54	0.000	0.000
60.022	0.02698	2:49:22:11	4.000	3.829
120.015	0.02683	2:49:23:70	4.000	3.997
180.026	0.02683	2:49:25:48	4.000	4.000
240.008	0.02683	2:49:27:13	4.000	4.000
300.017	0.02683	2:49:28:68	4.000	4.000
360.026	0.02683	2:49:30:25	4.000	4.000
420.009	0.02683	2:49:31:76	4.000	4.000
480.018	0.02683	2:49:33:27	4.000	4.000
540.000	0.02683	2:49:34:78	4.000	4.000
600.009	0.02683	2:49:36:28	4.000	4.000
660.018	0.02683	2:49:37:79	4.000	4.000
720.000	0.02683	2:49:39:31	4.000	4.000
780.009	0.02683	2:49:40:82	4.000	4.000
840.018	0.02683	2:49:42:34	4.000	4.000
900.001	0.02683	2:49:43:97	4.000	4.000
960.010	0.02683	2:49:45:49	4.000	4.000
1020.019	0.02683	2:49:47:02	4.000	4.000
1080.001	0.02683	2:49:48:53	4.000	4.000
1140.010	0.02683	2:49:50:05	4.000	4.000
1200.019	0.02683	2:49:51:57	4.000	4.000
1260.001	0.02683	2:49:53:09	4.000	4.000
1320.011	0.02683	2:49:54:62	4.000	4.000
1380.020	0.02683	2:49:56:19	4.000	4.000
1440.002	0.02683	2:49:57:71	4.000	4.000
1500.011	0.02683	2:49:59:22	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 127

Información de salida del programa Iber, vertedero lateral (Parte 2)

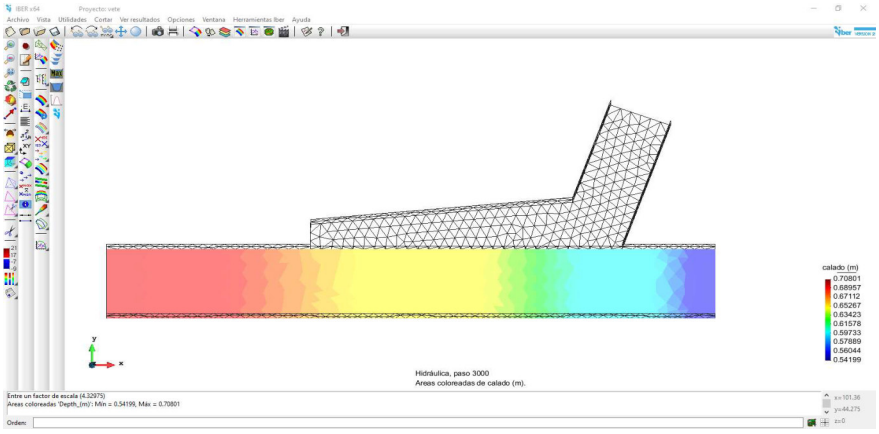
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
1560.020	0.02683	2:50:00:80	4.000	4.000
1620.002	0.02683	2:50:02:31	4.000	4.000
1680.011	0.02683	2:50:03:82	4.000	4.000
1740.020	0.02683	2:50:05:33	4.000	4.000
1800.003	0.02683	2:50:06:85	4.000	4.000
1860.012	0.02683	2:50:08:38	4.000	4.000
1920.021	0.02683	2:50:09:95	4.000	4.000
1980.003	0.02683	2:50:11:47	4.000	4.000
2040.012	0.02683	2:50:12:98	4.000	4.000
2100.021	0.02683	2:50:14:51	4.000	4.000
2160.003	0.02683	2:50:16:04	4.000	4.000
2220.012	0.02683	2:50:17:59	4.000	4.000
2280.022	0.02683	2:50:19:11	4.000	4.000
2340.004	0.02683	2:50:20:98	4.000	4.000
2400.013	0.02683	2:50:23:13	4.000	4.000
2460.022	0.02683	2:50:25:46	4.000	4.000
2520.004	0.02683	2:50:27:94	4.000	4.000
2580.013	0.02683	2:50:29:60	4.000	4.000
2640.022	0.02683	2:50:31:21	4.000	4.000
2700.005	0.02683	2:50:32:90	4.000	4.000
2760.014	0.02683	2:50:34:47	4.000	4.000
2820.023	0.02683	2:50:36:02	4.000	4.000
2880.005	0.02683	2:50:37:92	4.000	4.000
2940.014	0.02683	2:50:39:91	4.000	4.000
3000.023	0.02683	2:50:41:93	4.000	4.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
29/08/2022
02:50:41

Nota: Elaboración propia.

Figura 160

Variación del calado en el vertedero lateral



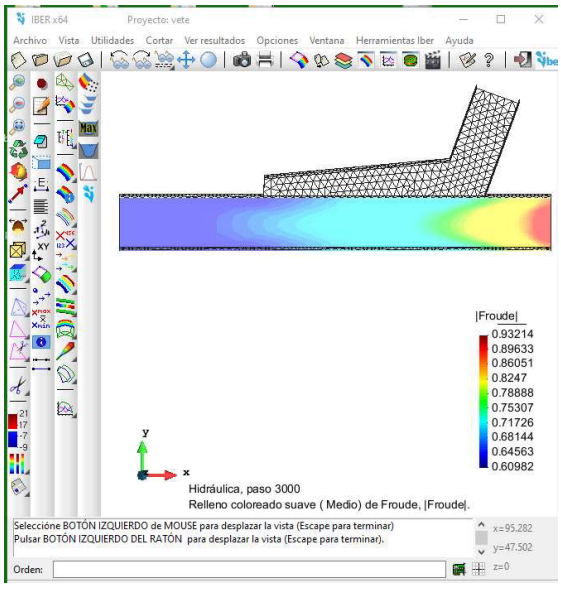
Nota: Caudal de Q = 4.00 m3/s y calado máximo de 0.70801 m, apropiado para un vertedero con altura máxima 0.80 m. Elaboración propia.

h Vertedero (Diseño) : 0.915 m

h Vertedero Iber : 0.70801 m

Figura 161

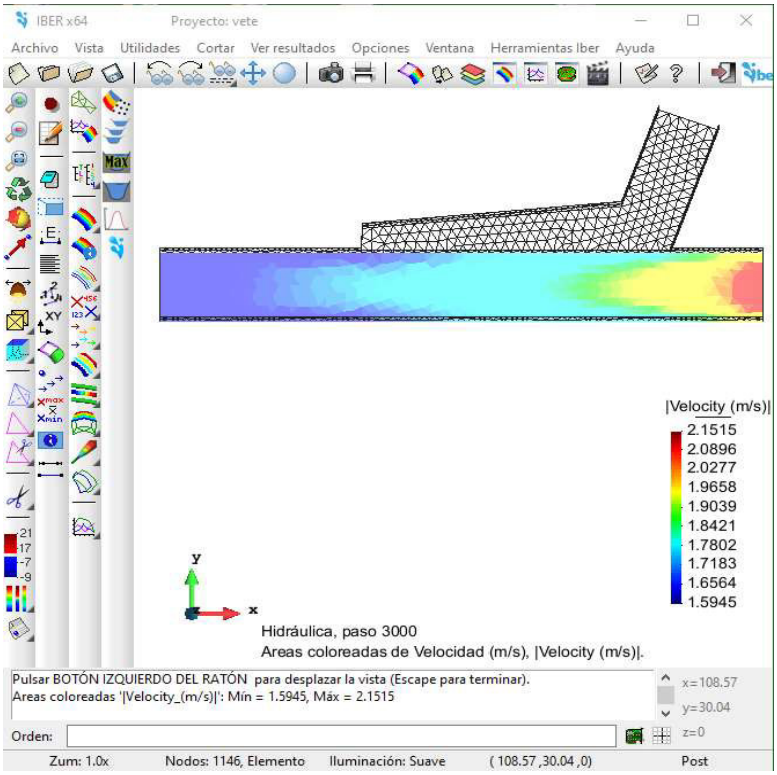
Variación del número de Froude en el vertedero lateral



Nota: Con un número de Froude máximo de 0.932, el flujo es subcrítico. Elaboración propia.

Figura 162

Variación de la velocidad del flujo en el vertedero lateral



Nota: Elaboración propia.

V Vertedero (Diseño) : 0.95 m/s

V Vertedero Iber : 1.78 m/s

5.6.3.5. Aforador Parshall

Ingresó un caudal de Q = 4.00 m3/s.

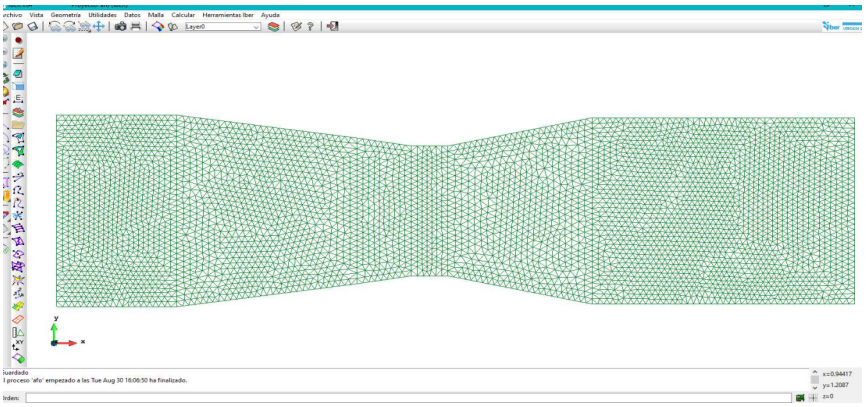
T=1000 s (alcanza el Estado Estario)

Rugosidad de Manning de n = 0.015 (Concreto),

con una división de mallas de 0.1

Figura 163

Enmallado del aforador Parshall



Nota: Elaboración propia.

Tabla 128

Información de salida del programa Iber, aforador Parshall (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: AFO
30/08/2022
15:06:51
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 0.01 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	15:06:51:82	0.000	0.000
10.002	0.00478	15:07:01:29	4.000	3.068
20.000	0.00438	15:07:12:63	4.000	3.949
30.003	0.00436	15:07:24:20	4.000	3.997
40.002	0.00436	15:07:35:70	4.000	4.000
50.001	0.00436	15:07:47:23	4.000	4.000
60.003	0.00436	15:07:58:77	4.000	4.000
70.002	0.00436	15:08:10:40	4.000	4.000
80.000	0.00436	15:08:21:92	4.000	4.000
90.003	0.00436	15:08:33:45	4.000	4.000
100.002	0.00436	15:08:44:98	4.000	4.000
110.000	0.00436	15:08:56:54	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 129

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
120.003	0.00436	15:09:08:08	4.000	4.000
130.002	0.00436	15:09:19:68	4.000	4.000
140.000	0.00436	15:09:31:18	4.000	4.000
150.003	0.00436	15:09:42:73	4.000	4.000
160.002	0.00436	15:09:54:22	4.000	4.000
170.000	0.00436	15:10:05:76	4.000	4.000
180.003	0.00436	15:10:17:37	4.000	4.000
190.002	0.00436	15:10:28:97	4.000	4.000
200.000	0.00436	15:10:40:54	4.000	4.000
210.003	0.00436	15:10:52:08	4.000	4.000
220.001	0.00436	15:11:03:61	4.000	4.000
230.000	0.00436	15:11:16:42	4.000	4.000
240.003	0.00436	15:11:27:97	4.000	4.000
250.001	0.00436	15:11:39:57	4.000	4.000
260.004	0.00436	15:11:51:10	4.000	4.000
270.003	0.00436	15:12:02:92	4.000	4.000
280.001	0.00436	15:12:14:53	4.000	4.000
290.004	0.00436	15:12:26:13	4.000	4.000
300.003	0.00436	15:12:37:69	4.000	4.000
310.001	0.00436	15:12:49:26	4.000	4.000
320.004	0.00436	15:13:00:92	4.000	4.000
330.003	0.00436	15:13:12:54	4.000	4.000
340.001	0.00436	15:13:24:15	4.000	4.000
350.004	0.00436	15:13:35:70	4.000	4.000
360.002	0.00436	15:13:47:27	4.000	4.000
370.001	0.00436	15:13:58:83	4.000	4.000
380.004	0.00436	15:14:10:53	4.000	4.000
390.002	0.00436	15:14:22:15	4.000	4.000
400.001	0.00436	15:14:33:75	4.000	4.000
410.004	0.00436	15:14:45:37	4.000	4.000
420.002	0.00436	15:14:57:06	4.000	4.000
430.001	0.00436	15:15:08:66	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 130

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
440.004	0.00436	15:15:20:31	4.000	4.000
450.002	0.00436	15:15:31:93	4.000	4.000
460.001	0.00436	15:15:45:63	4.000	4.000
470.004	0.00436	15:16:04:00	4.000	4.000
480.002	0.00436	15:16:17:30	4.000	4.000
490.001	0.00436	15:16:28:93	4.000	4.000
500.003	0.00436	15:16:41:20	4.000	4.000
510.002	0.00436	15:16:55:34	4.000	4.000
520.000	0.00436	15:17:07:33	4.000	4.000
530.003	0.00436	15:17:18:94	4.000	4.000
540.002	0.00436	15:17:30:51	4.000	4.000
550.000	0.00436	15:17:42:09	4.000	4.000
560.003	0.00436	15:17:53:73	4.000	4.000
570.002	0.00436	15:18:05:33	4.000	4.000
580.000	0.00436	15:18:16:98	4.000	4.000
590.003	0.00436	15:18:28:60	4.000	4.000
600.002	0.00436	15:18:41:41	4.000	4.000
610.000	0.00436	15:18:57:67	4.000	4.000
620.003	0.00436	15:19:12:37	4.000	4.000
630.002	0.00436	15:19:26:11	4.000	4.000
640.000	0.00436	15:19:38:03	4.000	4.000
650.003	0.00436	15:19:50:52	4.000	4.000
660.001	0.00436	15:20:02:33	4.000	4.000
670.000	0.00436	15:20:13:91	4.000	4.000
680.003	0.00436	15:20:25:44	4.000	4.000
690.001	0.00436	15:20:36:82	4.000	4.000
700.004	0.00436	15:20:48:26	4.000	4.000
710.003	0.00436	15:20:59:70	4.000	4.000
720.001	0.00436	15:21:11:09	4.000	4.000
730.004	0.00436	15:21:22:58	4.000	4.000
740.003	0.00436	15:21:33:98	4.000	4.000
750.001	0.00436	15:21:45:60	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 131

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, aforador Parshall (Parte 4)

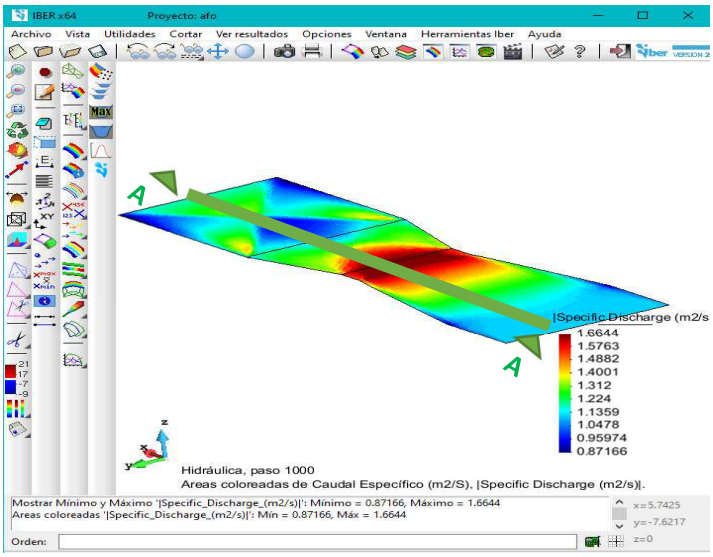
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
760.004	0.00436	15:21:57:01	4.000	4.000
770.003	0.00436	15:22:08:43	4.000	4.000
780.001	0.00436	15:22:19:93	4.000	4.000
790.004	0.00436	15:22:31:34	4.000	4.000
800.002	0.00436	15:22:43:32	4.000	4.000
810.001	0.00436	15:22:56:78	4.000	4.000
820.004	0.00436	15:23:09:56	4.000	4.000
830.002	0.00436	15:23:20:97	4.000	4.000
840.001	0.00436	15:23:32:44	4.000	4.000
850.004	0.00436	15:23:43:82	4.000	4.000
860.002	0.00436	15:23:56:28	4.000	4.000
870.001	0.00436	15:24:08:10	4.000	4.000
880.004	0.00436	15:24:19:74	4.000	4.000
890.002	0.00436	15:24:34:41	4.000	4.000
900.001	0.00436	15:24:46:03	4.000	4.000
910.004	0.00436	15:24:57:77	4.000	4.000
920.002	0.00436	15:25:09:40	4.000	4.000
930.001	0.00436	15:25:20:97	4.000	4.000
940.003	0.00436	15:25:32:57	4.000	4.000
950.002	0.00436	15:25:44:24	4.000	4.000
960.000	0.00436	15:25:55:79	4.000	4.000
970.003	0.00436	15:26:07:43	4.000	4.000
980.002	0.00436	15:26:19:66	4.000	4.000
990.000	0.00436	15:26:32:01	4.000	4.000
1000.003	0.00436	15:26:44:29	4.000	4.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
30/08/2022
15:26:44

Nota: Elaboración propia.

Figura 164

Variación del caudal específico en el aforador Parshall



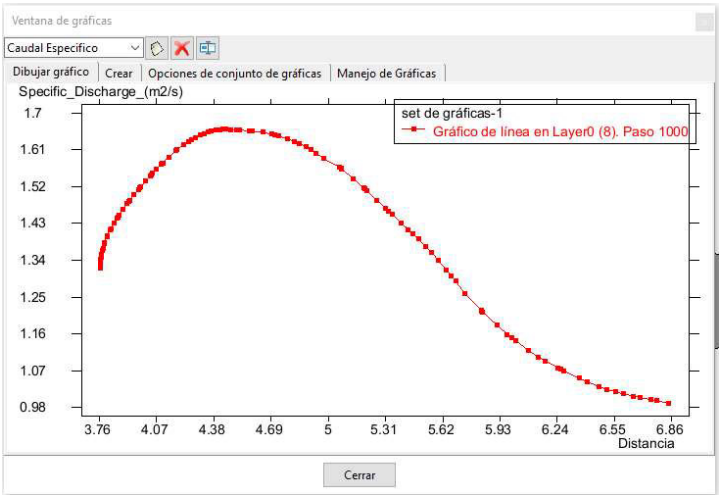
Nota: Se obtuvo un caudal específico máximo de 1.6644 m2/s. Elaboración propia.

Q Aforador Parshall (Diseño) : 3.90 m3/s

Q Aforador Parshall Iber : 1.6644 m2/s*2.43(ancho w)=4.04 m3/s

Figura 165

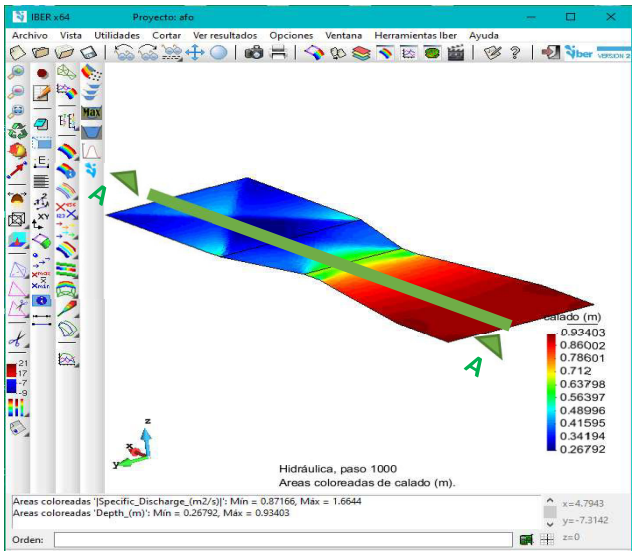
Gráfica de la variación del caudal específico en el aforador Parshall, Corte A-A



Nota: Elaboración propia.

Figura 166

Variación del calado en el aforador Parshall



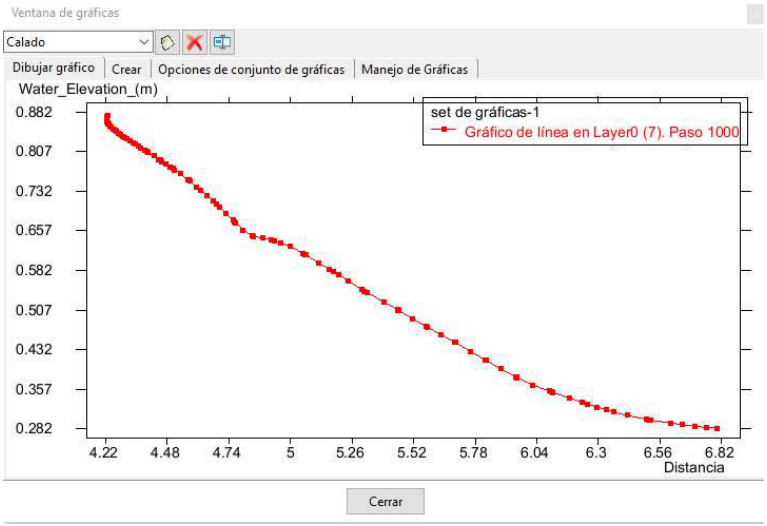
Nota: Se obtuvo un calado máximo de 0.93403 m. Elaboración propia.

h Aforador Parshall (Diseño) : 0.91 m

h Aforador Parshall Iber : 0.93 m

Figura 167

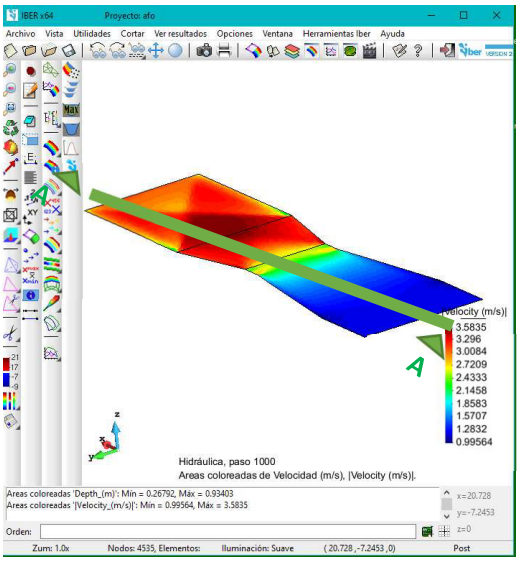
Gráfica de la variación del calado en el aforador Parshall, Corte A-A



Nota: Elaboración propia.

Figura 168

Variación de la velocidad del flujo en el aforador Parshall



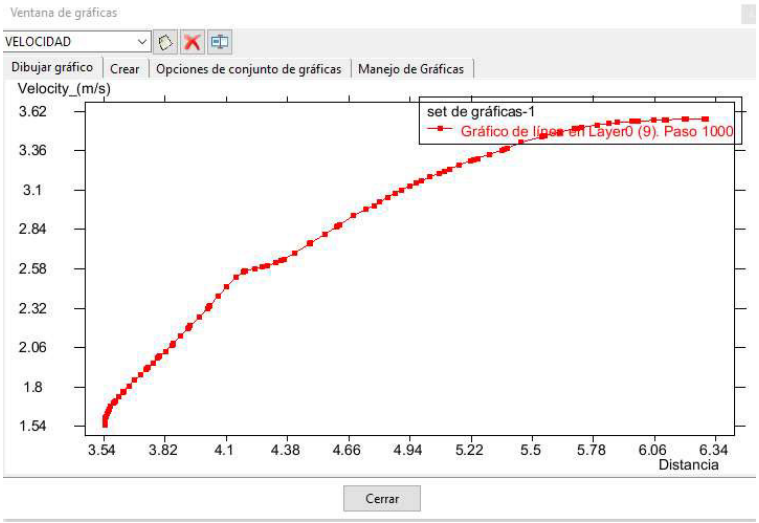
Nota: Se obtuvo una velocidad máxima de 3.5835 m/s. Elaboración propia.

V Aforador Parshall item 5.4.6 : 179 m/s

V Aforador Parshall Iber : 3.5833 m/s

Figura 169

Gráfica de la variación de la velocidad del flujo en el aforador Parshall, Corte A-A



Nota: Elaboración propia.

5.6.3.6. Canal de conducción

En la Tabla 132, se presenta los datos de entrada requeridos, así como las especificaciones mínimas para realizar la simulación del canal de conducción, de sección trapezoidal.

Tabla 132

Especificaciones para la simulación del canal trapezoidal

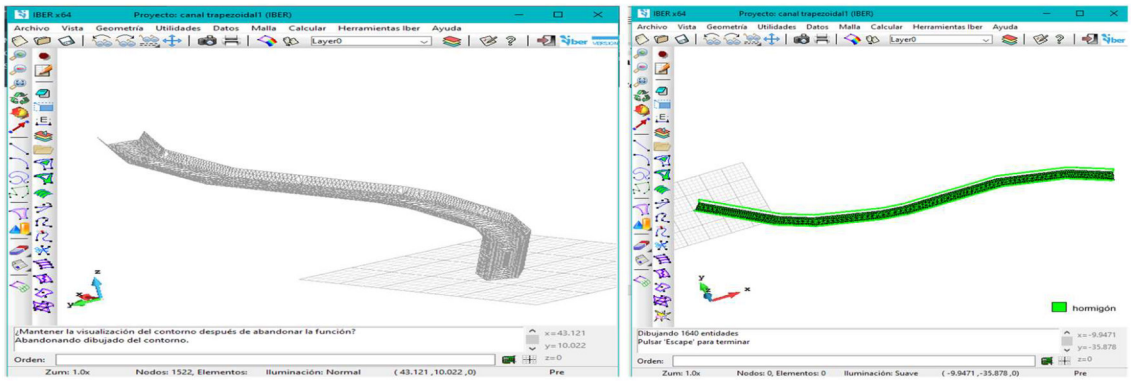
Parámetro de tiempo	*0*	**Numero de procesadores**	*4 núcleos, laptop i4 (Lenovo)*
Instante inicial	*0*	**Esquema numérico**	*Primer Orden*
Tiempo máximo de simulación	*100*	**CFL**	*0.45*
Intervalo de resultados	*10*	**Método de Secado**	*Por Defecto*
		Límite Seco-Mojado	*0.01*

Nota: Elaboración propia.

Los resultados a obtener a partir de la simulación son: calado, caudal específico, máximo calado, máxima velocidad y cota del agua. Para esto, se generó el modelo del canal trapezoidal, asignando un coeficiente de rugosidad de Manning de n = 0.015 (Concreto).

Figura 170

Generación de la geometría, mallado y asignación de la rugosidad, canal trapezoidal



(a) (b)

Nota: Para el canal trapezoidal, en 162-(a) se generó la geometría y se enmalló; en 162-(b), se asignó el número de rugosidad de Manning al canal, con revestimiento de concreto (n =0.015).Elaboración propia.

Tabla 133

Información de salida del programa Iber, canal trapezoidal (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: GPGOI
27/08/2022
21:28:15
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 4.08 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	21:28:15:11	0.000	0.000
10.002	0.02722	21:28:15:45	4.000	0.000
20.019	0.02833	21:28:15:87	4.000	0.000
30.022	0.02869	21:28:16:33	4.000	1.480
40.027	0.02912	21:28:16:84	4.000	2.484
50.019	0.02925	21:28:17:20	4.000	2.819
60.011	0.02920	21:28:17:60	4.000	3.001
70.011	0.02908	21:28:17:94	4.000	3.119
80.024	0.02900	21:28:18:28	4.000	3.213
90.024	0.02897	21:28:18:63	4.000	3.363
100.009	0.02894	21:28:18:96	4.000	3.442
110.021	0.03006	21:28:19:30	4.000	3.504
120.024	0.03037	21:28:19:62	4.000	3.610
130.020	0.03040	21:28:19:94	4.000	3.654
140.001	0.03008	21:28:20:31	4.000	3.691
150.002	0.02990	21:28:20:65	4.000	3.718
160.013	0.02987	21:28:20:98	4.000	3.870
170.017	0.02986	21:28:21:31	4.000	3.899
180.021	0.02987	21:28:21:71	4.000	3.919
190.002	0.02989	21:28:22:06	4.000	3.931
200.017	0.02989	21:28:22:43	4.000	3.942
210.029	0.02988	21:28:22:77	4.000	3.952
220.006	0.02986	21:28:23:34	4.000	3.963
230.009	0.02986	21:28:23:70	4.000	3.973
240.011	0.02986	21:28:24:12	4.000	3.980
250.012	0.02985	21:28:24:49	4.000	3.985

Nota: Elaboración propia.

Tabla 134

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
260.013	0.02985	21:28:24:90	4.000	3.988
270.013	0.02985	21:28:25:28	4.000	3.990
280.012	0.02985	21:28:25:70	4.000	3.992
290.011	0.02985	21:28:26:08	4.000	3.994
300.010	0.02985	21:28:26:45	4.000	3.996
310.009	0.02985	21:28:26:95	4.000	3.997
320.007	0.02985	21:28:27:36	4.000	3.997
330.005	0.02985	21:28:27:68	4.000	3.998
340.004	0.02985	21:28:28:03	4.000	3.998
350.002	0.02985	21:28:28:37	4.000	3.999
360.000	0.02985	21:28:28:94	4.000	3.999
370.028	0.02985	21:28:29:39	4.000	3.999
380.026	0.02985	21:28:29:72	4.000	3.999
390.024	0.02985	21:28:30:09	4.000	4.000
400.022	0.02985	21:28:30:41	4.000	4.000
410.020	0.02984	21:28:30:76	4.000	4.000
420.018	0.02984	21:28:31:08	4.000	4.000
430.016	0.02984	21:28:31:40	4.000	4.000
440.014	0.02984	21:28:31:87	4.000	4.000
450.012	0.02984	21:28:32:24	4.000	4.000
460.010	0.02984	21:28:32:59	4.000	4.000
470.008	0.02984	21:28:32:90	4.000	4.000
480.006	0.02984	21:28:33:22	4.000	4.000
490.004	0.02984	21:28:33:54	4.000	4.000
500.002	0.02984	21:28:33:88	4.000	4.000
510.000	0.02984	21:28:34:24	4.000	4.000
520.028	0.02984	21:28:34:62	4.000	4.000
530.026	0.02984	21:28:35:00	4.000	4.000
540.024	0.02984	21:28:35:34	4.000	4.000
550.022	0.02984	21:28:35:70	4.000	4.000
560.020	0.02984	21:28:36:05	4.000	4.000
570.018	0.02984	21:28:36:39	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 135

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
580.016	0.02984	21:28:36:73	4.000	4.000
590.014	0.02984	21:28:37:06	4.000	4.000
600.012	0.02984	21:28:37:38	4.000	4.000
610.010	0.02984	21:28:37:73	4.000	4.000
620.008	0.02984	21:28:38:09	4.000	4.000
630.006	0.02984	21:28:38:43	4.000	4.000
640.004	0.02984	21:28:38:76	4.000	4.000
650.002	0.02984	21:28:39:11	4.000	4.000
660.000	0.02984	21:28:39:49	4.000	4.000
670.028	0.02984	21:28:39:87	4.000	4.000
680.026	0.02984	21:28:40:30	4.000	4.000
690.024	0.02984	21:28:40:66	4.000	4.000
700.022	0.02984	21:28:41:02	4.000	4.000
710.020	0.02984	21:28:41:45	4.000	4.000
720.018	0.02984	21:28:41:83	4.000	4.000
730.016	0.02984	21:28:42:23	4.000	4.000
740.014	0.02984	21:28:42:60	4.000	4.000
750.012	0.02984	21:28:42:97	4.000	4.000
760.010	0.02984	21:28:43:32	4.000	4.000
770.008	0.02984	21:28:43:74	4.000	4.000
780.006	0.02984	21:28:44:24	4.000	4.000
790.004	0.02984	21:28:44:66	4.000	4.000
800.002	0.02984	21:28:45:00	4.000	4.000
810.000	0.02984	21:28:45:37	4.000	4.000
820.028	0.02984	21:28:45:73	4.000	4.000
830.026	0.02984	21:28:46:09	4.000	4.000
840.024	0.02984	21:28:46:49	4.000	4.000
850.022	0.02984	21:28:46:91	4.000	4.000
860.020	0.02984	21:28:47:25	4.000	4.000
870.018	0.02984	21:28:47:68	4.000	4.000
880.016	0.02984	21:28:48:07	4.000	4.000
890.014	0.02984	21:28:48:44	4.000	4.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 136

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, canal trapezoidal (Parte 4)

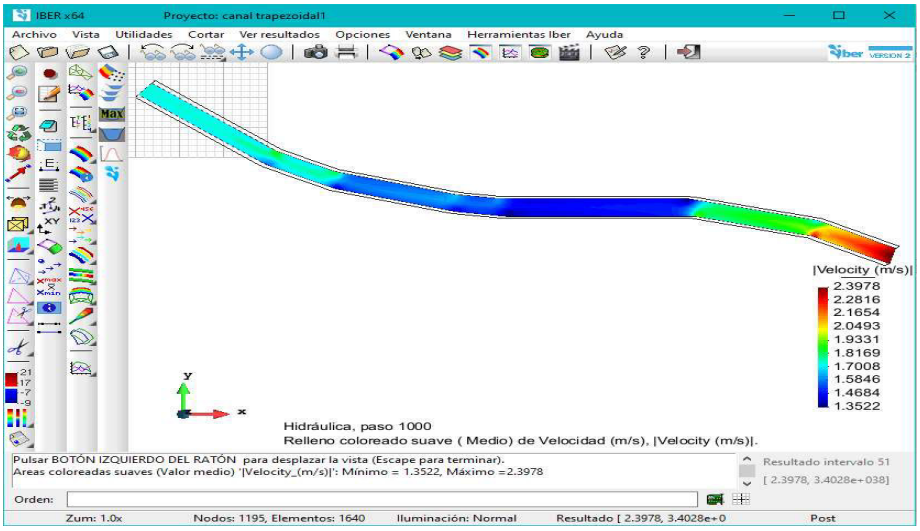
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
900.012	0.02984	21:28:48:81	4.000	4.000
910.010	0.02984	21:28:49:14	4.000	4.000
920.008	0.02984	21:28:49:64	4.000	4.000
930.006	0.02984	21:28:50:04	4.000	4.000
940.004	0.02984	21:28:50:44	4.000	4.000
950.002	0.02984	21:28:50:84	4.000	4.000
960.000	0.02984	21:28:51:24	4.000	4.000
970.028	0.02984	21:28:51:78	4.000	4.000
980.026	0.02984	21:28:52:22	4.000	4.000
990.024	0.02984	21:28:52:65	4.000	4.000
1000.022	0.02984	21:28:53:27	4.000	4.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
27/08/2022
21:28:53

Nota: Elaboración propia.

Figura 171

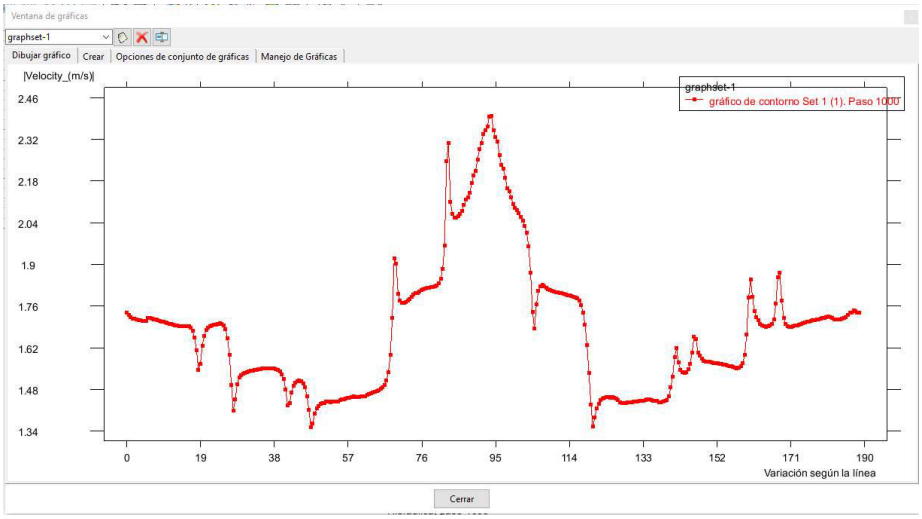
Variación de la velocidad del flujo en el canal trapezoidal



Nota: Elaboración propia.

Figura 172

Gráfico de variación de la velocidad del flujo en el canal trapezoidal



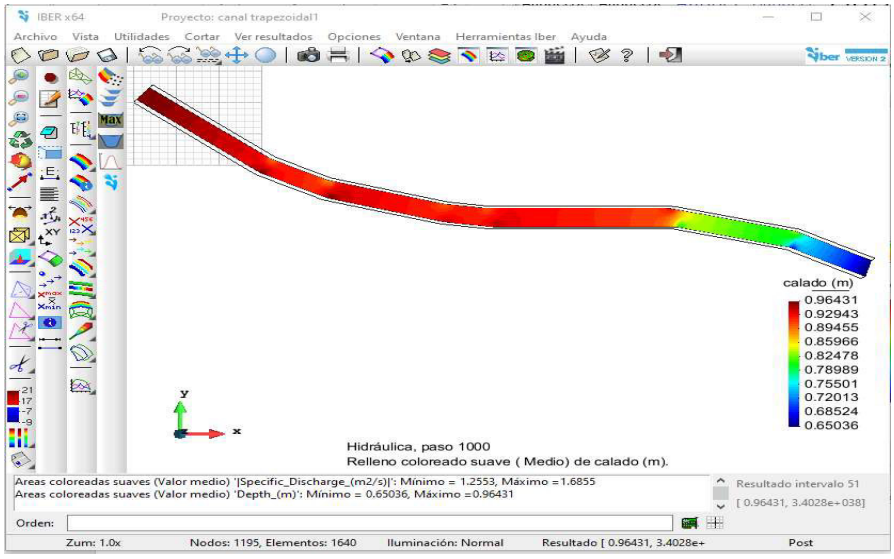
Nota: Elaboración propia.

V Canal trapezoidal (Diseño): 2.43 m/s

V Canal trapezoidal Iber : 2.39 m/s

Figura 173

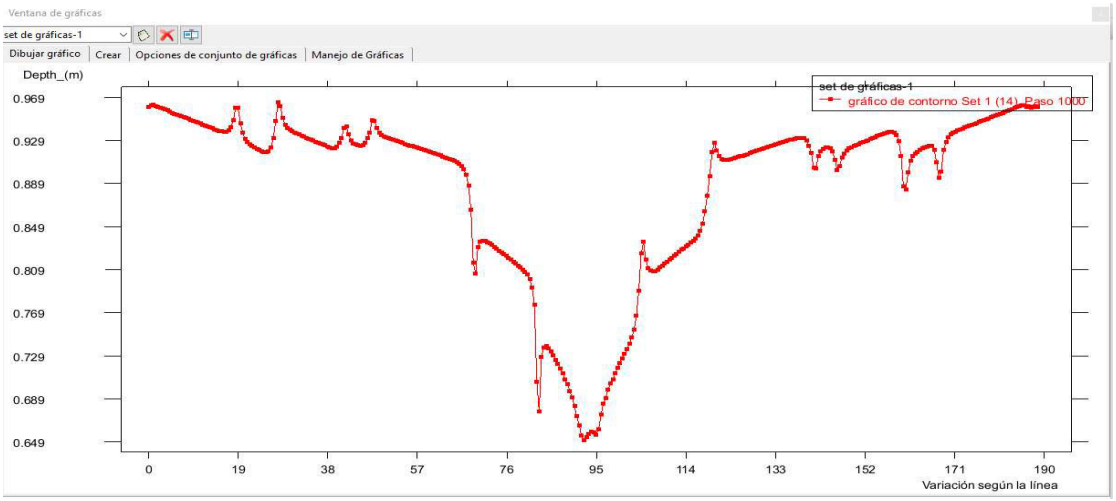
Variación del calado en el canal trapezoidal



Nota: Elaboración propia.

Figura 174

Gráfico de la variación del calado en el canal trapezoidal



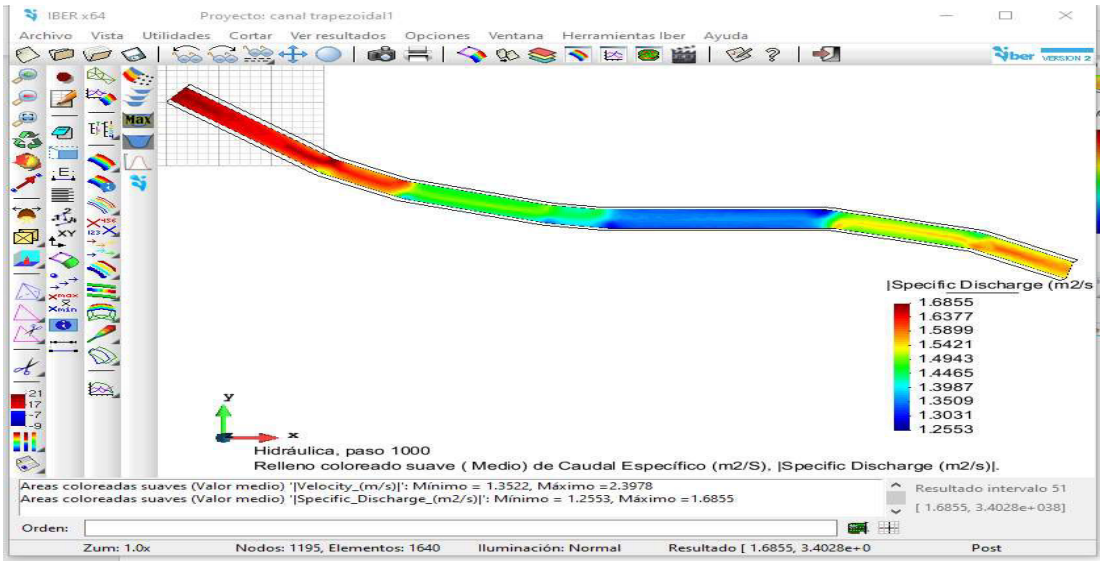
Nota: Elaboración propia.

h Canal trapezoidal (Diseño): 0.609 m

h Canal trapezoidal Iber : 0.96 m

Figura 175

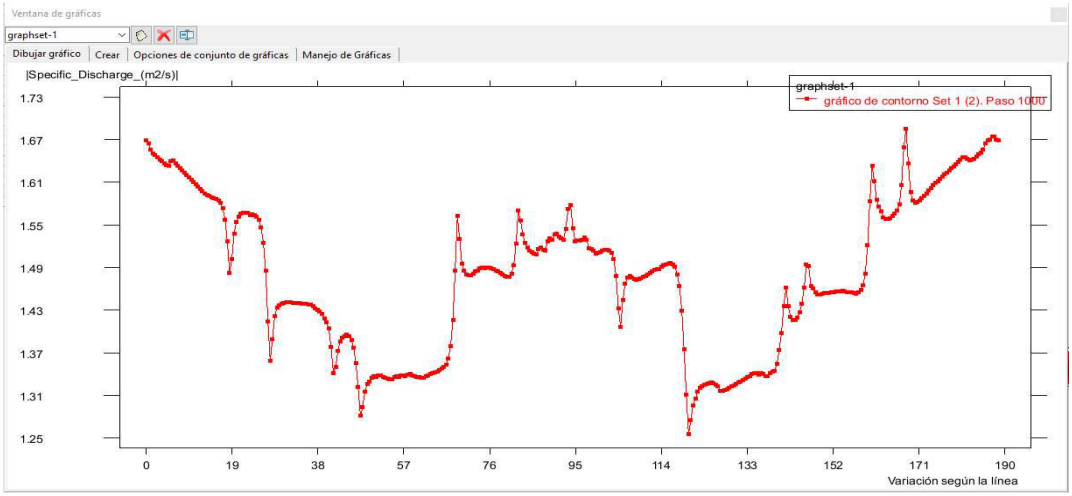
Variación del caudal específico en el canal trapezoidal



Nota: Elaboración propia.

Figura 176

Gráfico de la variación del caudal específico en el canal trapezoidal



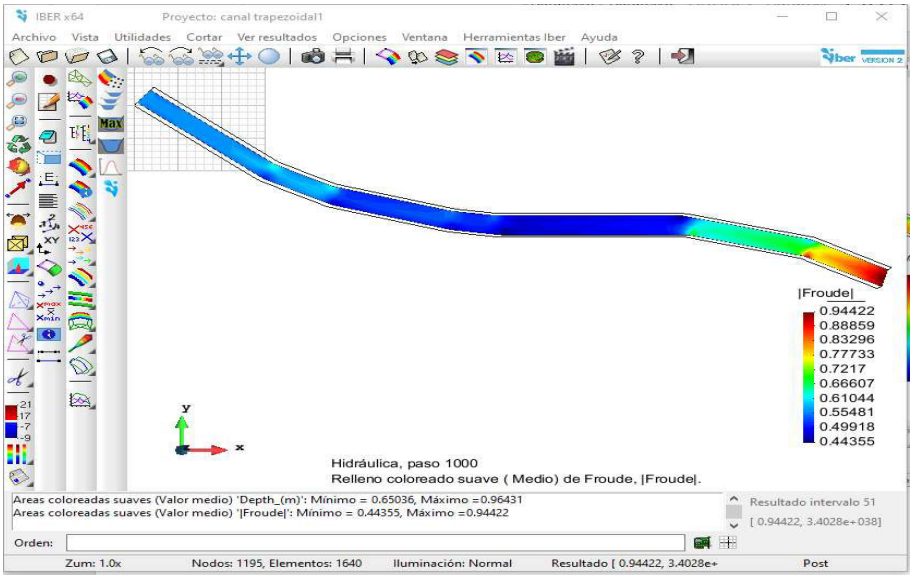
Nota: Elaboración propia.

Q Canal trapezoidal (Diseño): 4 m/s

Q Canal trapezoidal Iber : 1.6855m2/s -> 1.6855m2/s*(3.6m+2.4m)/2=5.06m3/s

Figura 177

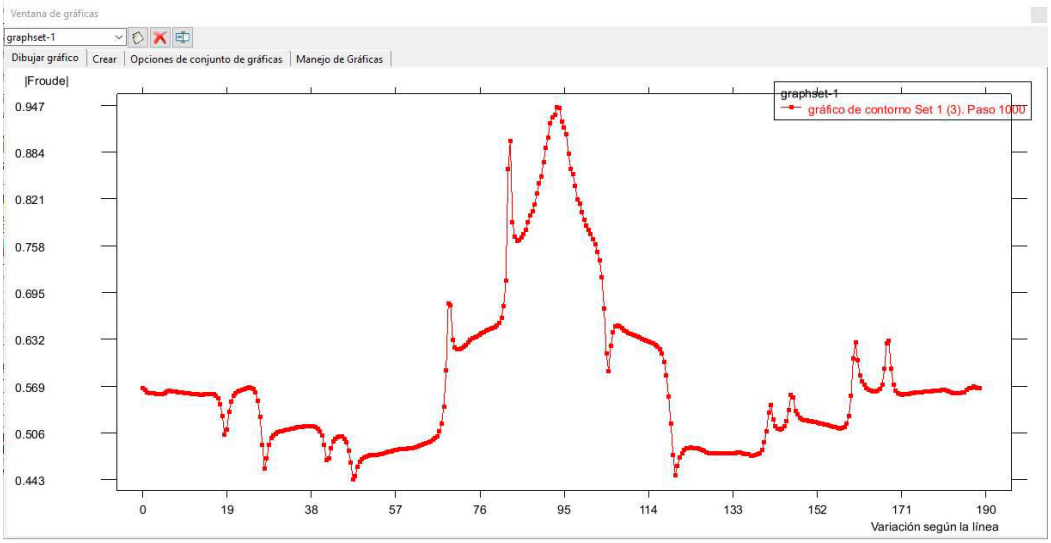
Variación del número de Froude en el canal trapezoidal



Nota: Elaboración propia.

Figura 178

Gráfico de la variación del número de Froude en el canal trapezoidal



Nota: Elaboración propia.

5.6.4. Ecuación de conservación del sedimento

La variación de la cota del fondo se calcula mediante la ecuación de conservación del sedimento de Exner (Corestein et al, 2010):

$$(1-p)\frac{\partial Z_b}{\partial t}+\frac{\partial q_{sb,x}}{\partial x}+\frac{\partial q_{sb,y}}{\partial y}=D-E$$

Donde:

p: Porosidad de los sedimentos que forman el lecho.

Z_b: Cota de fondo

$q_{sb,x}$: Caudal sólido de fondo en el eje x.

$q_{sb,y}$: Caudal sólido de fondo en el eje y.

D: Carga de fondo.

E: Carga de sedimentos en suspensión.

Se muestra en la Tabla 137 los rangos de valores estimados de porosidad del limo y arcilla según Freeze & Cherry (1979), Sanders (1998) y Fetter (2001).

Tabla 137

Rangos de porosidad del limo y arcilla según distintos autores

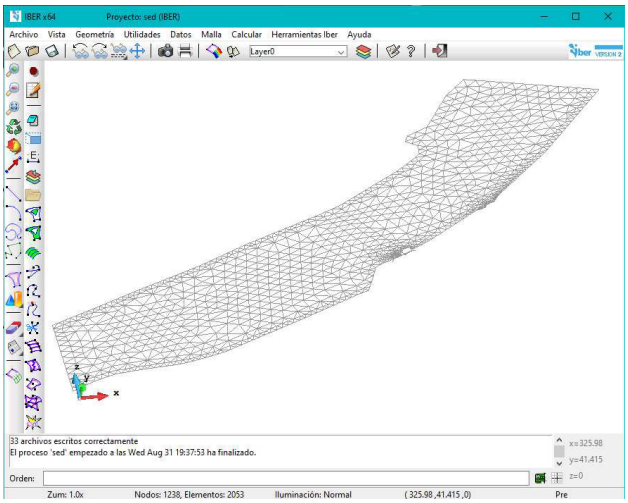
Material	Rango de porosidad	
Limo	0.35 – 0.50	(a)
	0.35 – 0.50	(b)
	0.35 – 0.50	(c)
Arcilla	0.40 – 0.70	(a)
	0.45 – 0.60	(b)
	0.33 – 0.60	(c)

Nota: (a) Adaptado de *Groundwater* (pp. 604), por R. Freeze & J. Cherry, 1979, Prentice-Hall. (b) Adaptado de *A manual of Field Hydrogeology* (pp. 381), por L. Sanders, 1998, Prentice-Hall. (c) Adaptado de Applied Hydrogeology (pp. 598), por C. Fetter, 2001, Pretince-Hall. Extraído de *Modelamiento bidimensional hidrodinámico del flujo y transporte de sedimentos a través del río Calabí y obras hidráulicas, pp. 66*, (Salamea, 2015).

Sobre los datos de entrada, se consideró un coeficiente de difusión para sedimentos en suspensión de 0.001, un número de Schmidt de 1.1 (promedio de turbulencia), un diámetro de sedimento en suspensión de 0.075 m (en laboratorio), una porosidad de 0.5 asumida a partir de la Tabla 137, una densidad relativa de 2.65 y un ángulo de fricción interna de 0.5934 radianes.

Figura 179

Generación de enmallado para modelar el río con sedimentos



Nota: Elaboración propia.

Tabla 138

Información de salida del programa Iber, río con sedimentos (Parte 1)

Iber - COMPUTATIONS STARTED
PROJECT NAME: sed
31/08/2022
18:37:55
Version of Iber: 2.4.3
NUMERICAL SCHEME: Roe 1st Order
Initial volume: 18.43 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	18:37:55:46	0.000	0.000
10.086	0.43350	18:37:55:62	1269.000	0.000
20.039	0.41238	18:37:55:79	1269.000	0.000
30.357	0.41425	18:37:55:89	1269.000	0.000
40.335	0.41722	18:37:56:02	1269.000	0.000
50.331	0.40322	18:37:56:12	1269.000	0.000
60.102	0.30785	18:37:56:21	1269.000	0.000
70.030	0.19876	18:37:56:41	1269.000	0.000
80.008	0.07246	18:37:56:63	1269.000	0.000
90.000	0.06295	18:37:56:90	1269.000	0.000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 139

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 2)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
100.036	0.06445	18:37:57:33	1269.000	0.000
110.013	0.06256	18:37:57:62	1269.000	0.000
120.053	0.06083	18:37:57:92	1269.000	0.000
130.057	0.05983	18:37:58:28	1269.000	0.000
140.058	0.05927	18:37:58:63	1269.000	0.000
150.035	0.05881	18:37:58:98	1269.000	0.000
160.057	0.05841	18:37:59:39	1269.000	0.000
170.012	0.05804	18:37:59:87	1269.000	0.000
180.022	0.05769	18:38:00:40	1269.000	0.000
190.034	0.05740	18:38:01:15	1269.000	0.000
200.001	0.05718	18:38:01:69	1269.000	0.000
210.055	0.05709	18:38:02:24	1269.000	0.000
220.031	0.05688	18:38:02:71	1269.000	0.000
230.007	0.05648	18:38:03:25	1269.000	0.000
240.023	0.05608	18:38:03:76	1269.000	0.000
250.030	0.05575	18:38:04:37	1269.000	0.000
260.040	0.05548	18:38:04:89	1269.000	0.000
270.004	0.05525	18:38:05:41	1269.000	0.000
280.040	0.05504	18:38:05:96	1269.000	0.000
290.040	0.05485	18:38:06:50	1269.000	0.000
300.007	0.05468	18:38:07:02	1269.000	0.000
310.053	0.05452	18:38:07:57	1269.000	2.005
320.021	0.05442	18:38:08:11	1269.000	30.468
330.020	0.05424	18:38:08:67	1269.000	130.802
340.032	0.05401	18:38:09:32	1269.000	276.579
350.006	0.05381	18:38:09:99	1269.000	372.566
360.049	0.05360	18:38:10:57	1269.000	443.476
370.051	0.05338	18:38:11:25	1269.000	499.141
380.012	0.05316	18:38:11:83	1269.000	544.764
390.038	0.05294	18:38:12:41	1269.000	583.889
400.025	0.05275	18:38:12:97	1269.000	617.868
410.031	0.05258	18:38:13:53	1269.000	648.058

Nota: Elaboración propia.

Tabla 140

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 3)

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
420.007	0.05244	18:38:14:10	1269.000	675.323
430.010	0.05232	18:38:14:67	1269.000	700.814
440.048	0.05226	18:38:15:28	1269.000	725.267
450.023	0.05217	18:38:15:88	1269.000	748.646
460.024	0.05202	18:38:16:46	1269.000	771.062
470.000	0.05191	18:38:17:04	1269.000	792.558
480.010	0.05182	18:38:17:66	1269.000	813.652
490.004	0.05174	18:38:18:31	1269.000	834.228
500.035	0.05167	18:38:18:89	1269.000	853.942
510.002	0.05160	18:38:19:48	1269.000	872.210
520.006	0.05154	18:38:20:09	1269.000	889.064
530.049	0.05147	18:38:20:80	1269.000	904.662
540.027	0.05140	18:38:21:51	1269.000	919.308
550.045	0.05134	18:38:22:11	1269.000	933.684
560.049	0.05128	18:38:22:69	1269.000	947.994
570.046	0.05126	18:38:23:29	1269.000	962.033
580.042	0.05125	18:38:24:02	1269.000	975.360
590.027	0.05115	18:38:24:61	1269.000	987.797
600.045	0.05108	18:38:25:23	1269.000	999.563
610.002	0.05104	18:38:25:82	1269.000	1010.747
620.000	0.05099	18:38:26:42	1269.000	1021.530
630.040	0.05095	18:38:27:02	1269.000	1031.877
640.023	0.05090	18:38:27:61	1269.000	1041.572
650.045	0.05085	18:38:28:24	1269.000	1050.501
660.008	0.05081	18:38:28:89	1269.000	1058.548
670.011	0.05074	18:38:29:51	1269.000	1066.117
680.003	0.05070	18:38:30:16	1269.000	1073.624
690.035	0.05063	18:38:30:75	1269.000	1081.368
700.004	0.05058	18:38:31:35	1269.000	1089.003
710.015	0.05055	18:38:31:94	1269.000	1096.050
720.024	0.05055	18:38:32:58	1269.000	1102.303
730.025	0.05045	18:38:33:23	1269.000	1107.996

Nota: Elaboración propia.

Tabla 141

Información de salida del programa Iber, procesamiento del río Chicama, incluyendo sedimentos (Parte 4)

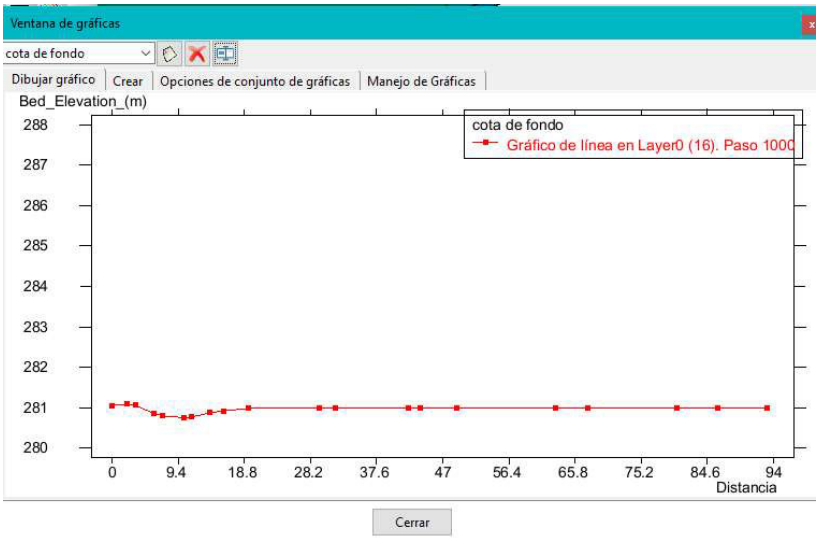
Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
740.004	0.05036	18:38:33:82	1269.000	1113.377
750.020	0.05031	18:38:34:43	1269.000	1118.585
760.026	0.05026	18:38:35:07	1269.000	1123.649
770.023	0.05022	18:38:36:24	1269.000	1128.617
780.012	0.05017	18:38:36:93	1269.000	1133.427
790.042	0.05013	18:38:37:64	1269.000	1137.900
800.015	0.05009	18:38:38:35	1269.000	1141.940
810.027	0.05004	18:38:39:05	1269.000	1145.920
820.033	0.05001	18:38:39:76	1269.000	1150.317
830.031	0.04996	18:38:40:46	1269.000	1155.405
840.020	0.04994	18:38:41:15	1269.000	1160.862
850.005	0.04991	18:38:41:86	1269.000	1166.018
860.034	0.04987	18:38:42:56	1269.000	1170.612
870.008	0.04987	18:38:43:26	1269.000	1174.783
880.036	0.04992	18:38:43:95	1269.000	1178.811
890.017	0.04987	18:38:44:65	1269.000	1182.703
900.033	0.04980	18:38:45:35	1269.000	1186.452
910.040	0.04977	18:38:46:10	1269.000	1190.020
920.043	0.04976	18:38:46:82	1269.000	1193.383
930.041	0.04973	18:38:47:53	1269.000	1196.541
940.034	0.04970	18:38:48:23	1269.000	1199.475
950.023	0.04969	18:38:48:93	1269.000	1201.995
960.010	0.04967	18:38:49:63	1269.000	1203.994
970.040	0.04963	18:38:50:34	1269.000	1205.784
980.014	0.04961	18:38:51:03	1269.000	1207.908
990.035	0.04960	18:38:51:74	1269.000	1210.762
1000.002	0.04957	18:38:52:45	1269.000	1214.032

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!
31/08/2022
18:38:52

Nota: Elaboración propia.

Figura 180

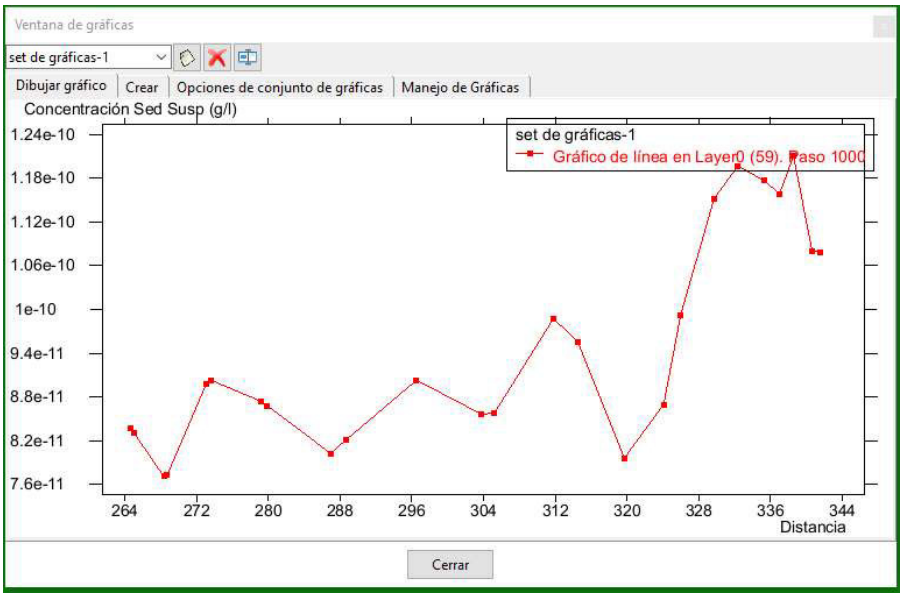
Gráfico de la cota de fondo del río Chicama en el área de estudio



Nota: Elaboración propia.

Figura 181

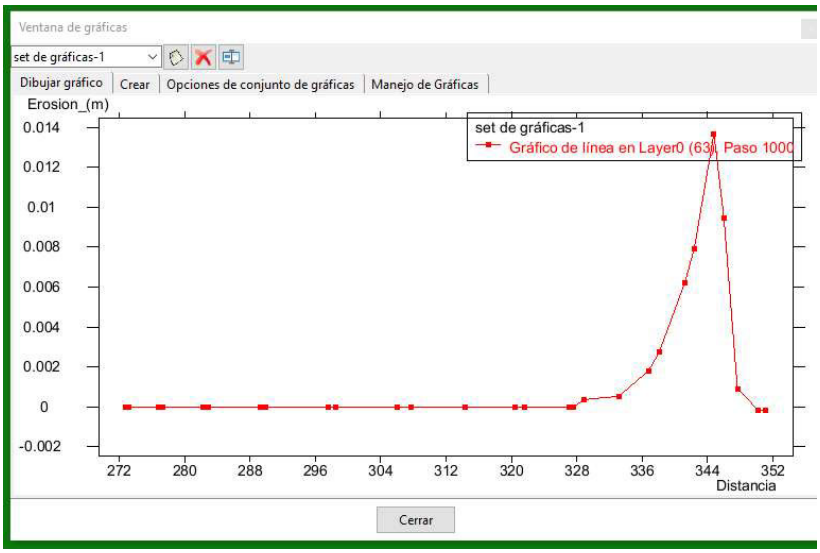
Gráfico de la concentración de sedimentos en el río Chicama



Nota: Elaboración propia.

Figura 182

Gráfico de la erosión de aguas debajo del barraje fijo, en el río Chicama



Nota: Elaboración propia.

5.7. Demanda hídrica

Por las características del suelo y costumbres culturales, están destinados principalmente a la producción de cultivos permanentes como la caña de azúcar, en un promedio del 77.77% de los terrenos durante todo el año, sucediendo lo mismo con los frutales comunes (10%), la alfalfa (2.34%) y la vid común (4.56%). Mientras que para el maíz amarillo destinan un promedio de (39%) por campaña, para el frijol bayo (1.27%) y el arroz trasplante (12.30%), áreas que pueden variar por campaña.

La información del área agrícola Resolución Administrativa N°194-2010-ANA-ALA CHICAMA (Ver Anexo A: Reglamentos, normas y resoluciones) indica que La Barranca tiene un área bajo riego de 1,869.9407 Has., de los cuales 1,579.9592 Has de terreno, tienen licencia y bajo permiso están 289.9815 Ha.

Por las características del suelo y costumbres culturales, se destinan principalmente a la producción de cultivos permanentes como la caña de azúcar, en un promedio del 65% de los terrenos durante todo el año, mientras que para el maíz amarillo se destina un promedio de (35%) por campaña. Se muestra la distribución mensual de las áreas de riego en la Tabla 142.

Tabla 142

Distribución Mensual de áreas con Proyecto

Cultivo de Referencia	Area (Ha)	Areas Mensuales (Ha)											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Caña de Azúcar	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5	1215.5
Maiz amarillo	654.5	654.5		654.5	654.5	654.5	654.5				654.5	654.5	654.5
Area cultivada (ha)	**1870.0**	**1870.0**	**1215.5**	**1870.0**	**1870.0**	**1870.0**	**1870.0**	**1215.5**	**1215.5**	**1215.5**	**1870.0**	**1870.0**	**1870.0**

Nota: Elaboración propia.

5.8. Coeficiente de cultivo (kc)

Los cultivos con sus respectivos coeficientes de uso consuntivo, obtenidos de acuerdo con las características de los cultivos, en los que se ha tenido en consideración las etapas de crecimiento de los cultivos de acuerdo a la referencia para el Kc de la caña de azúcar (Ascencios, 2013) y el Kc para el maíz amarillo duro se consideró la instalación de un sistema de riego por goteo (Ascencios, 2012).

Tabla 143

Coeficiente de Cultivo Kc para las áreas con proyecto

Cultivo de Referencia	Area (Ha)	Valor de Kc											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Caña de Azucar	1215.5	1.00	1.00	1.10	1.10	1.20	0.40	0.50	0.60	0.80	0.80	0.90	0.90
Maiz amarillo Duro	654.5	0.90		0.35	0.71	0.90	0.90				0.35	0.71	0.90
Kc Ponderado	**1870.0**	**0.965**	**1**	**0.964**	**1.03**	**1.095**	**0.575**	**0.5**	**0.6**	**0.8**	**0.643**	**0.834**	**0.9**

Nota: Adaptado de *Riego tecnificado* (Ascencios, 2012).

Para el cálculo de los datos de demanda de agua, se necesita conocer la cédula de cultivos, la evapotranspiración, el factor de cultivo (Kc), la precipitación efectiva, la eficiencia de riego, las horas de riego y el área sembrada por cultivo, realizando el siguiente proceso (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2012):

1.-Evapotranspiración real del cultivo o uso consuntivo (UC):

$$\mathbf{UC=EtoxKc}$$

2.-Precipitación efectiva (P.efec):

Se expresa en mm.

3.-Requerimiento de agua (Req):

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

4.-Requerimiento volumétrico bruto de agua (Req.Vol.Bruto):

$$Req.Vol.Bruto = Req \times 10\left(\frac{\text{m3}}{\text{ha}}\right)$$

5.-Eficiencia de riego del proyecto (Ef. Riego): sin unidad

$$Ef.Riego\ _{Proyecto} = Ef.Riego_{Conducción} \times Ef.Riego_{Distribución} \times Ef.Riego_{Aplicación}$$

Los valores promedio utilizados son:

Ef. Riego (gravedad) = 0.40

Ef. Riego (aspersión) = 0.70

Ef. Riego (goteo) = 0.90

6.-Requerimienro volumétrico neto de agua (Req.Vol.Neto) :

$$\textbf{Req.Vol. Neto} = \textbf{(Req.Vol. Bruto)} / \textbf{(Ef. Riego Proyecto)}$$

7.-Número de horas de riego:

Unidad en horas.

8.-Módulo de riego (MR):

$$\textbf{MR=Req.Vol. Neto*(1000/ (3600*N°Días mes*N°Horas riego))}\ (\text{l/s}).$$

9.-Área total de la parcela (Área total)

Unidad en Hectáreas

10.-Caudal disponible a la demanda (Qdem)

$$Qdemanda = Área\ total \times MR\left(\frac{\text{l}}{\text{s}}\right)$$

Tabla 144

Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (mm/día)

MÉTODO DE HARGREAVES

ESTACIÓN: Estación Meteorológica Casa Lat.: 7° 45' 1.11" S Long.: 79° 11' 19.3" W Alt.: 145.00 msnm

Parámetros	VALORES MENSUALES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
TMC	23.80	25.10	24.60	22.60	20.70	18.60	17.80	17.80	17.90	18.80	19.70	21.70
TMF	74.84	77.18	76.28	72.68	69.26	65.48	64.04	64.04	64.22	65.84	67.46	71.06
HR	76.40	76.50	76.80	78.50	81.80	84.00	84.20	83.60	83.30	80.40	79.90	79.40
CH	0.81	0.80	0.80	0.77	0.71	0.66	0.66	0.67	0.68	0.73	0.74	0.75
CE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MF	2.65	2.31	2.35	1.98	1.77	1.57	1.68	1.92	2.16	2.48	2.54	2.68
Eto mm/mes	160.37	143.44	143.30	111.04	86.84	68.48	71.30	82.90	94.15	120.42	127.92	143.49
Eto mm/dia	5.17	5.12	4.62	3.70	2.80	2.28	2.30	2.67	3.14	3.88	4.26	4.63

Fórmulas Empleadas : ETo = MF x TMF x CH X CE; TMF = (9/5)TMC + 32; CE = 1.0 + 0.04(E/2000)

$CH = 0.166 \times (100 - HR)^{1/2}$, para HR>64%; para HR<64%, CH = 1.

Donde:

ETo = Evapotranspiración potencial (mm/día)

TMF = Temperatura media mensual (°F)

TMC = Temperatura media mensual (°C)

HR = Humedad relativa media mensual (%)

MF = Factor mensual de latitud

CE = Factor de corrección para la altura del lugar

CH = factor de corrección para la humedad relativa

E = Altitud o elevación del lugar (msnm)

Nota: Adaptado de *Riego tecnificado* (Ascencios, 2012).

Se ha utilizado la precipitación media mensual generada, la que se ha convertido en precipitación efectiva mediante el método del Water and Power Resources Services (WPRS-USA).

Tabla 145

Precipitación efectiva

MÉTODO DE WATER POWER RESOURCES SERVICE (WPRS-USA)

Estación	MESES											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Est. Met. Casa Grande	2.93	11.78	15.30	4.05	5.70	0.23	0.15	0.08	0.15	0.38	1.28	2.70

Nota: Adaptado del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (s.f.).

Para el cálculo de la demanda de agua del proyecto, se ha considerado la eficiencia de riego de 28.9% como se indica en la Tabla 146, teniendo en cuenta que existe otro componente capacitación donde llevará a cabo talleres a los beneficiarios para el buen manejo del recurso hídrico que deberá tomar en cuenta en el desarrollo del presente proyecto

Tabla 146

Requerimiento bruto de los cultivos

Eficiencia de riego	**28.9%**
Eficiencia de Conducción	85.0%
Eficiencia de Distribución	85.0%
Eficiencia de Aplicación	40.0%

Nota: Adaptado del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (s.f.).

El requerimiento hídrico máximo en el Sector La Barranca ocurre en el mes de noviembre, con aproximadamente 4.43 MMC (Ver Tabla 147).

Tabla 147

Cálculo de la demanda hídrica (Sin proyecto)

Descripción		Fórmula		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
A	ETo		mm/dia	5.17	5.12	4.62	3.70	2.80	2.28	2.30	2.67	3.14	3.88	4.26	4.63	
B	Kc			0.97	1.00	0.96	1.03	1.10	0.58	0.50	0.60	0.80	0.64	0.83	0.90	
C	ETc	(A*B)	mm/dia	4.99	5.12	4.45	3.81	3.07	1.31	1.15	1.60	2.51	2.50	3.55	4.17	
D	Precipitación efectiva		mm/dia	2.93	11.78	15.30	4.05	5.70	0.23	0.15	0.08	0.15	0.38	1.28	2.70	
E	Necesidades netas del cultivo	(C-D)	mm/dia	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	1.00	1.53	2.36	2.12	2.28	1.47	
F	Eficiencia de aplicación		%	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	
G	Demanda x Hectarea	(E/F)	mm/dia	7.15	0.00	0.00	0.00	0.00	3.76	3.46	5.29	8.17	7.34	7.89	5.07	
H		(10*G)	m3/dia	71.5	0.0	0.0	0.0	0.0	37.6	34.6	52.9	81.7	73.4	78.9	50.7	
I		(H*I)	m3/mes	2,217	0	0	0	0	1,129	1,073	1,641	2,451	2,275	2,366	1,572	**14,723**
J		(H/86.4)	Lit/seg	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.40	0.61	0.95	0.85	0.91	0.59	**m3/ha**
K	Nº de dias del mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
L	Área Cultivada por mes (Has.)			1,870.0	1,215.5	1,870.0	1,870.0	1,870.0	1,870.0	1,215.5	1,215.5	1,215.5	1,870.0	1,870.0	1,870.0	
M	Demanda Total	(H*L)	m3/dia	133,748	0	0	0	0	70,371	42,057	64,333	99,288	137,235	147,467	94,853	
N		(I*L)	m3/mes	4,146,188	0	0	0	0	2,111,120	1,303,752	1,994,311	2,978,644	4,254,283	4,424,014	2,940,452	**24,152,763**
O		(J*L)	Lit/seg	1,548.01	0.00	0.00	0.00	0.00	814.48	486.77	744.59	1,149.17	1,588.37	1,706.80	1,097.84	**m3**

Nota: Elaboración propia.

5.9. Balance hídrico mensualizado

5.9.1. Disponibilidad hídrica en el río Chicama

Como análisis de la Oferta para el presente estudio, se tomó como referencia el registro histórico de caudales medidos y generados en la estación de Salinas, que va desde el año 1964 al 2014, tomándose los caudales mensuales al 75% de persistencia que fue calculado en el estudio hidrológico del presente proyecto.

Tabla 148

Probabilidad de las descargas del río Chicama (m3/s)Estación Salinar (sin los años 1983 y 1998) 1950/2016

PROBABILIDAD	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual
20%	m3/s	29.3	66.0	116.9	91.9	29.9	12.6	7.3	5.0	4.2	4.8	7.8	11.7	31.7
	MMC	78.4	159.7	313.1	238.1	80.2	32.7	19.4	13.3	10.8	12.9	20.2	31.3	999.2
50%	m3/s	14.6	32.1	73.9	46.7	19.2	9.1	5.3	3.2	2.4	3.1	3.9	5.2	20.3
	MMC	39.0	85.9	197.8	125.2	51.5	24.4	14.2	8.5	6.5	8.4	10.5	13.9	638.9
75%	m3/s	6.4	17.5	28.8	28.4	11.3	5.1	2.6	1.6	1.2	1.6	2.4	2.9	12.2
	MMC	17.0	47.0	77.3	76.0	30.3	13.7	7.1	4.2	3.2	4.2	6.4	7.8	384.4
80%	m3/s	4.3	15.3	24.7	22.9	10.0	4.5	2.4	1.4	0.9	1.3	2.3	2.6	10.4
	MMC	11.6	41.0	66.2	61.4	26.9	12.0	6.5	3.6	2.4	3.5	6.1	7.1	326.9
Promedio	m3/s	16.9	45.2	76.1	57.1	21.6	8.9	5.1	3.2	2.6	3.6	4.9	7.9	21.1
	MMC	45.3	121.0	203.8	153.0	58.0	23.8	13.8	8.7	7.1	9.5	13.1	21.3	665.4

Nota: Elaboración propia.

Tabla 149

Cálculo de la oferta hídrica mensual (Sin proyecto)

PARAMETRO	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAUDAL DE RIO CHICAMA	m3/s	6.40	17.50	6.00	28.80	11.30	5.10	2.60	1.60	1.20	1.60	2.40	2.90
OFERTA DIARIA	M3/DIA	552,960	1,512,000	518,400	2,488,320	976,320	440,640	224,640	138,240	103,680	138,240	207,360	250,560
Nº de dias del mes	DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
OFERTA MENSUAL	M3/MES	17,141,760.00	42,336,000.00	16,070,400.00	74,649,600.00	30,265,920.00	13,219,200.00	6,963,840.00	4,285,440.00	3,110,400.00	4,285,440.00	6,220,800.00	7,767,360.00
OFERTA MENSUAL	M3/MES (MMC)	17.14	42.34	16.07	74.65	30.27	13.22	6.96	4.29	3.11	4.29	6.22	7.77

Nota: Elaboración propia.

5.9.2. Balance hídrico

Se realizó el balance hídrico tomando en cuenta la oferta hídrica del Rio Chicama, estación Salinar. Siendo la demanda total 24.15 MMC, y un caudal máximo de 1.60 m3/s en el mes de noviembre.

Tabla 150

Resultados de la Oferta hídrica -Demanda hídrica (Sin proyecto)

PARAMETRO	Unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
OFERTA	m3/s	6.40	17.50	28.80	28.80	11.30	5.10	2.60	1.60	1.20	1.60	2.40	2.90	
	M3/DIA	552,960.00	1,512,000.00	2,488,320.00	2,488,320.00	976,320.00	440,640.00	224,640.00	138,240.00	103,680.00	138,240.00	207,360.00	250,560.00	
	DIAS	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	
	M3/MES	17,141,760.00	42,336,000.00	77,137,920.00	74,649,600.00	30,265,920.00	13,219,200.00	6,963,840.00	4,285,440.00	3,110,400.00	4,285,440.00	6,220,800.00	7,767,360.00	**287.38**
														MMC
DEMANDA	m3/s	1.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.49	0.74	1.15	1.59	1.71	1.10	
	M3/DIA	133,747.99	0.00	0.00	0.00	0.00	70,370.66	42,056.52	64,332.60	99,288.14	137,234.94	147,467.12	94,853.28	
	M3/MES	4,146,187.79	0.00	0.00	0.00	0.00	2,111,119.73	1,303,752.19	1,994,310.71	2,978,644.33	4,254,283.03	4,424,013.70	2,940,451.57	**24.15 MMC**
BALANCE HIDRICO	m3/s	4.85	17.50	28.80	28.80	11.30	4.29	2.11	0.86	0.05	0.01	0.69	1.80	
	M3/DIA	419,212.01	1,512,000.00	2,488,320.00	2,488,320.00	976,320.00	370,269.34	182,583.48	73,907.40	4,391.86	1,005.06	59,892.88	155,706.72	
	M3/MES	12,995,572.21	42,336,000.00	77,137,920.00	74,649,600.00	30,265,920.00	11,108,080.27	5,660,087.81	2,291,129.29	131,755.67	31,156.97	1,796,786.30	4,826,908.43	

Nota: Elaboración propia.

5.9.2.1. Áreas a servir para obtener el caudal de diseño (con proyecto)

Obtener del caudal de diseño en la captación para la bocatoma Barranca. Se consideró una eficiencia de riego de aplicación de 45% (Fuente: Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales – Ministerio de Agricultura – Autoridad Nacional del Agua).

Tabla 151

Cédula de cultivo

DESCRIPCIÒN			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1. SOLUCION Y AREA DE LOS CULTIVOS			Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)	Area(ha)
CULTIVOS BASE	(ha)	%Area												
ALFALFA COMUN	3.46	0.19	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
ARROZ TRANSPLANTE	18.18	0.97	18.18	18.18	18.18	18.18	18.18	0	0	0	0	0	0	0
CAÑA DE AZUCAR CHICAMA	114.93	6.15	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93
ESPARRAGO COMUN	7.95	0.43	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95
FRIJOL BAYO	3.56	0.19	0	0	3.56	3.56	3.56	0	0	0	0	0	0	0
FRUTALES COMUN	14.71	0.79	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71
LENTEJA COMUN	3.00	0.16	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAIZ AMARRILLO DURO	111.85	5.98	12.29	106.85	111.85	111.85	99.56	5	0	0	0	0	0	0
VID COMUN	6.74	0.36	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74
CAÑA DE AZUCAR CASA GRANDE	1585.56	84.79	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56
TOTALES	1869.94	100%	1763.82	275.82	284.38	281.38	269.09	152.79	147.79	147.79	147.79	147.79	147.79	147.79
Kc : ponderado			0.63	0.66	0.66	0.64	0.66	0.68	0.67	0.63	0.6	0.58	0.61	0.64

Nota: Elaboración propia.

Tabla 152

Eficiencia de aplicación

Eficiencia de Aplicación	45%	Riego

Nota: Extraído de la *Diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos dentro del Marco del Sistema Nacional de Inversión Pública "Proyecto de Riegos", Módulo III* (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2012).

Tabla 153

Cálculo de la evapotranspiración en el área de estudio

FACTORES METEOROLÒGICOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1. NUMERO DE DIAS DEL MES	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2. TEMPERATURA	23.8	25.1	24.6	22.6	20.7	18.6	17.8	17.8	17.9	18.8	19.7	21.7
3. LATITUD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4. P(PORCENTAJE DE HORAS DE LUZ)	8.788	7.826	8.522	8.114	8.244	7.936	8.216	8.314	8.178	8.596	8.466	8.8
5. ETP=P'(0.454T+8.12)=mm /mes	166.94	153.32	165.00	149.69	144.93	131.90	133.55	135.14	133.30	143.65	144.96	158.72

Nota: k: coeficiente empírico mensual, según el tipo de cultivo y su estado de desarrollo; P: porcentaje de iluminación mensual con respecto de la iluminación anual; T: temperatura media mensual, en °C.

Elaboración propia.

Tabla 154

Porcentaje de iluminación mensual con respecto anual

	VALORES DE p											
Latitud Sur	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
5	8.68	7.76	8.51	8.15	8.34	8.05	8.33	8.38	8.19	8.56	8.37	8.68
10	8.86	7.87	8.53	8.09	8.18	7.86	8.14	8.27	8.17	8.62	8.53	8 88
15	9.05	7.98	8.55	8.02	8.02	7.65	7.95	8.15	8.15	8.68	8.70	9.10
20	9.24	8.09	8.57	7.94	7.85	7.43	7.76	8.03	8.13	8.76	8.87	9.33
25	9.46	8.21	8.60	7.84	7.66	7.20	7.54	7.90	8.11	8.86	9.04	9.58
30	9.70	8.33	8.62	7.73	7.45	6.96	7.31	7.76	8.07	8.97	9.24	9.85
34	9.92	8.45	8.64	7.64	7.27	6.74	7.10	7.63	8.05	9.06	9.42	10.08
38	10.15	8.57	8.66	7.54	7.08	6.50	6.87	7.49	8.03	9.16	9.61	10.34
42	10.40	8.70	8.68	7.44	6.85	6.23	6.64	7.33	8.01	9.26	9.82	10.64
46	10.69	8.86	8.70	7.32	6.61	5.92	6.37	7.16	7.96	9.37	10.07	10.97

Nota: Extraído de la *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil* (Chereque,1989).

Tabla 155

Cálculo de la demanda de agua

B.CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA													
DESCRIPCIÒN			ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1. SOLUCION Y AREA DE LOS CULTIVOS														
CULTIVOS BASE	(ha)	%Area												
ALFALFA COMUN	3.46	0.19	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
ARROZ TRANSPLANTE	18.18	0.97	18.18	18.18	18.18	18.18	18.18	0	0	0	0	0	0	0
CAÑA DE AZUCAR CHICAMA	114.93	6.15	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93	114.93
ESPARRAGO COMUN	7.95	0.43	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95	7.95
FRIJOL BAYO	3.56	0.19	0	0	3.56	3.56	3.56	0	0	0	0	0	0	0
FRUTALES COMUN	14.71	0.79	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71	14.71
LENTEJA COMUN	3.00	0.16	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAIZ AMARRILLO DURO	111.85	5.98	12.29	106.85	111.85	111.85	99.56	5	0	0	0	0	0	0
VID COMUN	6.74	0.36	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74	6.74
CAÑA DE AZUCAR CASA GRANDE	1585.56	84.79	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56	1585.56
TOTALES	1869.94	100%	1763.82	275.82	284.38	281.38	269.09	152.79	147.79	147.79	147.79	147.79	147.79	147.79
2. EA TOTAL CULTIVADO POR MES (Has)			1763.82	1861.38	1869.94	1866.94	1854.65	1738.35	1733.35	1733.35	1733.35	1733.35	1733.35	1733.35
3.KcxDESARR.CULT		PER.VEG												
ALFALFA COMUN		12	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
ARROZ TRANSPLANTE		4	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
CAÑA DE AZUCAR CHICAMA		12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
ESPARRAGO COMUN		9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
FRIJOL BAYO		8	0.00	0.85	0.85	0.85	0.85	0.00	0.00	0.00	0.85	0.85	0.85	0.85
FRUTALES COMUN		12	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9
LENTEJA COMUN		8	0.00	0.5	0.5	0.5	0.5	0.00	0.00	0.00	0.5	0.5	0.5	0.5
MAIZ AMARRILLO DURO		5	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.75
VID COMUN		12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
CAÑA DE AZUCAR CASA GRANDE		12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Kc Ponderado			0.69	0.66	0.66	0.65	0.65	0.50	0.49	0.49	0.70	0.83	0.83	0.83
4. ETP(mm/mes)			166.94	153.32	165.00	149.69	144.93	131.90	133.55	135.14	133.30	143.65	144.96	158.72
5.EVAPOTRANS.REAL (ETR=Kc*ETP)mm/dia			114.36	100.42	108.08	96.55	93.48	65.95	65.44	66.22	93.31	119.23	120.32	131.74
EVAPOTRANSPIRACION.REAL(ETR=Kc*ETP)mm/dia			3.69	3.59	3.49	3.22	3.02	2.20	2.11	2.14	3.11	3.85	4.01	4.25
6.PRECIPITACIÒN EFECTIVA (PE)mm/mes														
PRECIPITACIÒN AL 75% DE OCURRENCIA EN mm			8.78	45.60	63.00	8.40	26.85	0.83	0.45	0.30	0.38	0.75	5.85	4.88
7.Aneta (Dn=ETP-Pe) mm/mes			158.17	107.72	102.00	141.29	118.08	131.07	133.10	134.84	132.93	142.90	139.11	153.85
DEMANDA NETA (Dn) mm/dia			3.69	3.59	3.49	3.22	3.02	2.20	2.11	2.14	3.11	3.85	4.01	4.25
Eficiencia de riego			45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%
8.DEMANDA BRUTA (Db=Dn/Ef)mm/mes			351.48	239.37	226.68	313.97	262.40	291.27	295.77	299.65	295.40	317.56	309.14	341.89
DEMANDA BRUTA (Db=Dn/Ef)mm/dia			81.98	79.70	77.48	71.52	67.01	48.85	46.91	47.47	69.12	85.47	89.13	94.44
9.MODULO DE RIEGO (Mr=Q/Ha)l/s/ha			0.18	0.20	0.17	0.17	0.15	0.11	0.11	0.11	0.16	0.19	0.21	0.21
VOLUMEN REQUERIDO MMC			5.79	6.23	5.47	5.22	4.73	3.57	3.31	3.35	5.05	6.04	6.51	6.67
10.- CAUDAL REQUERIDO (Q= m3/seg)			3.43	3.70	3.25	3.10	2.81	2.11	1.96	1.99	2.99	3.58	3.86	3.96

Nota: El caudal máximo requerido es de 3.96 m3/s. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el caudal de diseño requerido para la captación es de 4.00 m3/s.

CAPÍTULO VI

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se ha determinado que con un riesgo permisible de 20 % y una vida útil de 25 años obtenemos un periodo de retorno de 113 se obtuvo las dimensiones preliminares de la bocatoma Sausal. Para un caudal de 1269.4 m3/s, en comparación con el estudio de la Bocatoma Poroto (Benites & Lázaro,2018) donde para el diseño de la bocatoma usaron el programa FLOW 3D y presentó un caudal de captación de 4.14 m3/s; siendo similar a los 4 m3/s de caudal de captación obtenido para la bocatoma Sausal mediante el programa IBER, el cual se calibró con las marcas de agua en las orillas y con el calado en el dique durante la visita de campo, así como imágenes satelitales, extraídas del *United States Geological Survey*, en la ubicación del dique en el año 2017 y en el año 2021.

En el estudio de *Modelación Hidráulica-Física del Río Boquerón Ecuador* (Sánchez,2017) se diseñó un barraje con rejillas en todo el ancho del rio aguas arriba. En el caso del Perú, en la ubicación de la bocatoma Sausal, el río presenta mucho sedimento, lo cual colmataría las rejillas en el barraje, inutilizándolas en un evento extremo.

El programa Iber v 2.5 cuenta con unas mallas propias, además de ser compatible con el programa ArcGIS y sus nuevas versiones ArcGIS PRO, lo cual permitió realizar la simulación de la bocatoma y la línea de conducción, a diferencia del modelo TELEMAC 2D (Nassi, 2018) que depende de otros programas, como el Bluekenue, para simular estructuras hidráulicas.

La demanda hídrica total es de 24.15 MMC, siendo la demanda máxima de 4, 424,013.70 m3 en el mes de diciembre, y un caudal de 3.93m3/s.

La oferta hídrica total al 75% de probabilidad de las descargas del rio Chicama es de 384.4 MMC, cubriendo así la necesidad hídrica por los cultivos de caña de azúcar y maíz amarillo duro.

Se levantó una topografía accidentada, en la cual se ubicó la bocatoma Sausal en la curvatura del río Chicama para captar naturalmente el caudal del rio, ya que, en ese punto, el río presenta poca sedimentación en la margen izquierda.

En los estudios geológico-geotécnicos, se obtuvo una capacidad portante de 6.91 kg/cm2, adecuado para la ubicación de nuestra bocatoma y el barraje fijo. Además, con estudios geológicos bibliográficos, el área de estudio no presenta fallas geológicas.

Del balance hídrico con proyecto, se obtuvo un caudal de diseño requerido para la demanda en la captación de 4.00 m3/s. Sin embargo, con el programa Iber se determinó que la línea de conducción de las estructuras hidráulicas diseñadas se puede transportar hasta 6 m3/s sin mayor inconveniente.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

El programa Iber permitió modelar de las estructuras hidráulicas propuestas y brindó resultados que justifican las dimensiones de la bocatoma, el barraje fijo, canal de aproximación, vertedero, aforador Parshall y el canal de conducción (trapezoidal); además del caudal máximo, velocidad máxima y tirante máximo en el lugar específico de la captación.

El diseño de la bocatoma y la Línea de conducción influye positivamente ya que satisface la demanda hídrica 24.15 MMC anuales, así como podría garantizar un caudal máximo 6m3/s resultado de aplicar el programa Iber, en el sector La Barranca, La Libertad.

La descarga máxima de diseño será de 1269.4 m3/s con una vida esperada del proyecto de 25 años, un riesgo que falle de la obra de 20 % y un periodo de retorno de 113 años.

La calibración del programa Iber en base a la entrevista con el agricultor quien indicó la altura de la cota de agua, además de las imágenes satelitales del 2016 y del 2017 confirmó que el río Chicama en la zona de captación llego a los 1.90 m y un ancho de 200 metros ,datos claves para el diseño y modelamiento de la bocatoma.

Se consideró los efectos de la socavación en el barraje fijo, la cimentación de la bocatoma y el muro de captación para determinar el tamaño de roca a utilizar. Se identificó cantera de enrocado en la quebrada Palenque, siendo rocas adecuadas para la construcción del barraje fijo.

Para la sedimentación del río se estimó a partir de la cantidad de sedimento de la muestra de agua en laboratorio y se comparó con el resultado del sedimento mediante el programa Iber,

que utiliza la ecuación de conservación del sedimento de Exner, obteniendo una baja concentración de sedimentos, ya que el río presenta una mayor socavación en la ubicación de la captación.

Los resultados de calidad de agua, tomado en el mismo día de realizado el aforo, se determinó que el agua es apta para riego con una calidad C3-S1, es decir agua con salinidad entre media y alta, por lo cual debe utilizarse en suelos de buena permeabilidad, para cultivos que se adapten a tolerar la sal y Sodio Bajo.

La oferta hídrica total al 75% de probabilidad de las descargas del rio Chicama es de 384.4 MMC, cubriendo así la necesidad hídrica por los cultivos de caña de azúcar y maíz amarillo duro.

El caudal de 4 m3/s para las estructuras hidráulicas propuestas y diseñadas puede ser superadas ya que se ha dimensionado para solicitaciones de demandas mayores, considerando que el sector La Barranca amplíe sus áreas de riego.

Existen otras fuentes de agua, no visibles tales como los pozos tubulares, puesto que en la zona de las calicatas CB4 se apreció que en 10 minutos se llenó de agua subterránea.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda la instalación de más estaciones meteorológicas en lugares estables y cercanos al rio Chicama para obtener datos con mayor rigor, ya que las que existen fueron alteradas debido a las fuertes tormentas del 2017.

Se recomienda determinar una nueva delimitación de la faja marginal en el rio Chicama con cálculos modernos, debido a que la faja marginal vigente fue elaborada sin rigor técnico.

Se recomienda el diseño y construcción de diques resistentes a lo largo del rio Chicama en zonas inundables siendo una de ellas el sector Barranca.

Se recomienda la descolmatación en la zona de captación de la bocatoma por lo menos una vez al año, pues la sedimentación puede llegar hasta 8751 toneladas anuales, minimizando su funcionabilidad en los barrajes fijo y móvil.

Se recomienda un estudio hidrológico de la quebrada Palenque ya que presenta una cuenca cuya activación produciría el flujo de detritos que afectaría la estructura.

Se recomienda la aplicación de nuevos puntos topográficos y geodésicos, para facilitar las futuras investigaciones en el lugar.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aceros Arequipa. (s.f.). *Barras Redondas Lisas y Pulidas. Calidades: ASTM A36 y SAE1045*. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de https://bit.ly/3xEyezK

Alfaro Abanto, T., & Bardález Reátegui, J. (2010). *Tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca Chancay Lambayeque.* Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales - Autoridad Nacional del Agua. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.12543/520

Altunin, S. T. (1962). *The rivers regulation*, 352. Selhozizdat, Moscow.

American Concrete Institute. (2015). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). *(Versión en español y en sistema métrico)*. Comité ACI 318. Reglamento Estructural para Edificaciones. Obtenido de https://bit.ly/3M8h2J3

Ascencios Templo, D. (2012). Guía técnica. *Riego tecnificado en el cultivo de maíz amarillo duro*. Agrobanco. Obtenido de https://bit.ly/3C9BaY1

Ascencios Templo, D. (2013). Guía técnica. *Asistencia técnica dirigida en riego tecnificado en el cultivo de caña de azúcar*. Agrobanco. Obtenido de https://bit.ly/3LvwgYh

Aspilcueta Valderrama, L. M., & Juárez Jiménez, D. P. (2014). *Modelamiento hidráulico de la mini central hidroeléctrica del centro poblado de Llopish - Áncash*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Privada Antenor Orrego. https://hdl.handle.net/20.500.12759/624

Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Chicama*. Obtenido de https://bit.ly/3UGZV55

Azevedo, J. (1975). *Manual de Hidráulica*. México: Edgard Blucher Ltda.

Benites Gracia, L., & Lázaro Gutiérrez, A. (2018). *Diseño y modelamiento numérico de la bocatoma Poroto, Trujillo, La Libertad.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Privada Antenor Orrego. https://hdl.handle.net/20.500.12759/4443

Blench, T. (1957). *Regime Behaviour of Canals and Rivers*. London: Butterworths Scientific Publications.

Bouza Badenes, B. (2003). *Análisis de la estabilidad del cauce del río Llobregat tras la construcción de la autovía del Baix Llobregat*. [Tesina de pregrado publicada - Universitat Politécnica de Catalunya]. Obtenido de UPCommons. http://hdl.handle.net/2099.1/3426

Carhuapoma Rodríguez, A. E. (2019). *Uso del software Hec-Hms y ArcGis para determinar máximas avenidas y diseño de bocatoma de la quebrada Chimina. Distrito Sarín. Provincia Sánchez Carrión. La Libertad. 2019.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional De Trujillo. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12354

Casana Flores, H. J., & Llacza Ríos, J. M. (2020). *Diseño de la bocatoma Salinar, en el sector de pampas de Jagüey, distrito y provincia de Ascope.* [Tesis de grado publicada - Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Privada Antenor Orrego. https://hdl.handle.net/20.500.12759/6924

Castillo Peñaloza, M. A., & Iñonán Morán, R. A. (2018). *Determinación del balance hídrico en la cuenca del río Chicama, región La Libertad, 2016.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de Repositorio institucional - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. http://hdl.handle.net/10757/624135

Chávez Correa, K. A. (2021). *Diseño y análisis de funcionamiento de la bocatoma San Juan, Virú mediante un modelamiento hidráulico bidimensional, La Libertad 2020.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Privada Antenor Orrego. https://hdl.handle.net/20.500.12759/7384

Chereque Morán, W. (1989). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de https://bit.ly/3f2UNHP

Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. (Trad. J.G. Saldarriaga) McGraw-Hall. (Trabajo original publicado en 1959).

Comisión Nacional del Agua. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. *Conducciones*. México: Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Obtenido de https://bit.ly/3dR6Sjb

Corestein, G., Bladé, E., Lechuga, C., Berga, M., & González, A. (Noviembre de 2010). *Estudio experimental y numérico del meandro de Quinzanas (Asturias)*. [Ponencia]. XXIV Congreso latinoamericano de Hidráulica, Punta del Este, Maldonado, Uruguay. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/10971/4472813.pdf

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2011). *Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico Quebrada Miraflores*. Colombia. Obtenido de https://bit.ly/3R4zbIC

Cossío Navarro, A., & Jaén La Torre, H. (1967). *Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa. (Hojas 16-d, 16-e, 16-f, 17-e, 17-f, 18-f), Boletín Ingemmet Serie A: Carta Geológica Nacional(17)*. Servicio de Geología y Minería. Obtenido de Repositorio institucional - Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. https://hdl.handle.net/20.500.12544/134

Costa, J. E. (1988). Rheologic, Geomorphic and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flow. 113-122. In Flood geomorphology. Obtenido de https://dggs.alaska.gov/pubs/id/29798

Díaz-Onofre, O. (2003). *Fundamentos de la Hidráulica de Huaycos*. Iquitos, Perú: XIV Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Obtenido de https://goo.su/iI8Zr1

Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.). *Planchas de Acero ASTM A36*. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de https://www.fiorellarepre.com.pe/FichaTecnica/605020.pdf

Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.). *Tubo Cuadrado de Acero ASTM A500*. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de https://www.fiorellarepre.com.pe/FichaTecnica/803012.pdf

Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.). *Ángulo de Acero ASTM A36*. Recuperado el 28 de mayo de 2022, de https://www.fiorellarepre.com.pe/FichaTecnica/601010.pdf

Freire Zurita, P. J., & Ruilova Blacio, J. G. (2012). *Socavación en puentes: tramo entre avenida 12 de Octubre-Solano*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad de Cuenca]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad de Cuenca. http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/759

García Huatay, M. K. (2016). *Consumo de agua de riego y cédulas de cultivo en el valle Chicama, Perú.* [Tesis de pregrado publicada- Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Trujillo. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8771

Gentile, E. E. (17 de agosto de 2007). Cómo construir y analizar climogramas. Educ.ar portal. Recuperado el 5 de enero de 2022, de https://www.educ.ar/recursos/91073/como-construir-y-analizar-climogramas

Geomasgroup. (s.f.). *Estación Total SUNWAY ATS 120R*. Recuperado el 28 de febrero de 2022, de https://bit.ly/3SFcGM0

González G., Á. J. (setiembre de 2003). *Cálculo simplificado de capacidad portante de cimientos superficiales en ladera*. III Encuentro de Ingenieros de Suelos y Estructuras. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia. Obtenido de https://acortar.link/QNaSBF

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación, Sexta edición*, 151. McGraw-Hill. Obtenido de https://bit.ly/2JLPtUM

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). [Límite departamental de La Libertad]. Recuperado el 2 de marzo de 2022, de https://cutt.ly/rAiNtHM

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). [Mapa de Centros Poblados de la Región La Libertad]. Recuperado el 2 de marzo de 2022, de https://cutt.ly/LAi12or

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (1988). *Manual de diseño de estructuras de aforo*. México. Obtenido de https://bit.ly/3RoF9UN

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Hidrología*. México. Recuperado el 2022 de marzo de 20, de https://bit.ly/3EkyCrc

Instituto Nacional del Agua. (s.f.). *Lluvias de Diseño*. Argentina. Recuperado el 30 de diciembre de 2021, de https://bit.ly/3CM9loZ

Jáuregui, B. G. (2019). *Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del Sistema de Irrigación Ccecca, Ishua y Huaycahuacho*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad Nacional Agraria La Molina]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria La Molina. https://hdl.handle.net/20.500.12996/3901

Julon Cabrera, J. (2019). *Diseño de la bocatoma y canal de derivación de Pueblo Escondido, sector Marripón, distrito de Motupe, provincia y departamento de Lambayeque, 2017.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. http://hdl.handle.net/20.500.12423/2040

Juncosa Rivera, R. (2018). Capítulo 5: Escorrentía. En F. Padilla (Comp.). *Hidrología I: Ciclo hidrológico*. Universidad de La Coruña - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Recuperado el 29 de octubre de 2021, de https://bit.ly/3T2y6SQ

Krochin, S. (1986). *Diseño Hidraulico*. Quito, Ecuador: Editorial de la Escuela Politécnica Nacional.

Ley N° 29338. (30 de marzo de 2009). *Ley de Recursos Hídricos*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de https://bit.ly/3R1rKll

Maldonado Erazo, J. M., Samaniego Merchán, J. R., Ramos Criollo, D. M., & Abril Santos, R. V. (enero-abril de 2020). Curvas de intensidad, duración y frecuencia de la estación meteorológica Puyo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 41(1)*, 127-137. Obtenido de https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/507

Mansen Valderrama, A. (2006). Diseño de Bocatomas. *Curso HH-413-Irrigación*. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Departamento Académico de Hidráulica e Hidrología.

Martín Lázaro, D. K. (2018). *Evaluación de la eficiencia por perdidas de conducción en el canal Paijan, progresiva 0+000 km al 20+000 km, provincia Ascope.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de Repositorio Insititucional - Universidad Nacional de Trujillo. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11263

Martínez Herrera, D. (2020). *Diseño de bocatoma y línea de conducción para garantizar el caudal del sistema de acueducto de la cabecera municipal de La Mesa, Cundinamarca.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Militar Nueva Granada]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Militar Nueva Granada. http://hdl.handle.net/10654/38104

Maza Álvarez, J. A., & García Flores, M. E. (1996). Estabilidad de cauces. *Capítulo 12 del Manual de Ingeniería de Ríos, Subdirección General Técnica - Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos - Comisión Nacional del Agua*. México.

Maza Álvarez, J. A., & García Flores, M. E. (2012). Estabilidad de Cauces, Actualización del Capítulo 12 del Manual de Ingeniería de Ríos. *Series del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México*.

Mery M., H. (2013). *Hidráulica aplicada al diseño de obras*, (pp. 335). RIL Editores.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (s.f.). [ENA - Parcelas y lotes - La Libertad]. Recuperado el 2 de marzo de 2022, de https://goo.su/eMB2

Ministerio de Economía y Finanzas. (junio de 2012). Módulo III: Formulación. *Diplomado en Formulación y Evaluación de Proyectos dentro del Marco del Sistema Nacional de Inversión Pública "Proyecto de Riegos"*. Obtenido de https://bit.ly/3SEZqqw

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Obtenido de https://bit.ly/2Ptn2kR

Monsalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en la Ingeniería* (2da ed.). Editorial Limusa.

Nassi Mirenghi, G. R. (2018). *Diseño y modelamiento hidráulico de la bocatoma El Pueblo del distrito de Chóchope, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, utilizando el modelo numérico Telemac - 2D*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. http://hdl.handle.net/20.500.12423/1302

Olarte Romero, J. E., & Ureta Poma, W. A. (2019). *Respuesta de cimentaciones superficiales bajo condiciones de suelos parcialmente saturado en Quintanilla Pampa, Ascensión - Huancavelica*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad Nacional de Huancavelica]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Huancavelica. http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3201

Oliva Rivera, R. J., & Silva Díaz, J. J. (2021). *Diseño de estructuras complementarias de las bocatomas Chiclín y Chicamita para estabilizar el río Chicama sector Chicamita.* [Tesis de pregrado - Universidad Privada Antenor Orrego]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Privada Antenor Orrego. https://hdl.handle.net/20.500.12759/6924

Orosco De La Cruz, J. E. (2015). *Criterios de diseño de la bocatoma "El Vado" en el Río Arma con fines de riego - Provincia de Condesuyos - Arequipa.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad Ricardo Palma]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Ricardo Palma. http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2382

Palella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa, Tercera edición*, 105-106. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Recuperado el 10 de marzo de 2022, de https://bit.ly/3R41yXt

Ponce Sahuinco, R. T. (2015). *Diseño hidráulico de bocatoma. Caso: bocatoma en el río Chicama, en la zona de Facalá.* [Tesis de pregrado publicada - Universidad San Martín de Porres]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad San Martín de Porres. https://hdl.handle.net/20.500.12727/2031

Ramírez, C., García, J. L., Ramírez, O., & Bocanegra, R. A. (2004). Caracterización de los materiales del lecho del río Cauca. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, 1(1)*, 10-17. Cali, Colombia: Universidad del Valle. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231117826001

Requena, B. (s.f.). *Muestreo no probabilístico*. Recuperado el 30 de setiembre de 2021, de https://bit.ly/2wlDmrW

Rocha Felices, A. (agosto de 2003). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. [Resumen de presentación de la conferencia] Sexto congreso nacional de estudiantes de Ingeniería Civil, Piura, Perú. Obtenido de https://bit.ly/2Jsj1Gx

Sabas R., C. A., & Paredes Cuervo, D. (agosto de 2009). Estudio de oferta y demanda hídrica en la cuenca del río Barbas. *Scientia Et Technica, 2(42)*, 405-411. Obtenido de https://doi.org/10.22517/23447214.2705

Salamea Guillén, T. A. (2015). *Modelamiento bidimensional hidrodinámico del flujo y transporte de sedimientos a través del río Calabí y obras hidráulicas*. [Trabajo de investigación publicado - Universidad de Cuenca]. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23116

Sánchez del Pozo, E. V. (2017). *Modelación Hidráulica-Física de la Captación del Río Boquerón, Proyecto de Riego Cayambe-Pedro Moncayo, en el Laboratorio de Hidráulica de la UCE*. [Tesis de pregrado publicada - Universidad Central del Ecuador]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Central del Ecuador. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9222/1/T-UCE-0011-235.pdf

Scacchi, G. B. (2017). *Interacción entre el flujo turbulento y los procesos de erosión junto a estribos de puentes protegidos. Estudio experimental.* [Tesis de doctorado publicada - Universidad Nacional del Litoral]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional del Litoral. http://hdl.handle.net/11185/1005

Schröder, W. (1994). *Regularización y control de ríos*, 185-187. Universidad de Piura, Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria, (Obra original publicada en 1937).

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad Sociedad Anónima. (2018). *Diagnóstico hídrico rápido de la cuenca del río Chicama como fuente de agua y servicios ecosistémicos hídricos para la EPS SEDALIB S.A.* Obtenido de https://bit.ly/3fARxUn

Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (2014). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades en la Zona Metropolitana de Guadalajara. *Sistemas de agua potable, Parte 1*. Obtenido de https://bit.ly/3Eq1DSq

Tandaypan Rodríguez, H. (2015). *Evaluación de las eficiencias de conducción en los Canales de Derivación de la comisión de usuarios de Sausal, su Impacto en la dotación de Aguas en la distribución.* [Tesis de pregrado - Universidad Nacional de Trujillo]. Obtenido de Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Trujillo. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2838

United States Geological Survey. (s.f.). [Chicama River LandSat 8 - 13/12/2021]. Recuperado el 5 de setiembre de 2022, de https://earthexplorer.usgs.gov/

United States Geological Survey. (s.f.). [Chicama River LandSat 8 - 17/11/2017]. Recuperado el 5 de setiembre de 2022, de https://earthexplorer.usgs.gov/

Villón Béjar, M. (2002). *Hidrología*. Instituto Tecnológico de Costa Rica-CRRH. Cartago, Costa Rica, CA.

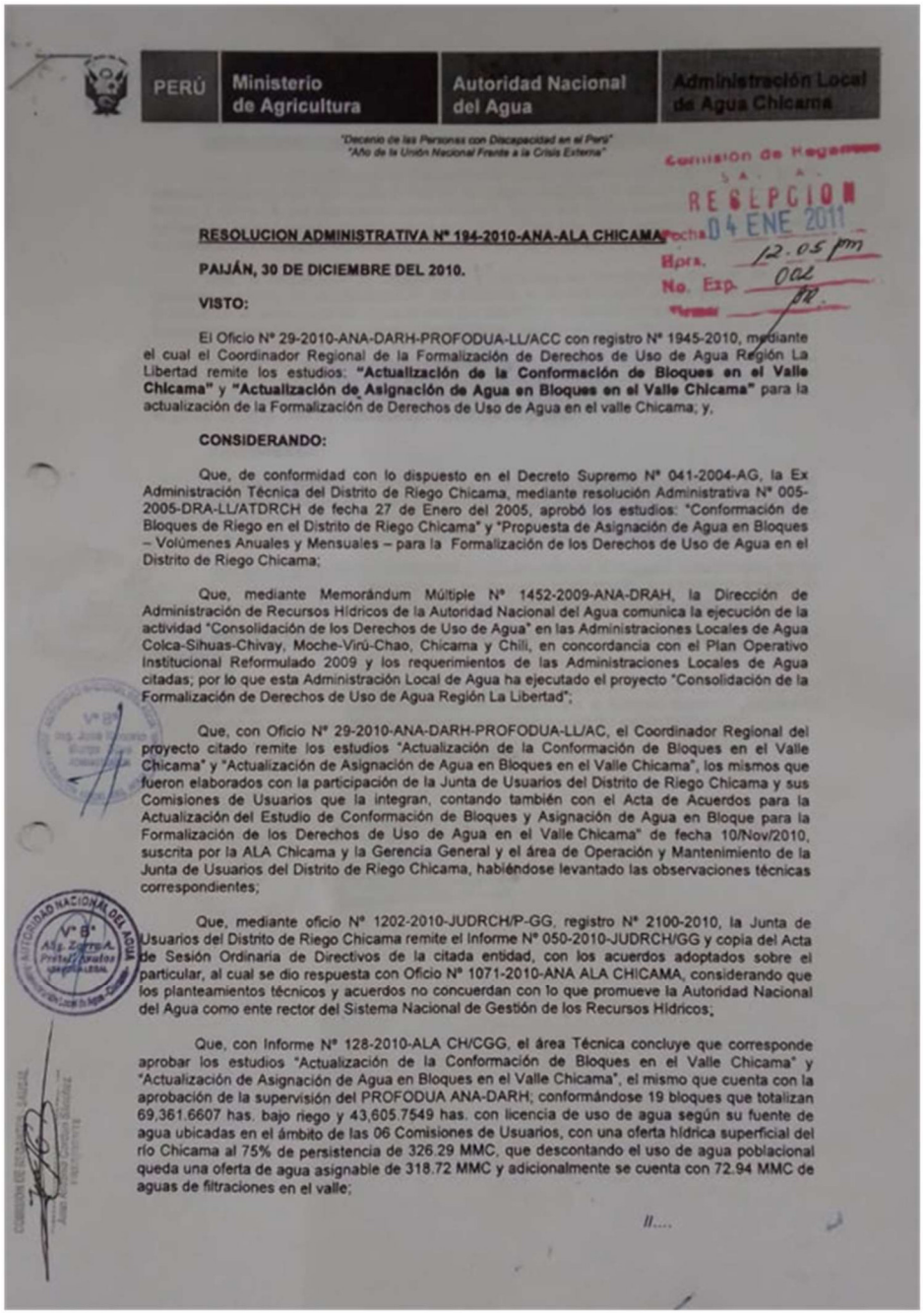
Villón Béjar, M. G. (2008). *Hidráulica de canales.* Editorial Tecnológica de Costa Rica.

9. ANEXOS

9.1. Anexo A: Reglamentos, normas y resoluciones

Figura A 1

Resolución Administrativa N° 194-210-ANA-ALA-CHICAMA-LA LIBERTAD (pp.1)



PERÚ | Ministerio de Agricultura | Autoridad Nacional del Agua | Administración Local de Agua Chicama

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Comisión de Regantes S.A.A.
RECEPCION
Fecha 04 ENE 2011
Hora. 12.05 pm
No. Exp. 002

RESOLUCION ADMINISTRATIVA Nº 194-2010-ANA-ALA CHICAMA

PAIJÁN, 30 DE DICIEMBRE DEL 2010.

VISTO:

El Oficio Nº 29-2010-ANA-DARH-PROFODUA-LL/ACC con registro Nº 1945-2010, mediante el cual el Coordinador Regional de la Formalización de Derechos de Uso de Agua Región La Libertad remite los estudios: **"Actualización de la Conformación de Bloques en el Valle Chicama"** y **"Actualización de Asignación de Agua en Bloques en el Valle Chicama"** para la actualización de la Formalización de Derechos de Uso de Agua en el valle Chicama; y,

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo dispuesto en el Decreto Supremo Nº 041-2004-AG, la Ex Administración Técnica del Distrito de Riego Chicama, mediante resolución Administrativa Nº 005-2005-DRA-LL/ATDRCH de fecha 27 de Enero del 2005, aprobó los estudios: "Conformación de Bloques de Riego en el Distrito de Riego Chicama" y "Propuesta de Asignación de Agua en Bloques – Volúmenes Anuales y Mensuales – para la Formalización de los Derechos de Uso de Agua en el Distrito de Riego Chicama;

Que, mediante Memorándum Múltiple Nº 1452-2009-ANA-DRAH, la Dirección de Administración de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua comunica la ejecución de la actividad "Consolidación de los Derechos de Uso de Agua" en las Administraciones Locales de Agua Colca-Sihuas-Chivay, Moche-Virú-Chao, Chicama y Chili, en concordancia con el Plan Operativo Institucional Reformulado 2009 y los requerimientos de las Administraciones Locales de Agua citadas; por lo que esta Administración Local de Agua ha ejecutado el proyecto "Consolidación de la Formalización de Derechos de Uso de Agua Región La Libertad";

Que, con Oficio Nº 29-2010-ANA-DARH-PROFODUA-LL/AC, el Coordinador Regional del proyecto citado remite los estudios "Actualización de la Conformación de Bloques en el Valle Chicama" y "Actualización de Asignación de Agua en Bloques en el Valle Chicama", los mismos que fueron elaborados con la participación de la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chicama y sus Comisiones de Usuarios que la integran, contando también con el Acta de Acuerdos para la Actualización del Estudio de Conformación de Bloques y Asignación de Agua en Bloque para la Formalización de los Derechos de Uso de Agua en el Valle Chicama" de fecha 10/Nov/2010, suscrita por la ALA Chicama y la Gerencia General y el área de Operación y Mantenimiento de la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chicama, habiéndose levantado las observaciones técnicas correspondientes;

Que, mediante oficio Nº 1202-2010-JUDRCH/P-GG, registro Nº 2100-2010, la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chicama remite el Informe Nº 050-2010-JUDRCH/GG y copia del Acta de Sesión Ordinaria de Directivos de la citada entidad, con los acuerdos adoptados sobre el particular, al cual se dio respuesta con Oficio Nº 1071-2010-ANA ALA CHICAMA, considerando que los planteamientos técnicos y acuerdos no concuerdan con lo que promueve la Autoridad Nacional del Agua como ente rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos;

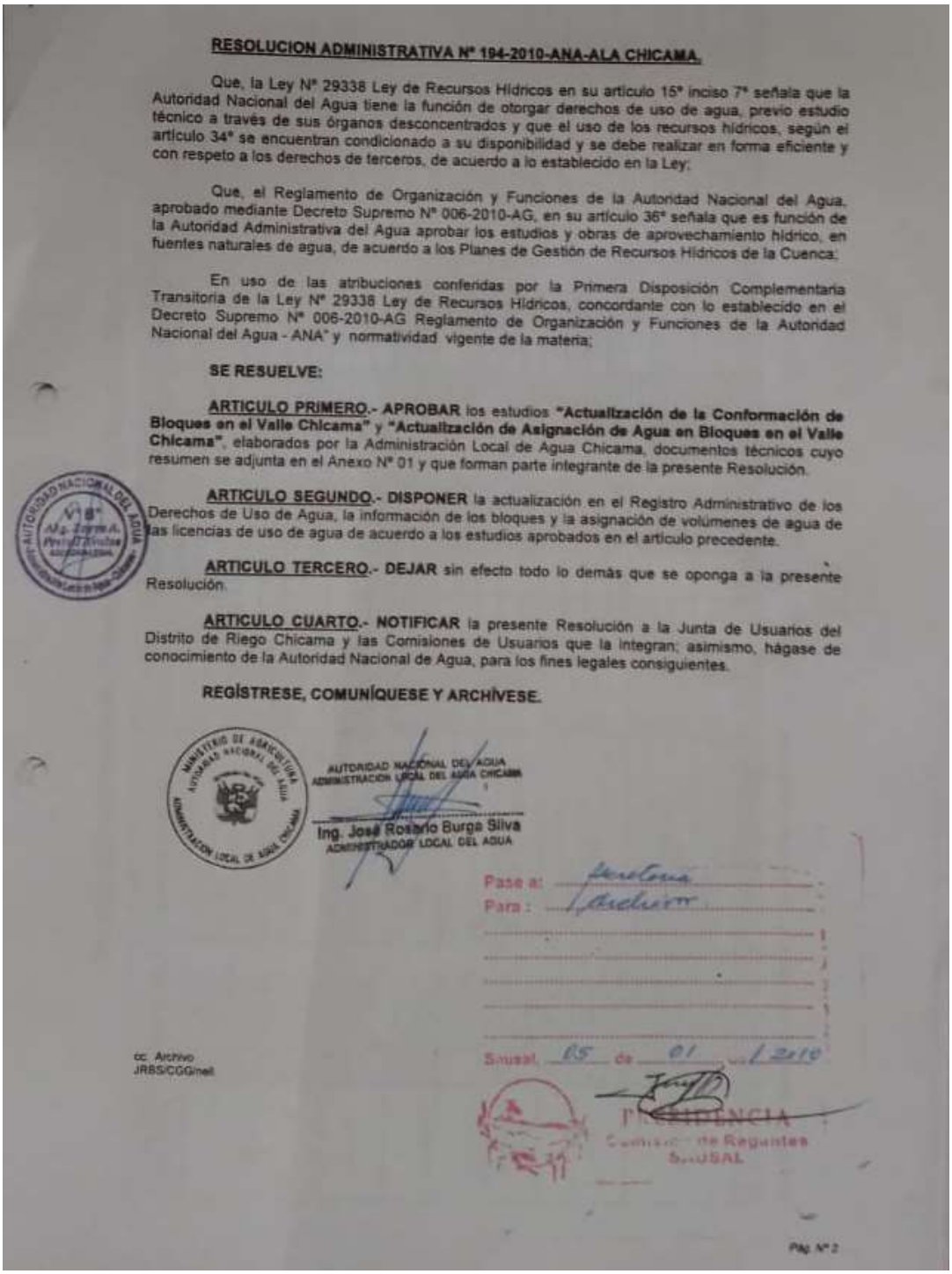
Que, con Informe Nº 128-2010-ALA CH/CGG, el área Técnica concluye que corresponde aprobar los estudios "Actualización de la Conformación de Bloques en el Valle Chicama" y "Actualización de Asignación de Agua en Bloques en el Valle Chicama", el mismo que cuenta con la aprobación de la supervisión del PROFODUA ANA-DARH; conformándose 19 bloques que totalizan 69,361.6607 has. bajo riego y 43,605.7549 has. con licencia de uso de agua según su fuente de agua ubicadas en el ámbito de las 06 Comisiones de Usuarios, con una oferta hídrica superficial del río Chicama al 75% de persistencia de 326.29 MMC, que descontando el uso de agua poblacional queda una oferta de agua asignable de 318.72 MMC y adicionalmente se cuenta con 72.94 MMC de aguas de filtraciones en el valle;

II....

Nota: Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

Figura A 2

Resolución Administrativa N° 194-210-ANA-ALA-CHICAMA-LA LIBERTAD (pp.2)



RESOLUCION ADMINISTRATIVA Nº 194-2010-ANA-ALA CHICAMA.

Que, la Ley Nº 29338 Ley de Recursos Hídricos en su artículo 15º inciso 7º señala que la Autoridad Nacional del Agua tiene la función de otorgar derechos de uso de agua, previo estudio técnico a través de sus órganos desconcentrados y que el uso de los recursos hídricos, según el artículo 34º se encuentran condicionado a su disponibilidad y se debe realizar en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo a lo establecido en la Ley;

Que, el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado mediante Decreto Supremo Nº 006-2010-AG, en su artículo 36º señala que es función de la Autoridad Administrativa del Agua aprobar los estudios y obras de aprovechamiento hídrico, en fuentes naturales de agua, de acuerdo a los Planes de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca;

En uso de las atribuciones conferidas por la Primera Disposición Complementaria Transitoria de la Ley Nº 29338 Ley de Recursos Hídricos, concordante con lo establecido en el Decreto Supremo Nº 006-2010-AG Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua - ANA" y normatividad vigente de la materia;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR los estudios **"Actualización de la Conformación de Bloques en el Valle Chicama"** y **"Actualización de Asignación de Agua en Bloques en el Valle Chicama"**, elaborados por la Administración Local de Agua Chicama, documentos técnicos cuyo resumen se adjunta en el Anexo Nº 01 y que forman parte integrante de la presente Resolución.

ARTICULO SEGUNDO.- DISPONER la actualización en el Registro Administrativo de los Derechos de Uso de Agua, la información de los bloques y la asignación de volúmenes de agua de las licencias de uso de agua de acuerdo a los estudios aprobados en el artículo precedente.

ARTICULO TERCERO.- DEJAR sin efecto todo lo demás que se oponga a la presente Resolución.

ARTICULO CUARTO.- NOTIFICAR la presente Resolución a la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Chicama y las Comisiones de Usuarios que la integran; asimismo, hágase de conocimiento de la Autoridad Nacional de Agua, para los fines legales consiguientes.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACION LOCAL DEL AGUA CHICAMA
Ing. José Rosario Burga Silva
ADMINISTRADOR LOCAL DEL AGUA

Pase a: ...
Para : ...

Sausal, 05 de 01 ... 2010

1ª ASISTENCIA
Comisión de Regantes
SAUSAL

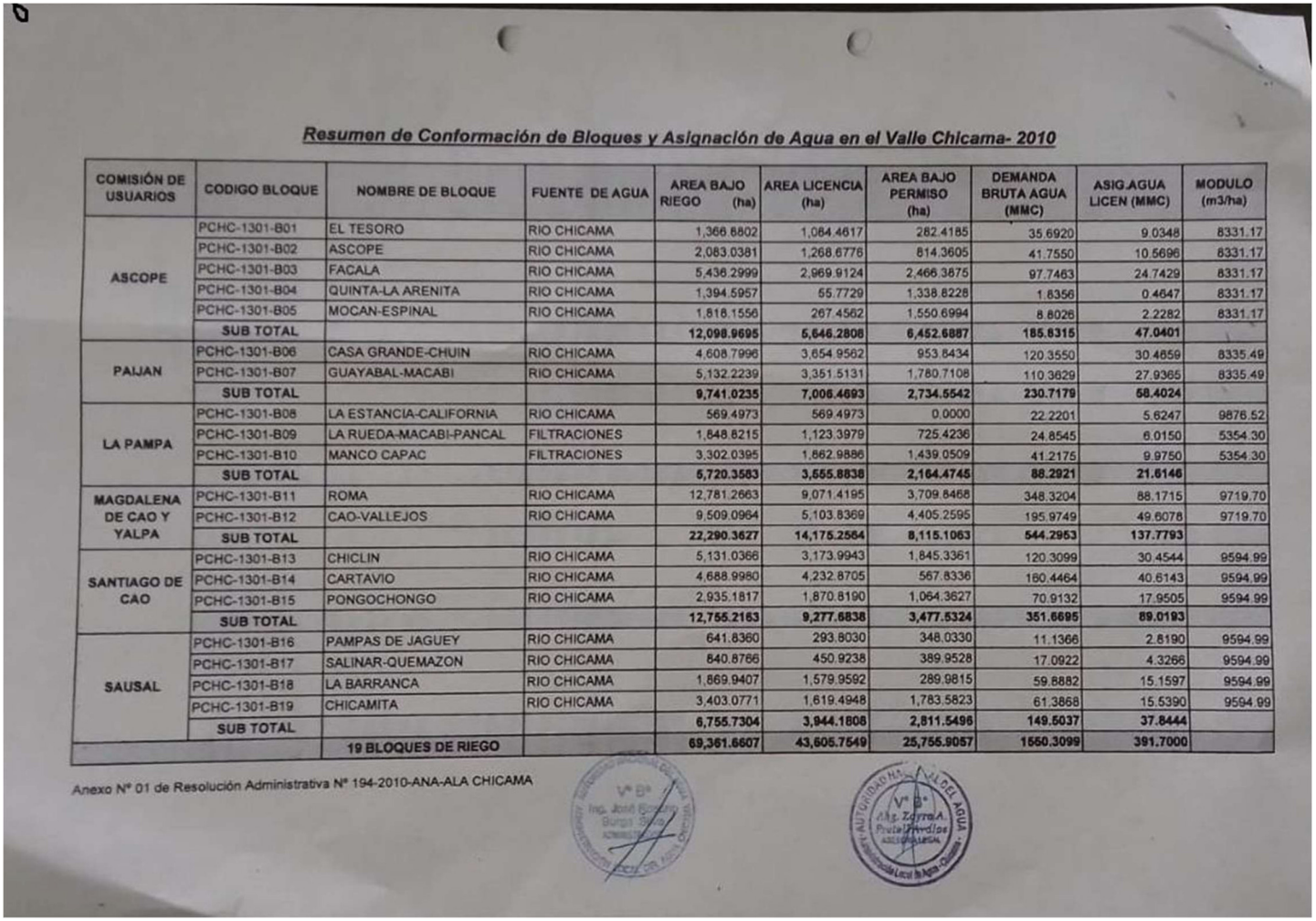
cc. Archivo
JRBS/CGG/nell

Pág. Nº 2

Nota: Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

Figura A 3

Resolución Administrativa N° 194-210-ANA-ALA-CHICAMA-LA LIBERTAD (pp.2)



Resumen de Conformación de Bloques y Asignación de Agua en el Valle Chicama- 2010

COMISIÓN DE USUARIOS	CODIGO BLOQUE	NOMBRE DE BLOQUE	FUENTE DE AGUA	AREA BAJO RIEGO (ha)	AREA LICENCIA (ha)	AREA BAJO PERMISO (ha)	DEMANDA BRUTA AGUA (MMC)	ASIG.AGUA LICEN (MMC)	MODULO (m3/ha)
ASCOPE	PCHC-1301-B01	EL TESORO	RIO CHICAMA	1,366.8802	1,084.4617	282.4185	35.6920	9.0348	8331.17
	PCHC-1301-B02	ASCOPE	RIO CHICAMA	2,083.0381	1,268.6776	814.3605	41.7550	10.5696	8331.17
	PCHC-1301-B03	FACALA	RIO CHICAMA	5,436.2999	2,969.9124	2,466.3875	97.7463	24.7429	8331.17
	PCHC-1301-B04	QUINTA-LA ARENITA	RIO CHICAMA	1,394.5957	55.7729	1,338.8228	1.8356	0.4647	8331.17
	PCHC-1301-B05	MOCAN-ESPINAL	RIO CHICAMA	1,818.1556	267.4562	1,550.6994	8.8026	2.2282	8331.17
	SUB TOTAL			**12,098.9695**	**5,646.2808**	**6,452.6887**	**185.8315**	**47.0401**	
PAIJAN	PCHC-1301-B06	CASA GRANDE-CHUIN	RIO CHICAMA	4,608.7996	3,654.9562	953.8434	120.3550	30.4859	8335.49
	PCHC-1301-B07	GUAYABAL-MACABI	RIO CHICAMA	5,132.2239	3,351.5131	1,780.7108	110.3629	27.9365	8335.49
	SUB TOTAL			**9,741.0235**	**7,006.4693**	**2,734.5542**	**230.7179**	**58.4024**	
LA PAMPA	PCHC-1301-B08	LA ESTANCIA-CALIFORNIA	RIO CHICAMA	569.4973	569.4973	0.0000	22.2201	5.6247	9876.52
	PCHC-1301-B09	LA RUEDA-MACABI-PANCAL	FILTRACIONES	1,848.8215	1,123.3979	725.4236	24.8545	6.0150	5354.30
	PCHC-1301-B10	MANCO CAPAC	FILTRACIONES	3,302.0395	1,862.9886	1,439.0509	41.2175	9.9750	5354.30
	SUB TOTAL			**5,720.3583**	**3,555.8838**	**2,164.4745**	**88.2921**	**21.6146**	
MAGDALENA DE CAO Y YALPA	PCHC-1301-B11	ROMA	RIO CHICAMA	12,781.2663	9,071.4195	3,709.8468	348.3204	88.1715	9719.70
	PCHC-1301-B12	CAO-VALLEJOS	RIO CHICAMA	9,509.0964	5,103.8369	4,405.2595	195.9749	49.6078	9719.70
	SUB TOTAL			**22,290.3627**	**14,175.2564**	**8,115.1063**	**544.2953**	**137.7793**	
SANTIAGO DE CAO	PCHC-1301-B13	CHICLIN	RIO CHICAMA	5,131.0366	3,173.9943	1,845.3361	120.3099	30.4544	9594.99
	PCHC-1301-B14	CARTAVIO	RIO CHICAMA	4,688.9980	4,232.8705	567.8336	160.4464	40.6143	9594.99
	PCHC-1301-B15	PONGOCHONGO	RIO CHICAMA	2,935.1817	1,870.8190	1,064.3627	70.9132	17.9505	9594.99
	SUB TOTAL			**12,755.2163**	**9,277.6838**	**3,477.5324**	**351.6695**	**89.0193**	
SAUSAL	PCHC-1301-B16	PAMPAS DE JAGUEY	RIO CHICAMA	641.8360	293.8030	348.0330	11.1366	2.8190	9594.99
	PCHC-1301-B17	SALINAR-QUEMAZON	RIO CHICAMA	840.8766	450.9238	389.9528	17.0922	4.3266	9594.99
	PCHC-1301-B18	LA BARRANCA	RIO CHICAMA	1,869.9407	1,579.9592	289.9815	59.8882	15.1597	9594.99
	PCHC-1301-B19	CHICAMITA	RIO CHICAMA	3,403.0771	1,619.4948	1,783.5823	61.3868	15.5390	9594.99
	SUB TOTAL			**6,755.7304**	**3,944.1808**	**2,811.5496**	**149.5037**	**37.8444**	
		19 BLOQUES DE RIEGO		**69,361.6607**	**43,605.7549**	**25,755.9057**	**1550.3099**	**391.7000**	

Anexo N° 01 de Resolución Administrativa N° 194-2010-ANA-ALA CHICAMA

Nota: Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

Tabla A 1

Asignación de la demanda de agua por bloques de riego del valle Chicama en millones de metros cúbicos (Parte 1)

Comisión de usuarios	Código de bloque	Nombre de bloque	Fuente de agua	Área bajo riego (ha)	Área Licencia (ha)	Área bajo permiso (ha)	Demanda bruta de agua (MMC)	Asignación de agua licencia (MMC)	Módulo (m3/ha)
Ascope	PCHC-1301-801	El Tesoro	Río Chicama	1366.8802	1084.4617	282.4185	35.692	9.0348	8331.17
	PCHC-1301-802	Ascope	Río Chicama	2083.0381	1268.6776	814.3605	41.755	10.5696	8331.17
	PCHC-1301-803	Facalá	Río Chicama	5436.2999	2969.9124	2466.3875	97.7463	24.7428	8331.17
	PCHC-1301-804	Quinta La Arenita	Río Chicama	1394.5957	55.7729	1338.8228	1.8356	0.4647	8331.17
	PCHC-1301-805	Mocan-Espinal	Río Chicama	1818.1556	267.4562	1550.6994	8.8026	2.2282	8331.17
	Subtotal			12098.9695	5646.2808	6452.6887	185.8315	47.0401	
Paiján	PCHC-1301-806	Casagrande-Chuin	Río Chicama	4608.7996	3654.9562	953.8434	120.3550	30.4659	8335.49
	PCHC-1301-807	Guayabal-Macabi	Río Chicama	5132.2239	3351.5131	1780.7108	110.3629	27.9365	8335.49
	Subtotal			9741.0235	7006.4693	2734.5542	230.7179	58.4024	

Nota: Adaptado de la Resolución Administrativa N°194-2010-ANA-ALA CHICAMA-LA LIBERTAD (Anexo 1.). Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

Tabla A 2

Asignación de la demanda de agua por bloques de riego del valle Chicama en millones de metros cúbicos (Parte 2)

Comisión de usuarios	Código de bloque	Nombre de bloque	Fuente de agua	Área bajo riego (ha)	Área Licencia (ha)	Área bajo permiso (ha)	Demanda bruta de agua (MMC)	Asignación de agua licencia (MMC)	Módulo (m3/ha)
La Pampa	PCHC-1301-808	La Estancia-California	Río Chicama	569.4973	569.4973	0.0000	22.2201	5.6247	9876.52
	PCHC-1301-809	La Rueda-Macabi-Pancal	Filtraciones	1848.8215	1123.3979	725.4236	24.8545	6.0150	5354.30
	PCHC-1301-810	Manco Cápac	Filtraciones	3302.0395	1862.9886	1439.0509	41.2175	9.9750	5354.30
	Subtotal			5720.3583	3555.8838	2164.4745	88.2921	21.6147	
Magdalena de Cao y Yalpa	PCHC-1301-811	Roma	Río Chicama	12781.2663	9071.4195	3709.8468	348.3204	88.1715	9719.70
	PCHC-1301-812	Cao-Vallejos	Río Chicama	9509.0964	5103.8369	4405.2595	195.9749	49.6078	9719.70
	Subtotal			22290.3627	14175.2564	8115.1063	544.2953	137.7792	

Nota: Adaptado de la Resolución Administrativa N°194-2010-ANA-ALA CHICAMA-LA LIBERTAD (Anexo 1.). Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

Tabla A 3

Asignación de la demanda de agua por bloques de riego del valle Chicama en millones de metros cúbicos (Parte 3)

Comisión de usuarios	Código de bloque	Nombre de bloque	Fuente de agua	Área bajo riego (ha)	Área Licencia (ha)	Área bajo permiso (ha)	Demanda bruta de agua (MMC)	Asignación de agua licencia (MMC)	Módulo (m3/ha)
Santiago de Cao	PCHC-1301-813	Chiclín	Río Chicama	5131.0366	3173.9943	1845.3361	120.3099	30.4544	9594.99
	PCHC-1301-814	Cartavio	Río Chicama	4688.998	4232.8705	567.8336	160.4464	40.6144	9594.99
	PCHC-1301-815	Pongochongo	Río Chicama	2935.1817	1870.819	1064.3627	70.9132	17.9505	9594.99
	Subtotal			12755.2163	9277.6838	3477.5324	351.6695	89.0193	
Sausal	PCHC-1301-816	Pampas de Jagüey	Río Chicama	641.8360	293.8030	348.0330	11.1366	2.8190	9594.99
	PCHC-1301-817	Salinar-Quemazón	Río Chicama	840.8766	450.9238	389.9528	17.0922	4.3266	9594.99
	PCHC-1301-818	La Barranca	Río Chicama	1869.9407	1579.9592	289.9815	59.8882	15.1597	9594.99
	PCHC-1301-819	Chicamita	Río Chicama	3403.0771	1619.4948	1783.5823	61.3868	15.5390	9594.99
	Subtotal			6755.7304	3944.1808	2811.5496	149.5038	37.8444	
Total: 19 Bloques de Riego				**69361.6607**	**43605.7549**	**25755.9057**	**1550.3099**	**391.7000**	

Nota: Adaptado de la Resolución Administrativa N°194-2010-ANA-ALA CHICAMA-LA LIBERTAD (Anexo 1.). Información brindada por la Comisión de Usuarios del sector La Barranca.

9.2. Anexo B: Información de la topografía

Figura B 1

Ficha técnica de la estación total SUNWAY ATS 120 R

SPECIFICATIONS

Model	ATS-120R3	ATS-120L6	ATS-120L8	ATS-120L10
Angle Measurement				
Measurement Method	Absolute Encoding			
Minimun Readout	1"			
Accuracy	2"			
Telescope				
Magnification	30X			
Field of View	1°30'			
Minimum Fousing Distance	1.5m			
Reticle	Illuminated			
Compensator				
System	Single-axis liquid tilt sensor/Dual-axis(optional)			
Working Range	±3'			
Accuracy	1"			
Distance Measurement (with Reflector)				
Single Prism (Under general/good conditions)	2500m/3000m	4000m/5000m		
Reflective Sheet	800m	1000m		
Accuracy	2mm+2ppm			
Measuring Time(Fine/Tracking)	1s/0.5s	0.8s/0.4s	0.8s/0.3s	
Distance Measurement (Reflectorless)				
Reflectorless Range (Calculated by Kodak Gray Card white side with 90% reflective)	350m	600m	800m	1000m
Accuracy	3mm+2ppm			
Measuring Time	1.5s			
Communication				
Internal Data Memory	Approx.20000 Points/SD Card			
Interface	Standard RS232,Mini-B,USB pen drive			
Data Collector	PDA (Optional)			
Data Transfer and Processing Software	Geomatic Office			
Operation				
System	Real-time Operating System			
Disply	High resolution backlight black and white display with contrast adjustment/Graphics 192x96 pixels			
Keyboard	2 sides Alphanumeric backlit crystal keyboard			
Laser Plummet				
Type	Laer point,4 brightness levels adjustment/Optical plummet(optional)			
Centering Accuracy	1mm at 1.5m insturument height			
Environmental				
Operating Temperature	-20℃- +50℃(-4F to +122F)			
Storage Temperature	-40℃- +70℃(-40F to +158F)			
Temperature&Pressure	Manual input			
Dust&Water Proof (IEC60529 Standard)	IP55			
Power Supply				
Battery Type	Li-ion battery			
Voltage/Capacity	ZBA-400:7.4V(DC)/3000mAh			
Operating Time With ZBA-400	Optimal 16 hours(Continuous angle measurement every 30 seconds)/10 hours(Typical)			
Measuring Times	Approx.12000 times			

The name and address of the manufacturer:
Suzhou Sunway Technology Co., Ltd.
Address: NO.892 Wusong Road, Guo Xiang street ,Wuzhong District, Suzhou City, Jiangsu Province, China.
Phone: 0512-82288890 Ext:8012
Fax: 0512-82288891

Nota: Extraído de https://geomasgroup.com/index.php/productos/estaciones-totales/sunway-ats-120r

Tabla B 1

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 1)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
1	721413.20	9146275.09	286.09	EST-A
2	720951.93	9145967.62	281.39	B
3	721308.07	9146569.95	286.84	C
4	720951.93	9145967.62	281.39	EST-B
5	721308.07	9146569.95	286.84	C
6	721413.20	9146275.09	286.09	A
7	721308.07	9146569.95	286.84	EST-C
8	721413.20	9146275.09	286.09	A
9	720951.93	9145967.62	281.39	B
10	721418.90	9146202.28	284.93	BM-1
11	721418.90	9146202.28	284.93	BM-1
12	721418.90	9146202.28	284.93	BM-1
13	721418.90	9146202.28	284.93	3
14	721418.90	9146202.28	284.93	4
15	721416.97	9146282.51	286.05	5
16	721416.97	9146282.51	286.05	6
17	721416.97	9146282.51	286.04	7
18	721411.81	9146285.63	284.57	8
19	721424.16	9146297.78	284.70	9
20	721427.44	9146294.34	285.97	10
21	721438.73	9146308.45	285.90	11
22	721436.17	9146311.03	284.83	12
23	721447.38	9146323.61	284.85	13
24	721450.30	9146321.98	285.71	14
25	721460.79	9146334.79	285.53	15
26	721458.56	9146337.07	284.84	16
27	721469.25	9146350.04	285.04	17
28	721471.23	9146347.85	285.56	18
29	721482.36	9146360.84	285.60	19
30	721479.51	9146363.14	285.07	20
31	721485.79	9146371.31	285.14	21
32	721487.44	9146370.72	285.69	22
33	721487.44	9146370.72	285.69	23
34	721491.35	9146374.15	285.76	24
35	721493.99	9146361.57	285.87	25
36	721484.76	9146347.81	286.29	26
37	721484.87	9146335.46	285.26	27
38	721489.27	9146327.68	286.40	28
39	721486.69	9146309.61	283.50	RELL
40	721491.91	9146326.98	283.65	RELL
41	721511.00	9146324.92	284.05	RELL
42	721459.32	9146250.28	283.95	RELL
43	721497.02	9146298.26	283.99	RELL
44	721552.16	9146354.97	283.56	RELL
45	721484.65	9146311.16	286.31	29
46	721473.98	9146298.46	286.30	30
47	721462.04	9146293.52	287.21	31
48	721446.05	9146279.20	286.34	32
49	721453.14	9146273.23	284.34	33
50	721427.70	9146256.04	286.26	34

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 2

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 2)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
51	721419.95	9146247.17	286.15	35
52	721406.78	9146231.21	286.09	36
53	721395.62	9146215.84	285.85	37
54	721377.34	9146205.99	284.42	38
55	721374.50	9146211.63	285.77	39
56	721360.29	9146188.65	285.10	40
57	721343.59	9146180.93	285.07	41
58	721340.30	9146186.53	285.09	42
59	721344.57	9146197.54	284.80	43
60	721337.22	9146195.64	285.30	44
61	721336.16	9146208.49	285.24	45
62	721335.36	9146215.30	285.20	46
63	721370.15	9146241.30	285.66	47
64	721368.57	9146244.24	284.49	48
65	721379.96	9146246.55	285.96	49
66	721378.11	9146232.98	285.84	50
67	721375.24	9146221.40	285.77	51
68	721379.77	9146249.09	285.97	52
69	721377.32	9146252.83	284.60	53
70	721388.36	9146262.72	284.53	54
71	721391.74	9146258.01	286.17	55
72	721402.57	9146267.33	286.19	56
73	721397.70	9146271.99	284.43	57
74	721407.48	9146281.37	284.67	58
75	721387.38	9146240.32	285.96	59
76	721397.61	9146249.19	285.95	60
77	721417.97	9146268.60	285.92	61
78	721438.21	9146292.72	286.02	62
79	721458.42	9146318.16	285.91	63
80	721427.74	9146305.89	283.05	64
81	721411.05	9146292.44	282.27	65
82	721392.69	9146274.33	282.33	66
83	721392.69	9146274.33	282.33	67
84	721373.94	9146257.32	282.39	68
85	721340.05	9146232.57	282.35	RELL
86	721333.95	9146223.88	282.35	RELL
87	721383.90	9146268.39	283.19	69
88	721362.57	9146335.04	282.60	70
89	721362.92	9146335.35	282.60	71
90	721337.43	9146196.87	285.27	A1
91	721337.43	9146196.87	285.27	A1
92	721337.43	9146196.87	285.27	A1
93	721337.43	9146196.87	285.27	A1
94	721402.05	9146218.55	284.71	A2
95	721402.05	9146218.55	284.72	A2
96	721402.05	9146218.55	284.71	A2
97	721402.05	9146218.55	284.71	A2
98	721491.37	9146372.04	285.79	A3
99	721491.37	9146372.04	285.79	A3
100	721491.37	9146372.04	285.79	A3

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 3

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 3)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
101	721491.37	9146372.04	285.79	EST-A3
102	721413.20	9146275.09	286.00	A
103	721413.20	9146275.09	286.00	A
104	721413.20	9146275.09	286.00	A
105	721480.74	9146337.98	285.38	85
106	721505.87	9146326.61	282.97	86
107	721494.68	9146356.95	283.88	87
108	721505.16	9146365.78	282.75	88
109	721496.53	9146361.70	282.76	RELL
110	721495.68	9146375.09	282.82	RELL
111	721510.21	9146368.39	285.25	RELL
112	721507.88	9146372.62	285.30	RELL
113	721500.99	9146390.63	283.20	RELL
114	721504.64	9146390.30	285.01	RELL
115	721503.34	9146370.41	282.73	89
116	721498.67	9146383.14	283.19	90
117	721496.20	9146381.52	282.89	91
118	721498.05	9146396.95	283.54	92
119	721491.68	9146379.87	284.19	93
120	721500.16	9146401.33	283.73	94
121	721501.98	9146425.84	282.93	95
122	721497.77	9146422.53	283.47	96
123	721510.20	9146438.62	283.48	97
124	721505.24	9146407.80	283.65	RELL
125	721508.39	9146406.60	285.89	RELL
126	721519.50	9146431.08	283.75	RELL
127	721522.92	9146429.19	286.02	RELL
128	721501.39	9146401.23	284.81	A4 FALLIDO
129	721501.79	9146402.31	284.82	A4 FALLIDO
130	721501.58	9146401.40	284.81	A4 FALLIDO
131	721501.58	9146401.40	284.81	EST-A4 FALLIDO
132	721462.50	9146289.07	285.83	A3 FALLIDO
133	721462.50	9146289.07	285.83	A3 FALLIDO
134	721501.58	9146401.40	284.81	EST-A4 FALLIDO
135	721501.58	9146401.40	284.81	EST-A4 FALLIDO
136	721491.37	9146372.04	285.79	EST-A3 DE NUEVO
137	721413.20	9146275.09	286.01	A DE NUEVO
138	721413.20	9146275.09	286.01	A DE NUEVO
139	721491.37	9146372.04	285.79	EST-A3 DE NUEVO
140	721413.20	9146275.09	286.01	A DE NUEVO
141	721530.35	9146484.49	284.63	A4
142	721530.35	9146484.49	284.63	A4
143	721530.35	9146484.49	284.63	A4
144	721530.35	9146484.49	284.63	A4
145	721530.35	9146484.49	284.63	A4
146	721530.35	9146484.49	284.63	A4
147	721530.35	9146484.49	284.63	EST-A4
148	721491.37	9146372.04	285.79	A3 DIRECCIONADO
149	721530.35	9146484.49	284.63	EST-A4
150	721491.72	9146371.89	285.78	A3

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 4

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 4)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
151	721491.21	9146372.08	285.78	A3
152	721555.03	9146479.49	285.96	A17
153	721550.99	9146482.18	283.69	A18
154	721544.90	9146485.81	283.56	A19
155	721535.48	9146491.63	283.98	A20
156	721584.07	9146538.61	286.46	A21
157	721578.57	9146542.65	284.01	A22
158	721593.46	9146561.14	286.48	A23
159	721602.41	9146584.62	286.51	A24
160	721596.58	9146587.76	284.28	RELL
161	721620.42	9146632.76	286.94	A25
162	721627.03	9146655.91	287.12	A26
163	721619.95	9146659.28	285.30	RELL
164	721639.36	9146704.07	287.24	A27
165	721632.82	9146707.49	285.19	RELL
166	721626.62	9146711.32	285.19	A28
167	721621.40	9146716.19	285.61	A29
168	721604.85	9146681.83	285.21	A30
169	721617.00	9146675.46	285.47	A31
170	721603.44	9146635.78	284.96	A32
171	721603.33	9146635.93	284.96	A33
172	721596.11	9146636.99	284.94	A34
173	721590.42	9146589.51	284.28	A35
174	721591.60	9146572.08	284.44	A36
175	721581.02	9146545.95	284.02	A37
176	721337.43	9146196.87	285.27	EST-A1
177	721413.20	9146275.09	286.08	A
178	721413.20	9146275.09	286.08	A
179	721331.44	9146176.46	281.51	A40
180	721330.09	9146186.83	282.48	A41
181	721324.02	9146177.57	281.43	A42
182	721322.40	9146175.97	280.44	A43
183	721323.57	9146176.56	281.40	A44
184	721320.23	9146176.91	282.59	A45
185	721316.83	9146180.48	282.17	A46
186	721319.54	9146182.06	281.13	A47
187	721324.91	9146183.86	281.86	A48
188	721319.47	9146189.71	281.39	A49
189	721312.99	9146188.09	280.72	A50
190	721312.92	9146188.73	282.26	A51
191	721402.05	9146218.55	284.71	EST-A2
192	721417.55	9146228.14	284.43	A52
193	721462.69	9146275.67	282.55	A53
194	721460.50	9146280.98	284.83	A54
195	721457.91	9146284.61	284.80	A55
196	721444.95	9146254.30	282.60	A56
197	721440.97	9146256.64	284.51	A57
198	721437.87	9146259.70	284.51	A58
199	721424.39	9146230.17	282.73	A59
200	721421.55	9146232.27	284.38	A60

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 5

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 5)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
201	721416.14	9146238.36	284.80	A61
202	721396.17	9146196.31	282.66	A62
203	721393.71	9146198.10	284.32	A63
204	721373.93	9146170.31	282.42	A64
205	721372.07	9146171.52	284.35	A65
206	721365.71	9146167.56	284.41	
207	721348.10	9146165.26	281.91	
208	721347.85	9146156.07	283.01	
209	721338.15	9146156.65	284.47	
210	721330.95	9146158.64	282.91	
211	721317.34	9146144.68	284.09	
212	721314.16	9146148.66	282.09	
213	721392.37	9146206.30	283.97	A66
214	721368.57	9146154.75	281.87	A67
215	721366.27	9146160.24	282.52	A68
216	721363.72	9146160.78	282.32	A69
217	721341.83	9146129.97	283.91	BM-2
218	721341.83	9146129.97	283.93	BM-2
219	721341.83	9146129.97	283.93	BM-2
220	721419.99	9146203.57	283.83	A73
221	721418.90	9146202.28	284.95	BM-1
222	721418.90	9146202.28	284.95	BM-1
223	721418.90	9146202.28	284.95	BM-1
224	721418.90	9146202.28	284.94	BM-1
225	721418.90	9146202.28	284.94	BM-1
226	721418.90	9146202.28	284.94	BM-1
227	721418.90	9146202.28	284.94	BM-1
228	721415.42	9146205.41	282.87	4
229	721415.42	9146205.41	282.87	5
230	721413.58	9146207.48	282.06	6
231	721388.68	9146184.67	281.93	7
232	721388.68	9146184.67	281.93	8
233	721391.48	9146178.12	284.12	RELL
234	721370.06	9146153.79	284.07	RELL
235	721379.42	9146173.13	281.74	9
236	721368.42	9146154.64	281.86	10
237	721360.56	9146145.09	282.34	11
238	721360.56	9146145.09	282.34	12
239	721361.33	9146144.45	284.11	13
240	721357.44	9146148.05	282.77	14
241	721356.46	9146148.71	284.00	RELL
242	721362.25	9146155.78	284.18	15
243	721363.03	9146155.10	282.63	16
244	721366.06	9146152.81	282.03	17
245	721367.37	9146151.53	282.21	18
246	721368.13	9146150.55	284.10	RELL
247	721367.01	9146150.28	282.21	19
248	721353.90	9146133.81	283.67	20
249	721353.90	9146133.81	283.67	21
250	721352.88	9146134.29	282.11	22

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 6

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 6)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
251	721352.88	9146134.29	282.10	23
252	721349.95	9146136.64	282.49	24
253	721349.95	9146136.64	282.49	25
254	721349.92	9146140.23	283.92	26
255	721349.92	9146140.23	283.92	27
256	721341.83	9146129.97	283.93	BM-2
257	721341.83	9146129.97	283.93	BM-2
258	721341.83	9146129.97	283.93	BM-2
259	721343.75	9146129.38	282.05	
260	721345.87	9146128.95	282.05	
261	721349.26	9146128.20	282.05	
262	721343.06	9146129.55	283.80	
263	721350.54	9146127.85	283.80	
264	721337.00	9146114.59	284.04	B
265	721337.00	9146114.59	284.04	B
266	721337.00	9146114.59	284.04	B
267	721337.00	9146114.59	284.04	B
268	721386.97	9146193.88	284.45	A
269	721386.97	9146193.88	284.46	A
270	721386.97	9146193.88	284.45	A
271	721358.50	9146147.44	282.56	38
272	721358.50	9146147.44	282.56	39
273	721349.21	9146137.95	282.45	40
274	721349.21	9146137.95	282.45	41
275	721341.66	9146122.36	283.53	42
276	721342.29	9146122.06	281.98	43
277	721344.43	9146121.23	281.81	44
278	721347.32	9146120.60	282.23	45
279	721348.27	9146119.92	282.83	46
280	721339.62	9146111.49	281.90	RELL
281	721341.49	9146111.24	281.90	RELL
282	721344.27	9146110.81	281.90	RELL
283	721338.85	9146111.66	284.00	RELL
284	721345.66	9146110.66	284.00	RELL
285	721337.28	9146102.97	283.06	47
286	721338.38	9146102.93	281.90	RELL
287	721340.20	9146093.13	281.08	48
288	721340.29	9146102.85	281.88	49
289	721342.56	9146102.80	281.75	50
290	721344.46	9146102.81	283.42	51
291	721337.94	9146084.68	282.78	52
292	721343.46	9146084.89	283.01	RELL
293	721338.57	9146084.70	281.62	53
294	721341.07	9146084.76	281.67	54
295	721342.52	9146084.94	281.66	55
296	721330.65	9146063.91	282.64	56
297	721331.15	9146063.47	281.77	57
298	721333.06	9146062.44	281.60	58
299	721334.55	9146061.18	281.83	59
300	721335.33	9146060.93	282.60	60

Nota: Elaboración propia.

Tabla B 7

Resumen de medición topográfica con estación total (Parte 7)

Punto	Coordenadas		Cota	Descripción
	X	Y	(m.s.n.m)	
301	721329.10	9146056.52	281.75	RELL
302	721330.79	9146056.69	281.75	RELL
303	721332.81	9146056.96	281.75	RELL
304	721328.39	9146056.42	282.70	RELL
305	721333.96	9146057.08	282.70	RELL
306	721331.14	9146045.89	282.79	61
307	721331.26	9146079.35	283.24	62
308	721331.28	9146078.72	283.20	63
309	721332.64	9146041.32	282.71	64
310	721332.14	9146022.16	283.18	C
311	721332.14	9146022.16	283.18	C
312	721332.14	9146022.16	283.18	C
313	721337.00	9146114.59	284.04	B
314	721337.00	9146114.59	284.04	B
315	721337.00	9146114.59	284.04	B
316	721333.71	9146040.60	282.77	71
317	721334.43	9146041.03	281.79	72
318	721334.43	9146041.03	281.79	73
319	721336.22	9146042.04	281.73	74
320	721337.72	9146043.06	281.88	75
321	721339.24	9146043.62	283.00	76
322	721337.01	9146026.65	282.76	77
323	721337.85	9146026.48	282.02	RELL
324	721338.45	9146026.06	282.10	78
325	721341.38	9146025.93	281.71	79
326	721342.08	9146025.66	282.90	RELL
327	721343.63	9146029.71	281.57	80
328	721344.37	9146029.80	282.80	81
329	721327.72	9146008.75	282.67	82
330	721328.32	9146008.48	281.13	83
331	721330.12	9146007.33	280.98	84
332	721331.76	9146006.20	281.29	85
333	721332.34	9146005.86	282.64	86
334	721313.46	9145995.36	283.14	87
335	721314.17	9145994.62	281.27	88
336	721314.17	9145994.62	281.27	89
337	721315.35	9145993.06	281.06	90
338	721316.72	9145991.82	281.08	91
339	721317.04	9145991.32	282.73	92
340	721251.14	9145981.51	283.11	D
341	721251.14	9145981.51	283.11	D
342	721251.14	9145981.51	283.11	D
343	721251.14	9145981.51	283.11	D
344	721332.14	9146022.16	283.17	C
345	721332.14	9146022.16	283.18	C
346	721332.14	9146022.16	283.18	C
347	721332.14	9146022.16	283.18	C
348	721294.15	9145987.49	283.43	101
349	721294.23	9145984.59	283.43	102
350	721293.77	9145985.55	283.38	RELL

Nota: Elaboración propia.

9.3. Anexo C: Planos

Figura C 1 Plano de ubicación la bocatoma La Barranca y sus accesos XVII

Figura C 2 Plano de disposición de materiales de cantera y ubicación de XVIII

Figura C 3 Plano de desvío provisional del río Chicama XIX

Figura C 4 Plano clave del proyecto de tesis XX

Figura C 5 Plano de distribución de las estructuras hidráulicas de captación y conducción ... XXI

Figura C 6 Vista en planta de la bocatoma La Barranca XXII

Figura C 7 Plano de cortes y detalles de la bocatoma La Barranca y sus componentes (Cortes del A-A al G-G) XXIII

Figura C 8 Plano de distribución de armadura de acero en la bocatoma La Barranca (Cortes B-B y C-C) XXIV

Figura C 9 Plano de distribución de armadura de acero en la bocatoma La Barranca (Cortes D-D, E-E y F-F) XXV

Figura C 10 Plano de cortes, detalles y vista en planta del barraje fijo XXVI

Figura C 11 Plano de cortes, detalles y vista en planta del aliviadero lateral XXVII

Figura C 12 Plano de cortes, detalles y vista en planta de una compuerta de izaje XXVIII

Figura C 13 Plano de cortes, detalles y vista en planta de una compuerta radial XXIX

Figura C 14 Perfil longitudinal y secciones transversales del canal de conducción XXX

Figura C 15 Plano de cortes, detalles y vista en planta del aforador Parshall XXXI

Figura C 16 Plano de cortes, detalles y vista en planta de la toma lateral XXXII

Figura C 17 Perfil longitudinal y secciones transversales del canal de aproximación XXXIII

Figura C 18 Plano de topografía del área de estudio..... XXXIV

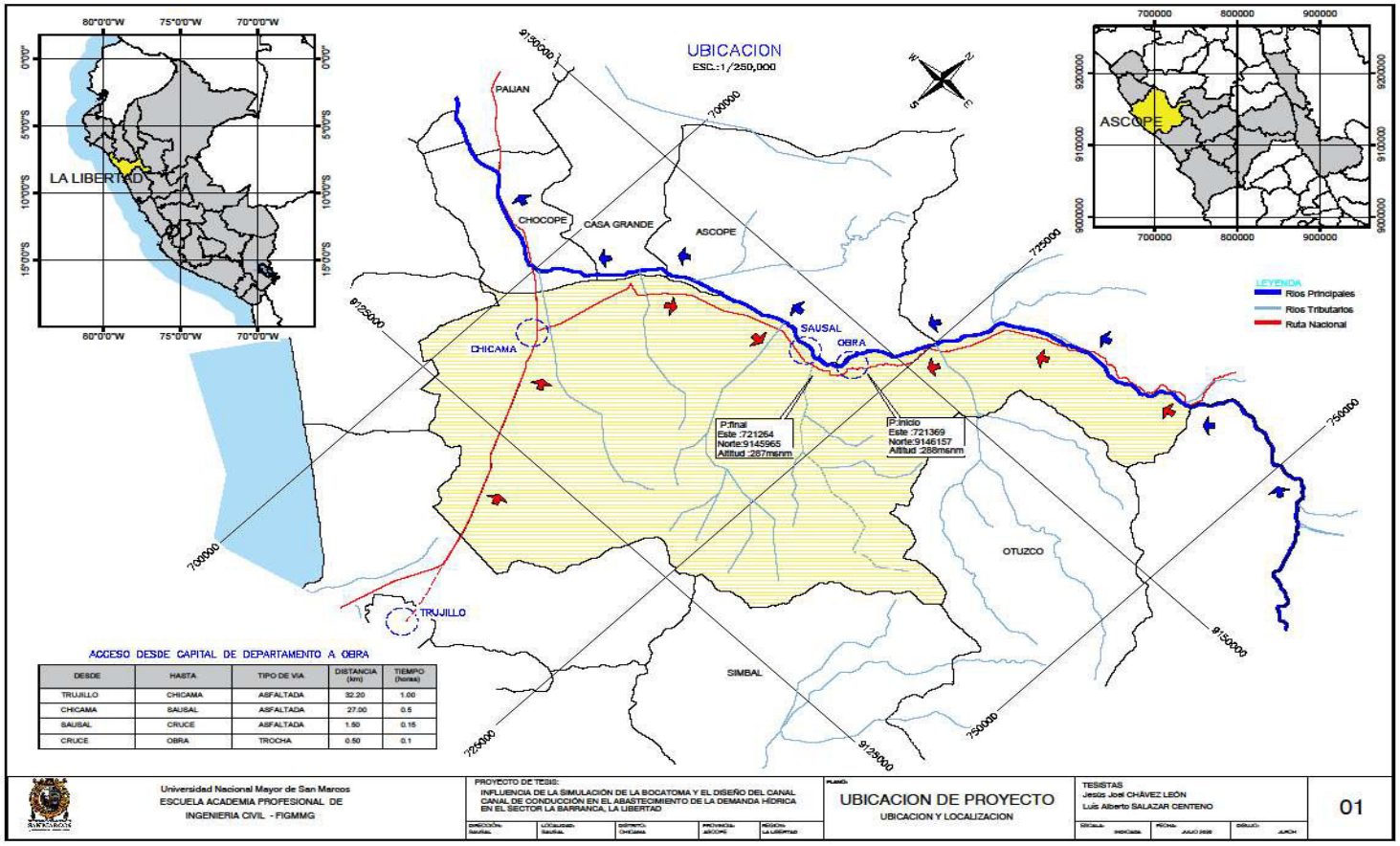
Figura C 19 Plano de rugosidades en el área de estudio, para la simulación del río Chicama en el programa Iber. XXXV

Figura C 20 Vista isométrica del sistema hidráulico de captación y conducción para el sector La Barranca. XXXVI

Figura C 21 Vista en 3D del modelado de las estructuras hidráulicas de captación y conducción para el sector La Barranca..... XXXVII

Figura C 1

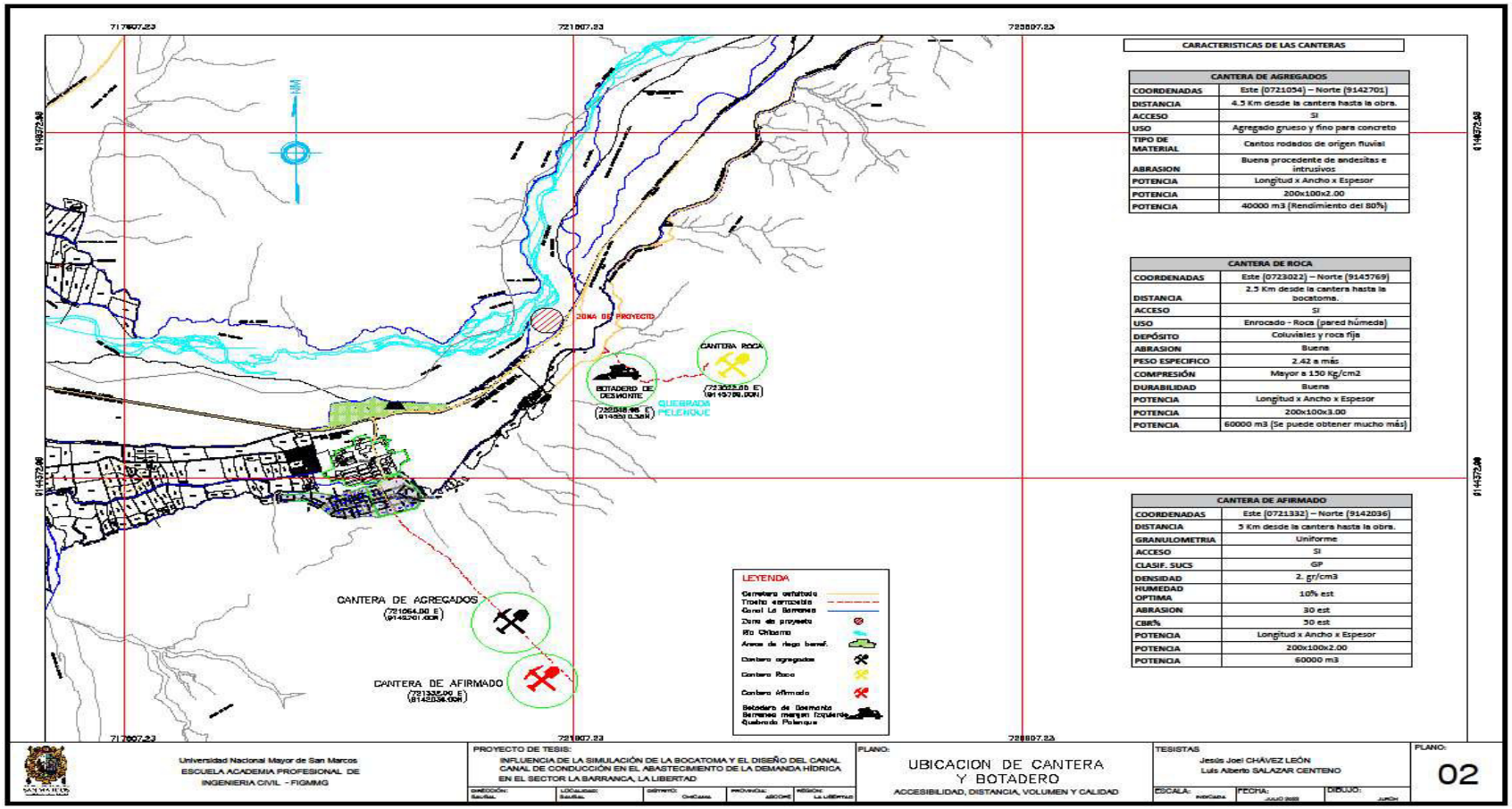
Plano de ubicación la bocatoma La Barranca y sus accesos



Nota: Se muestra las áreas de riego beneficiadas. Elaboración propia.

Figura C 2

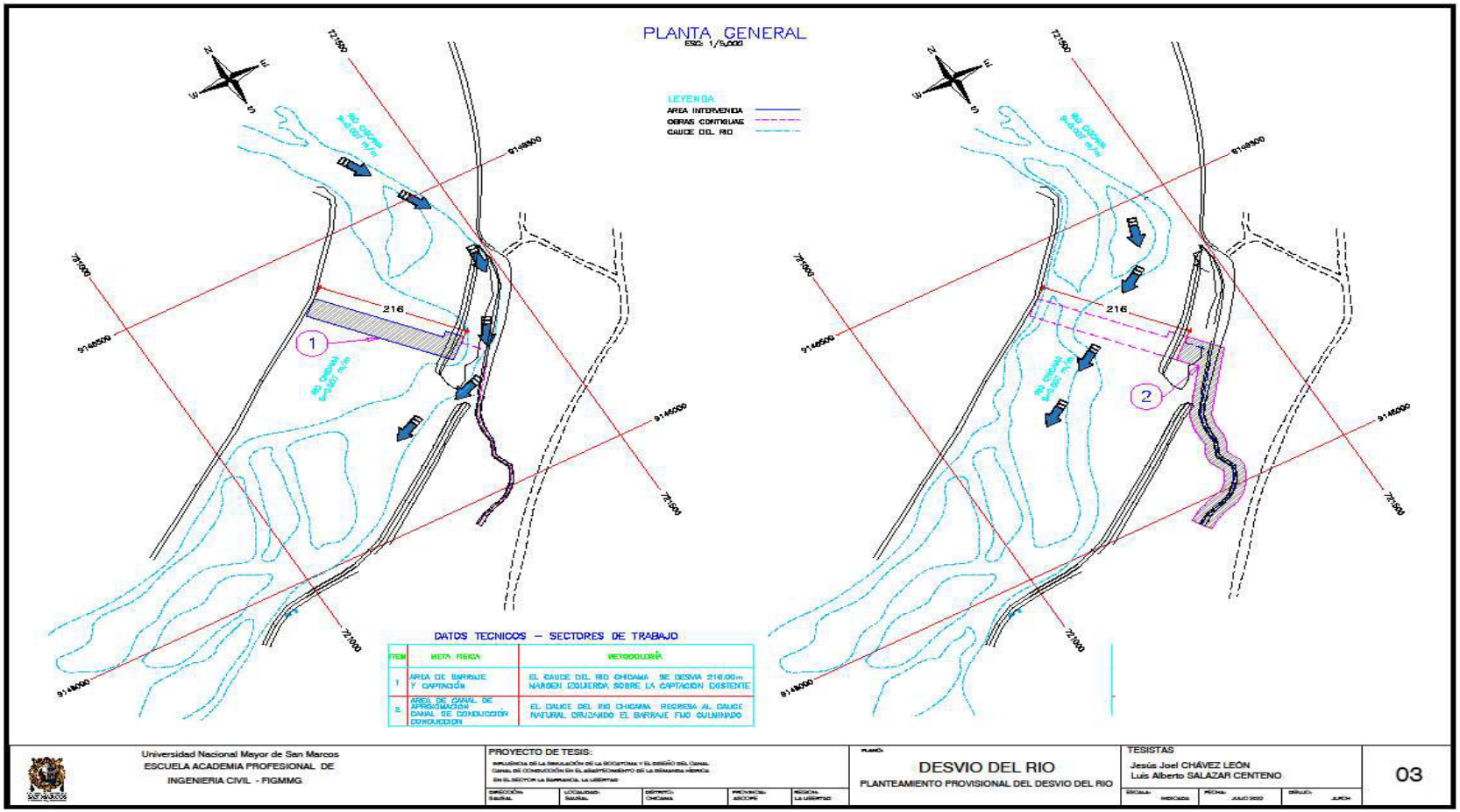
Plano de disposición de materiales de cantera y ubicación de la zona de estudio



Nota: Se muestra en un círculo achurado la ubicación de la bocatoma La Barranca, en el margen izquierdo del río Chicama. Elaboración propia.

Figura C 3

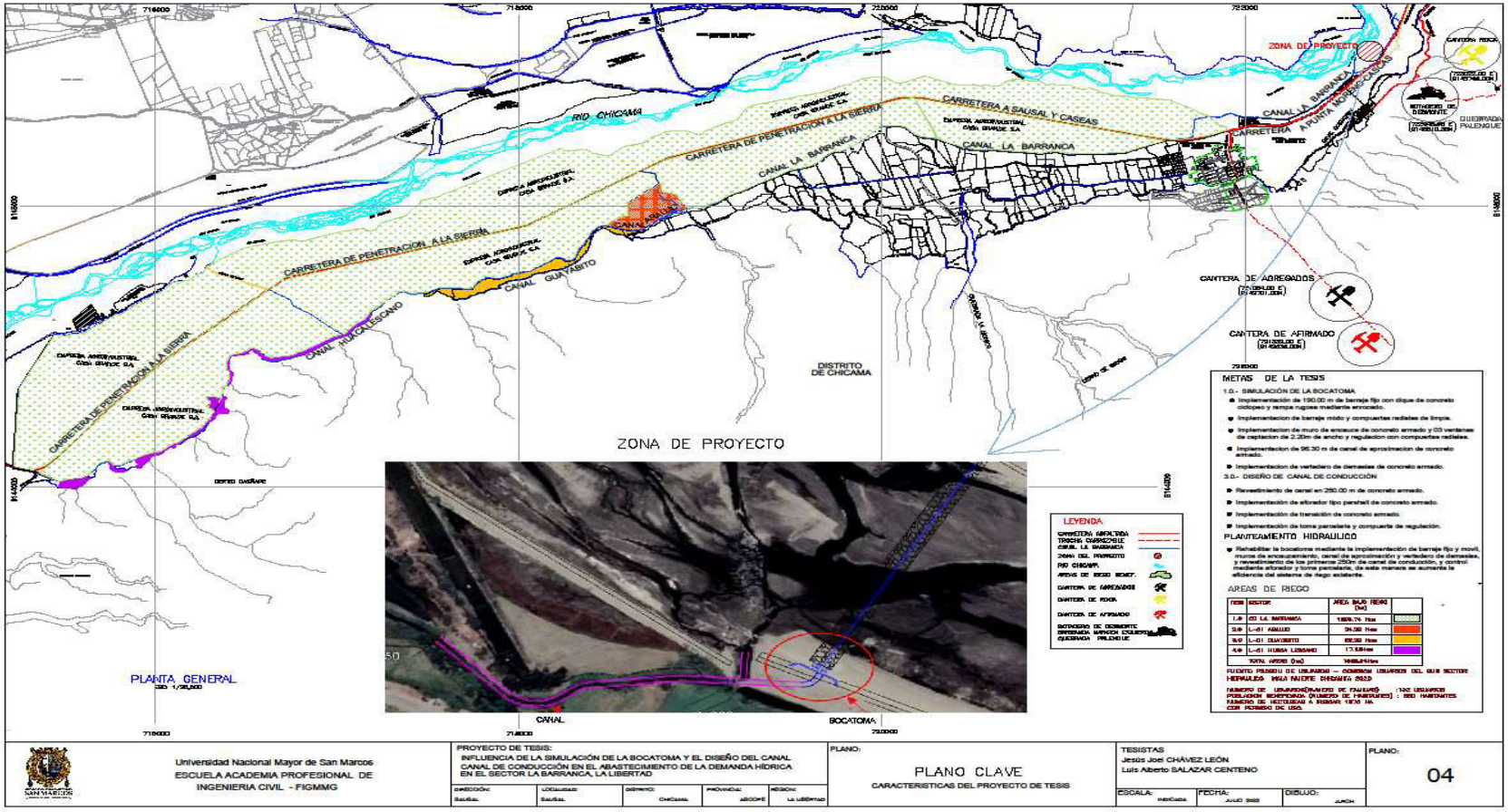
Plano de desvío provisional del río Chicama



Nota: Vista en planta de la ubicación de la bocatoma y el canal de aproximación. Elaboración propia.

Figura C 4

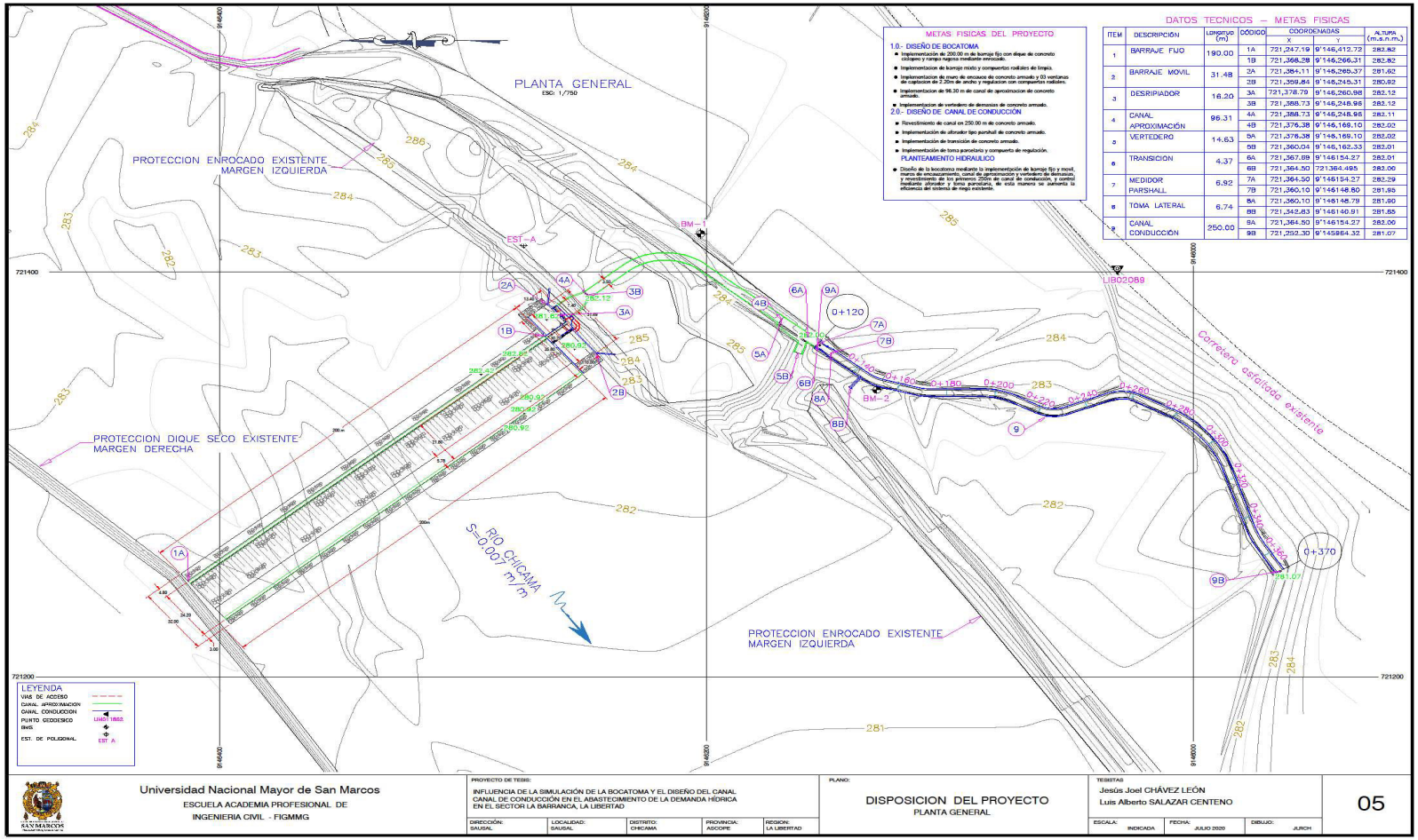
Plano clave del proyecto de tesis



Nota: Se incluyó en el plano una imagen satelital con la ubicación del barraje fijo, barraje móvil, toma y canal de aproximación. Elaboración propia.

Figura C 5

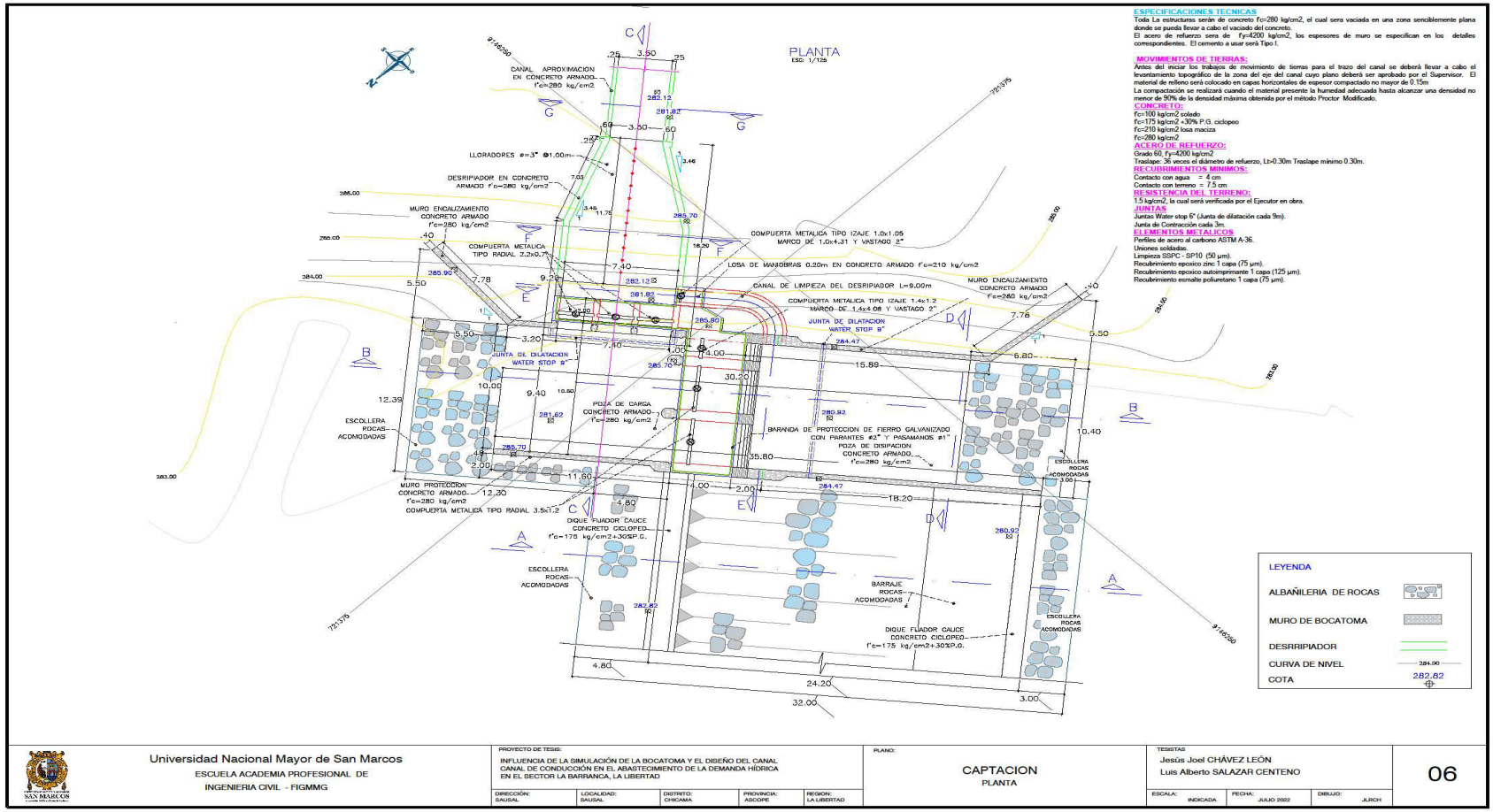
Plano de distribución de las estructuras hidráulicas de captación y conducción



Nota: Se incluyó una tabla de datos técnicos de cada componente del sistema hidráulico diseñado. Elaboración propia.

Figura C 6

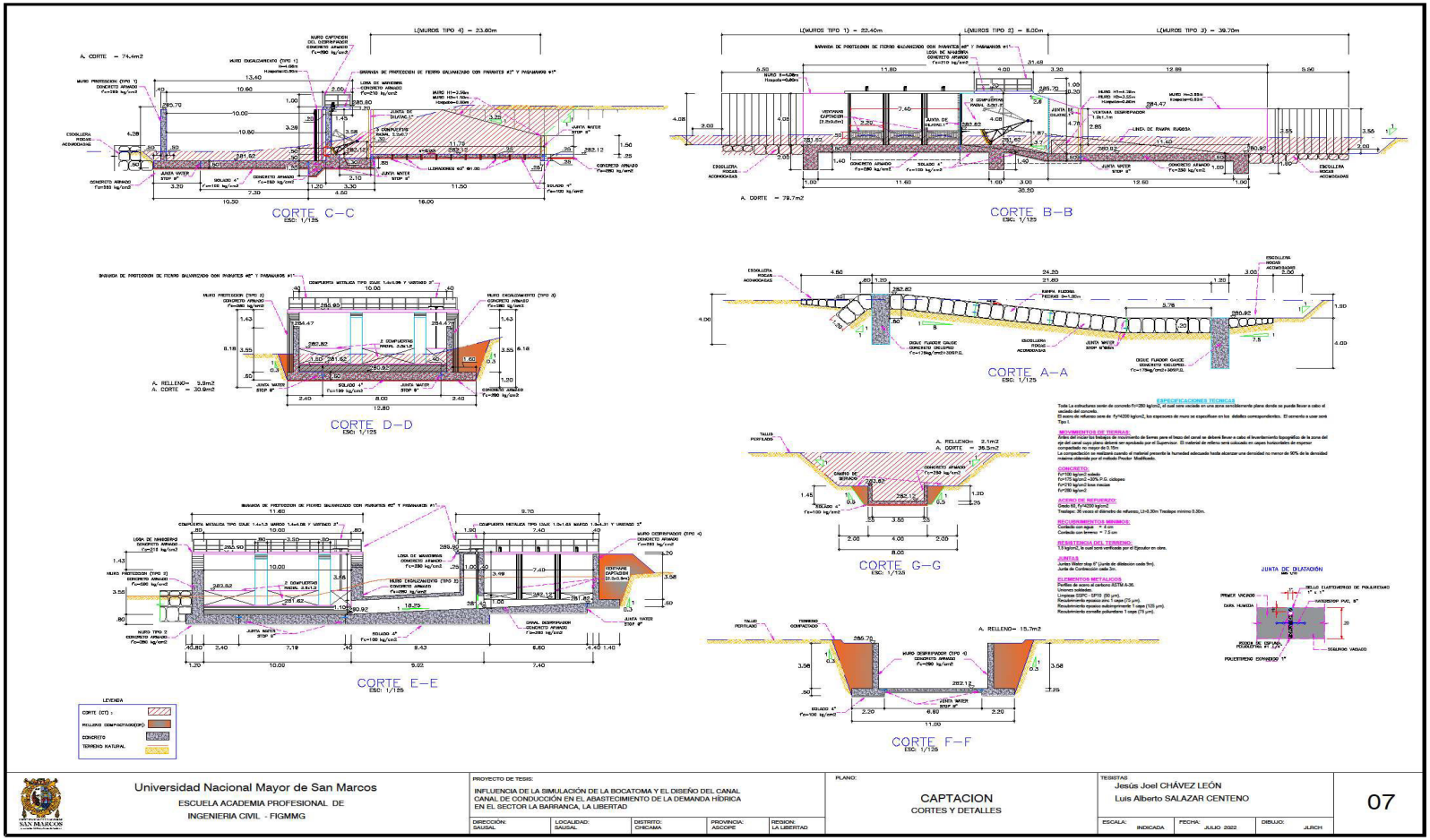
Vista en planta de la bocatoma La Barranca



Nota: Se muestra la ubicación las compuertas en la ventana de captación, a la entrada del desarenador y en el canal de limpia. Elaboración propia.

Figura C 7

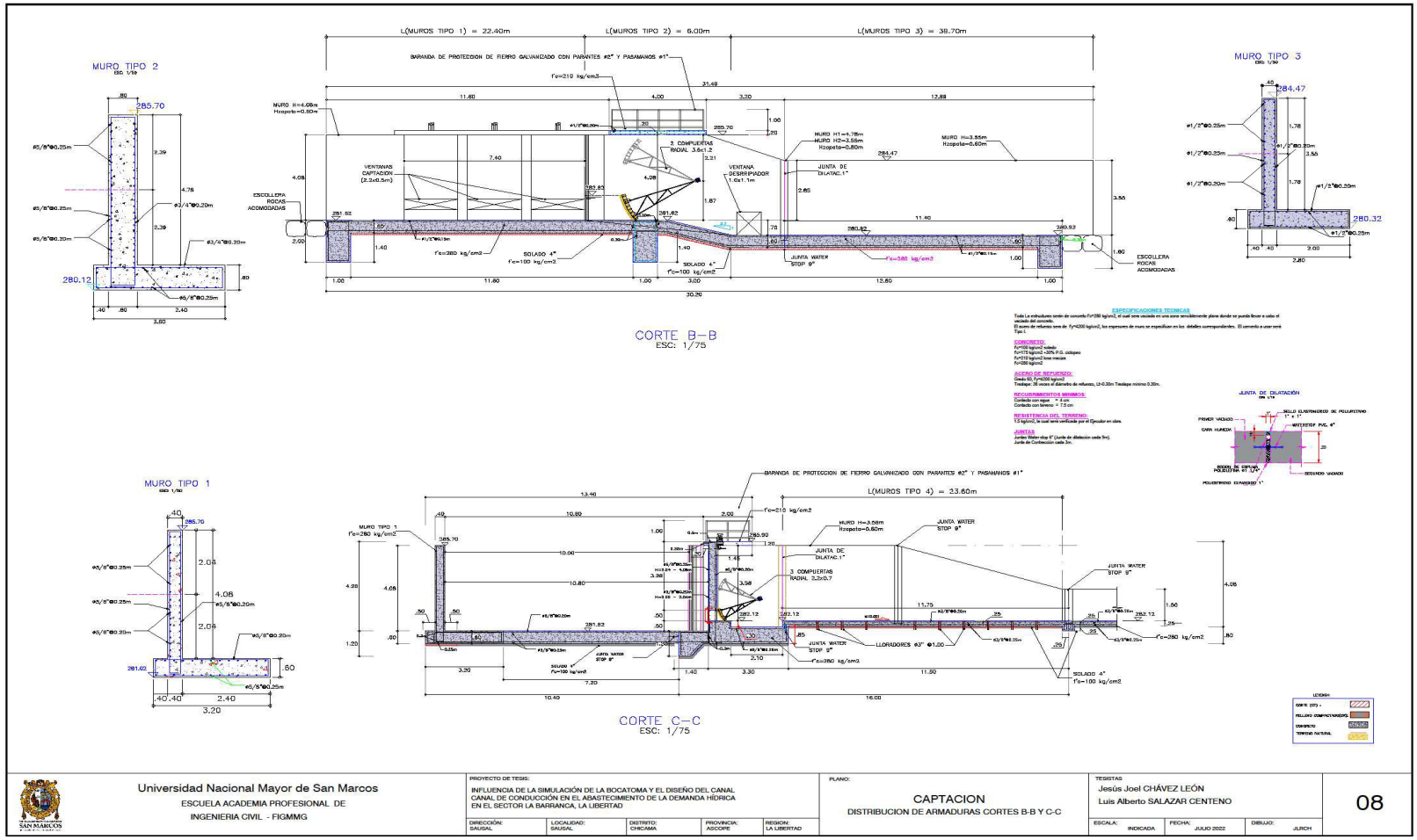
Plano de cortes y detalles de la bocatoma La Barranca y sus componentes (Cortes del A-A al G-G)



Nota: Elaboración propia.

Figura C 8

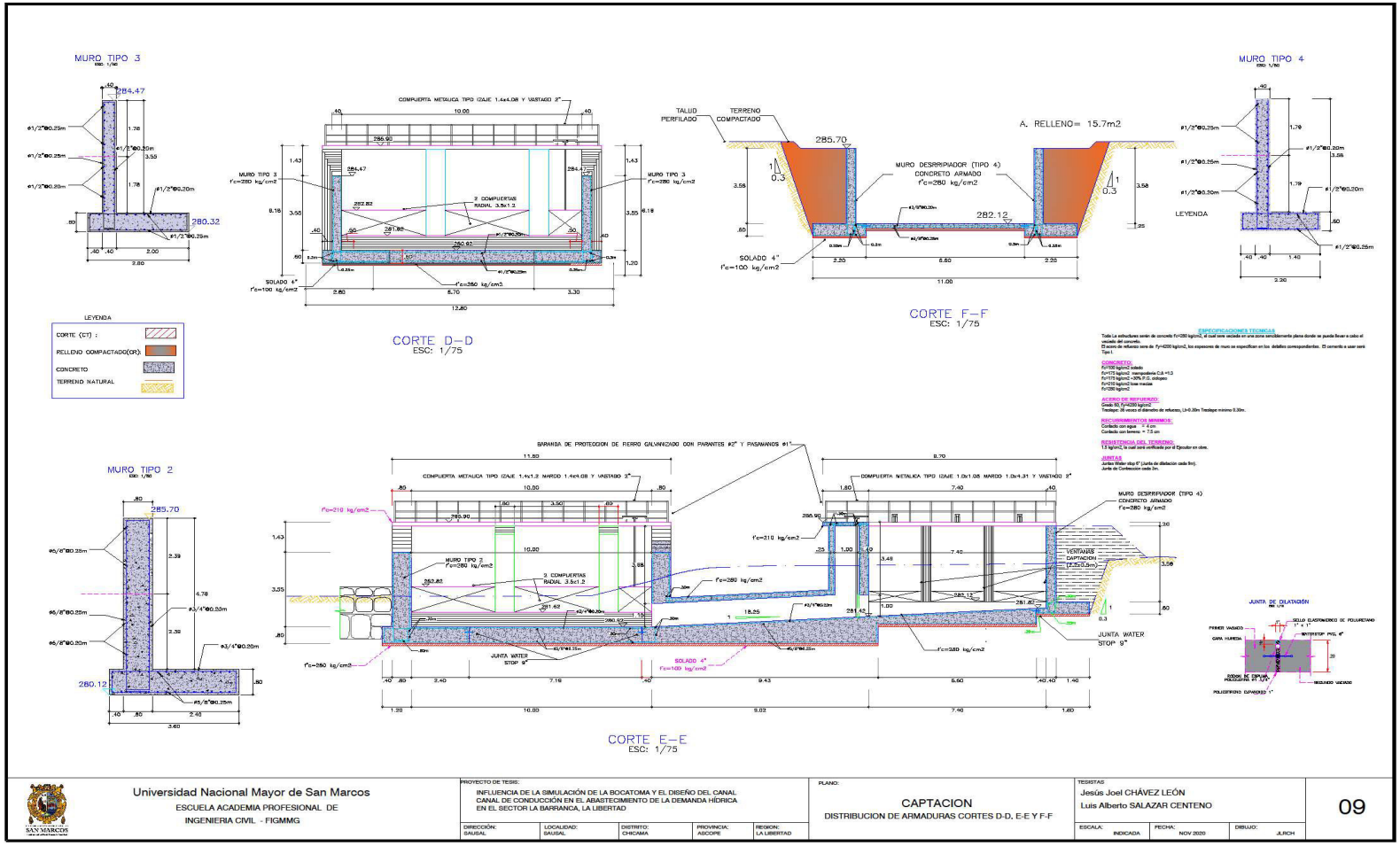
Plano de distribución de armadura de acero en la bocatoma La Barranca (Cortes B-B y C-C)



Nota: Elaboración propia.

Figura C 9

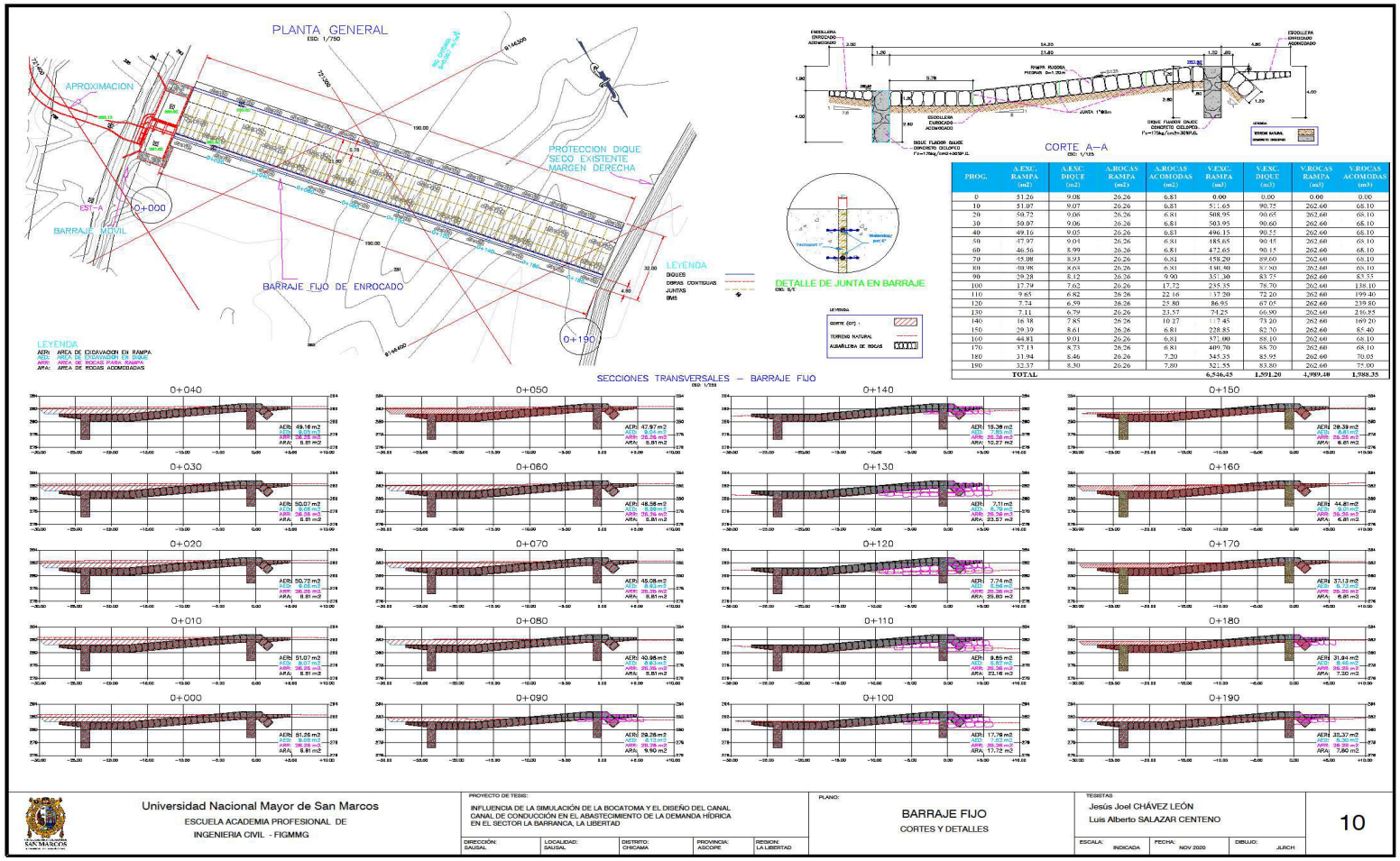
Plano de distribución de armadura de acero en la bocatoma La Barranca (Cortes D-D, E-E y F-F)



Nota: Elaboración propia.

Figura C 10

Plano de cortes, detalles y vista en planta del barraje fijo

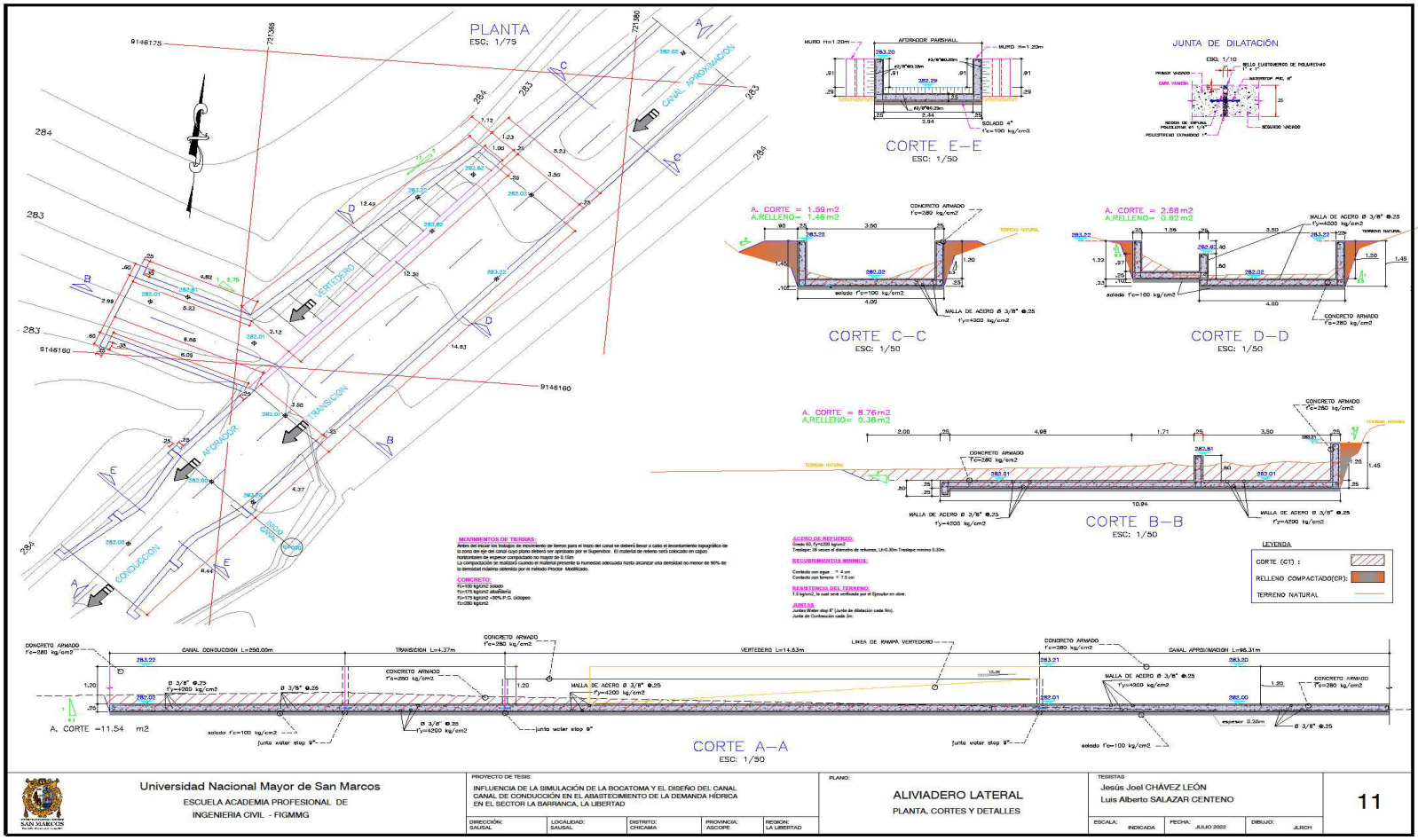


PROG.	A.EXC. RAMPA (m2)	A.EXC DIQUE (m2)	A.ROCAS RAMPA (m2)	A.ROCAS ACOMODAS (m2)	V.EXC. RAMPA (m3)	V.EXC. DIQUE (m3)	V.ROCAS RAMPA (m3)	V.ROCAS ACOMODAS (m3)
0	51.26	9.08	26.26	6.81	0.00	0.00	0.00	0.00
10	51.07	9.07	26.26	6.83	511.65	90.75	262.60	68.10
20	50.72	9.06	26.26	6.81	508.95	90.65	262.60	68.10
30	50.07	9.06	26.26	6.81	503.95	90.60	262.60	68.10
40	49.16	9.05	26.26	6.81	496.15	90.55	262.60	68.10
50	47.97	9.01	26.26	6.81	485.65	90.35	262.60	68.10
60	46.56	8.99	26.26	6.81	472.65	90.15	262.60	68.10
70	45.08	8.93	26.26	6.81	458.20	89.60	262.60	68.10
80	43.98	8.64	26.26	6.81	448.80	87.90	262.60	68.10
90	29.28	8.12	26.26	9.90	351.30	83.75	262.60	83.55
100	17.79	7.62	26.26	17.72	235.35	78.70	262.60	138.10
110	9.65	6.82	26.26	22.16	137.20	72.20	262.60	199.40
120	7.74	6.59	26.26	25.80	86.95	67.05	262.60	239.80
130	7.11	6.79	26.26	23.57	74.25	66.90	262.60	236.85
140	16.38	7.85	26.26	10.27	117.45	73.20	262.60	169.20
150	29.39	8.61	26.26	6.81	228.85	82.70	262.60	85.40
160	44.81	9.01	26.26	6.81	371.00	88.10	262.60	68.10
170	37.13	8.73	26.26	6.81	409.70	88.70	262.60	68.10
180	31.94	8.46	26.26	7.20	345.35	85.95	262.60	70.05
190	32.37	8.30	26.26	7.80	321.55	83.80	262.60	75.00
TOTAL					6,546.45	1,591.20	4,989.40	1,588.35

Nota: Elaboración propia.

Figura C 11

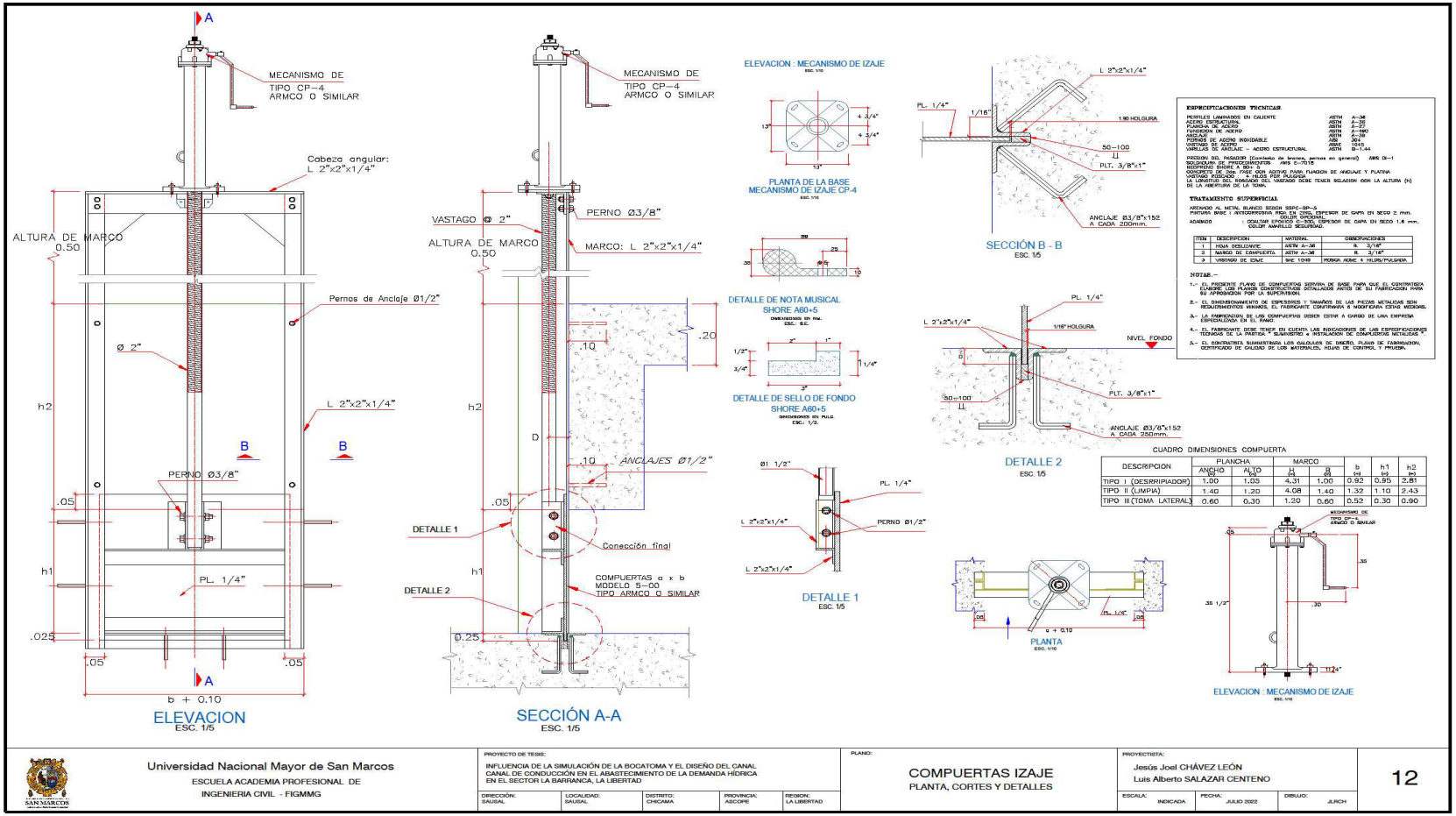
Plano de cortes, detalles y vista en planta del aliviadero lateral



Nota: Elaboración propia.

Figura C 12

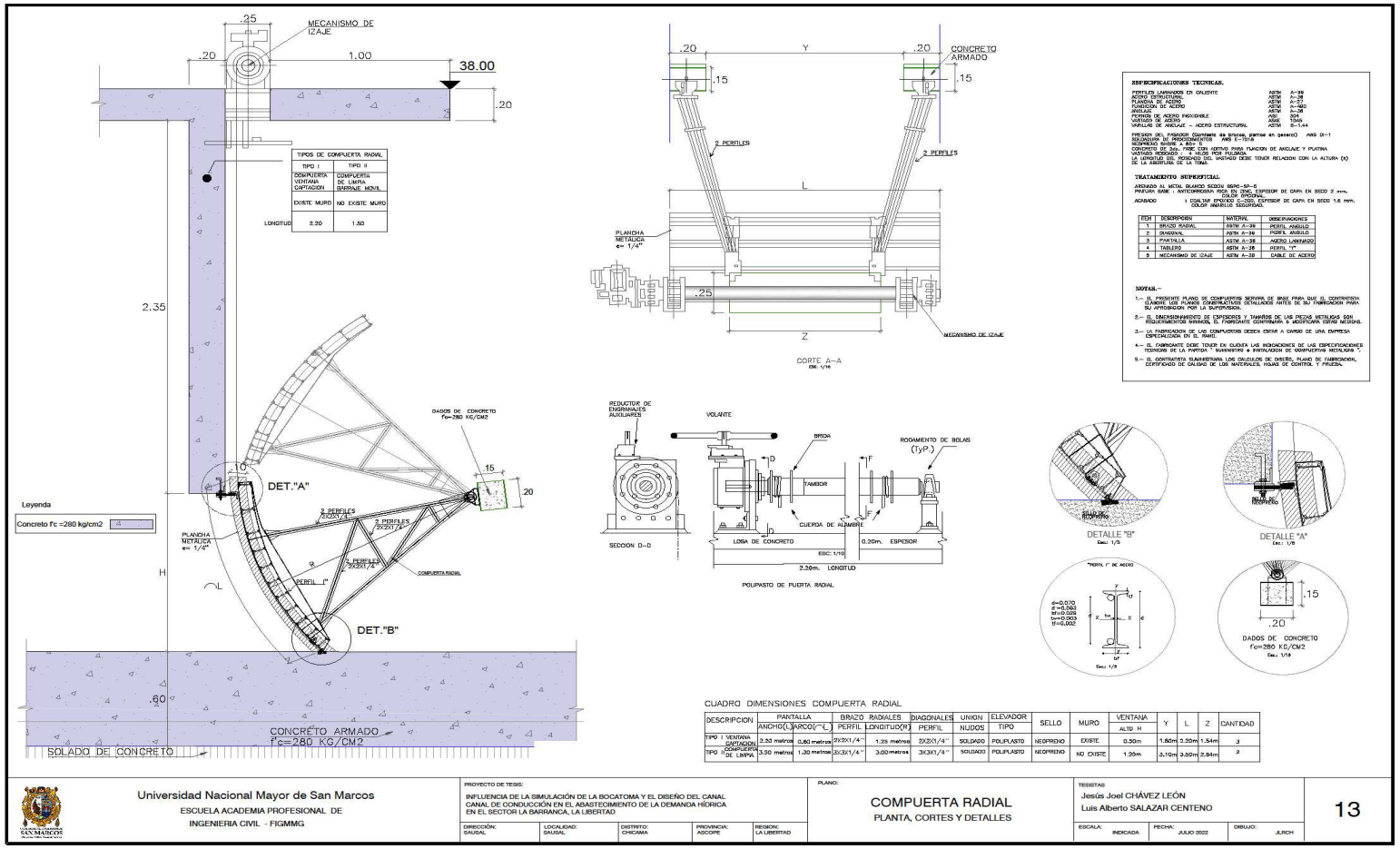
Plano de cortes, detalles y vista en planta de una compuerta de izaje



Nota: Elaboración propia.

Figura C 13

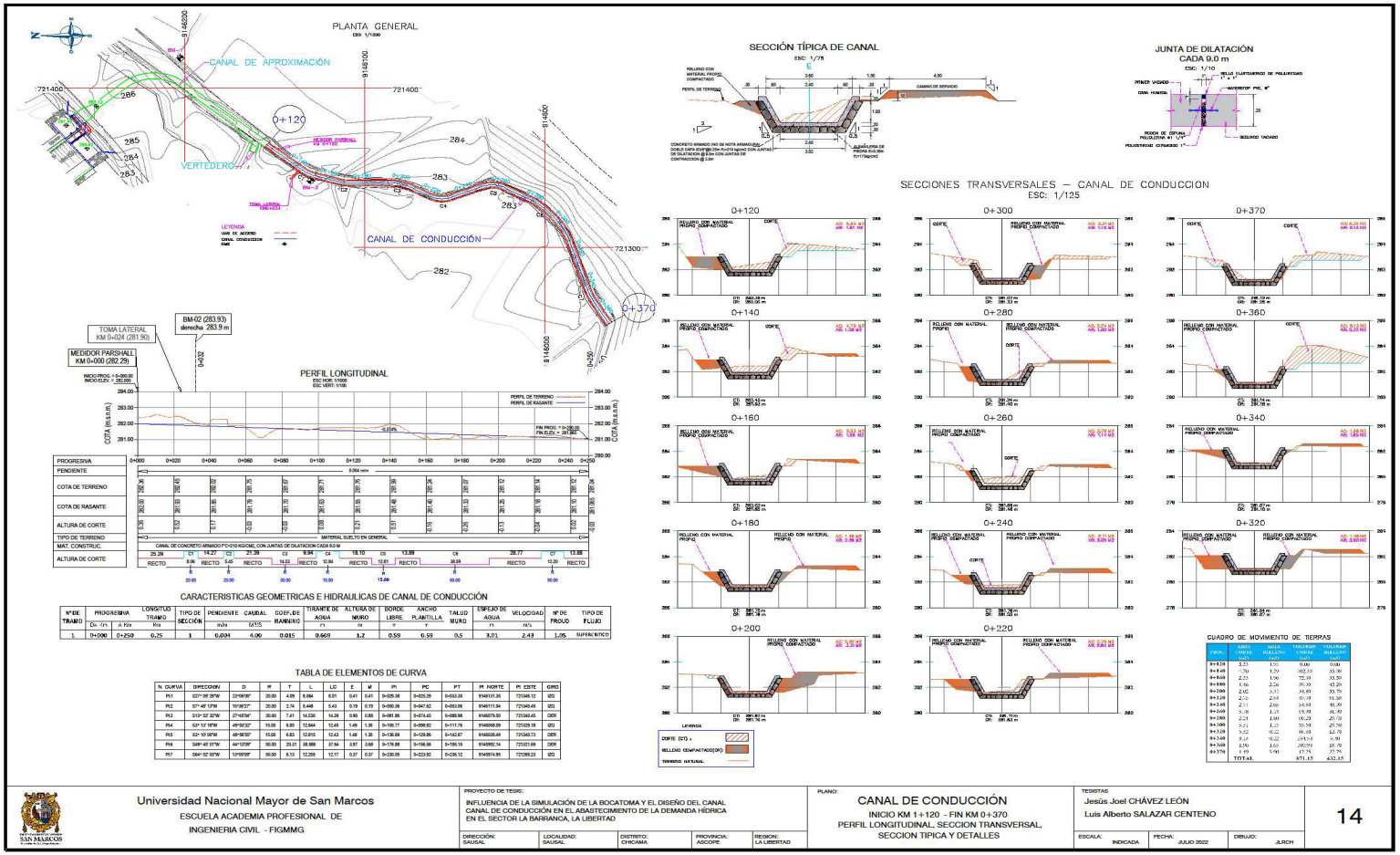
Plano de cortes, detalles y vista en planta de una compuerta radial



Nota: Elaboración propia.

Figura C 14

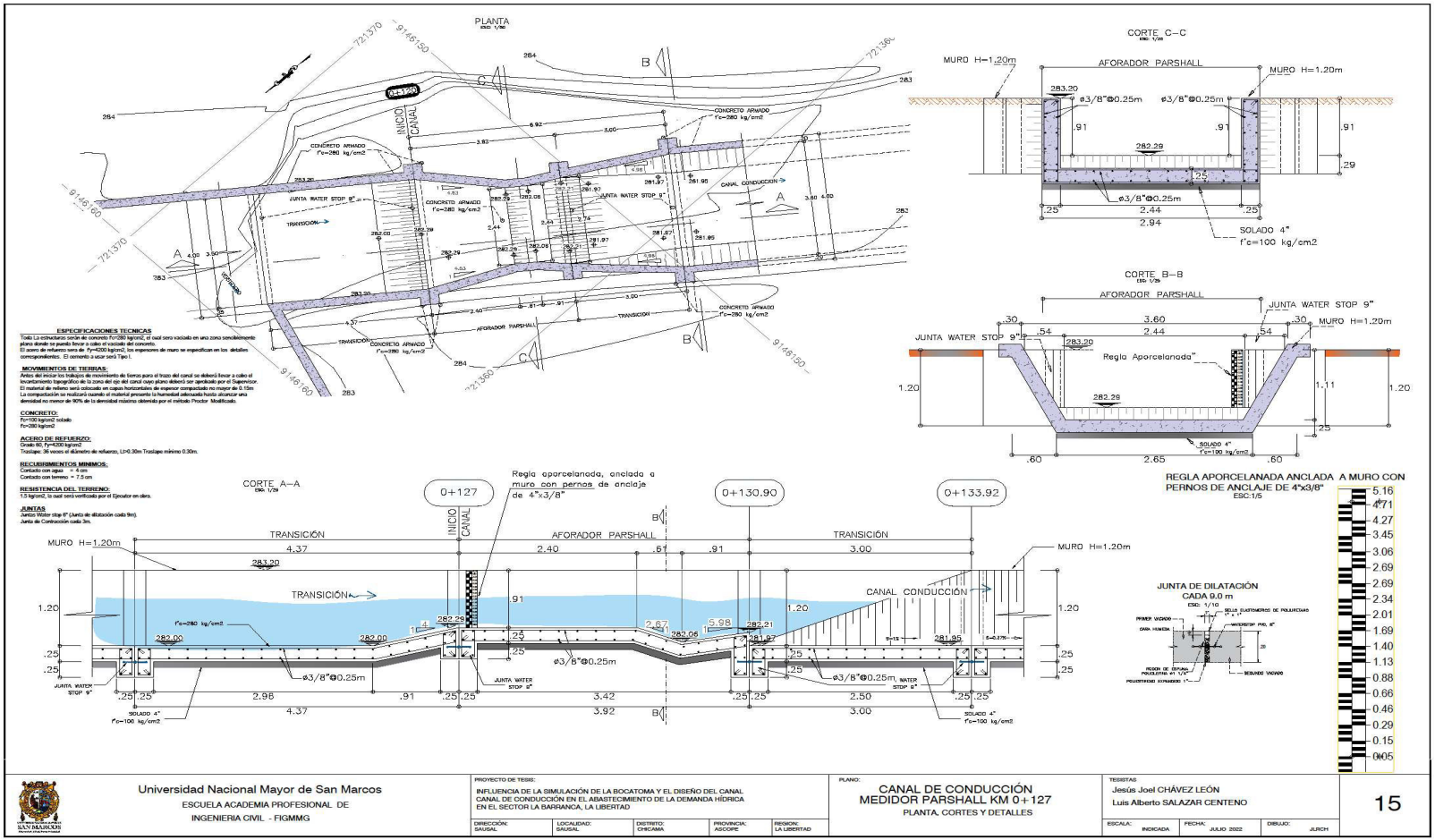
Perfil longitudinal y secciones transversales del canal de conducción



Nota: Elaboración propia.

Figura C 15

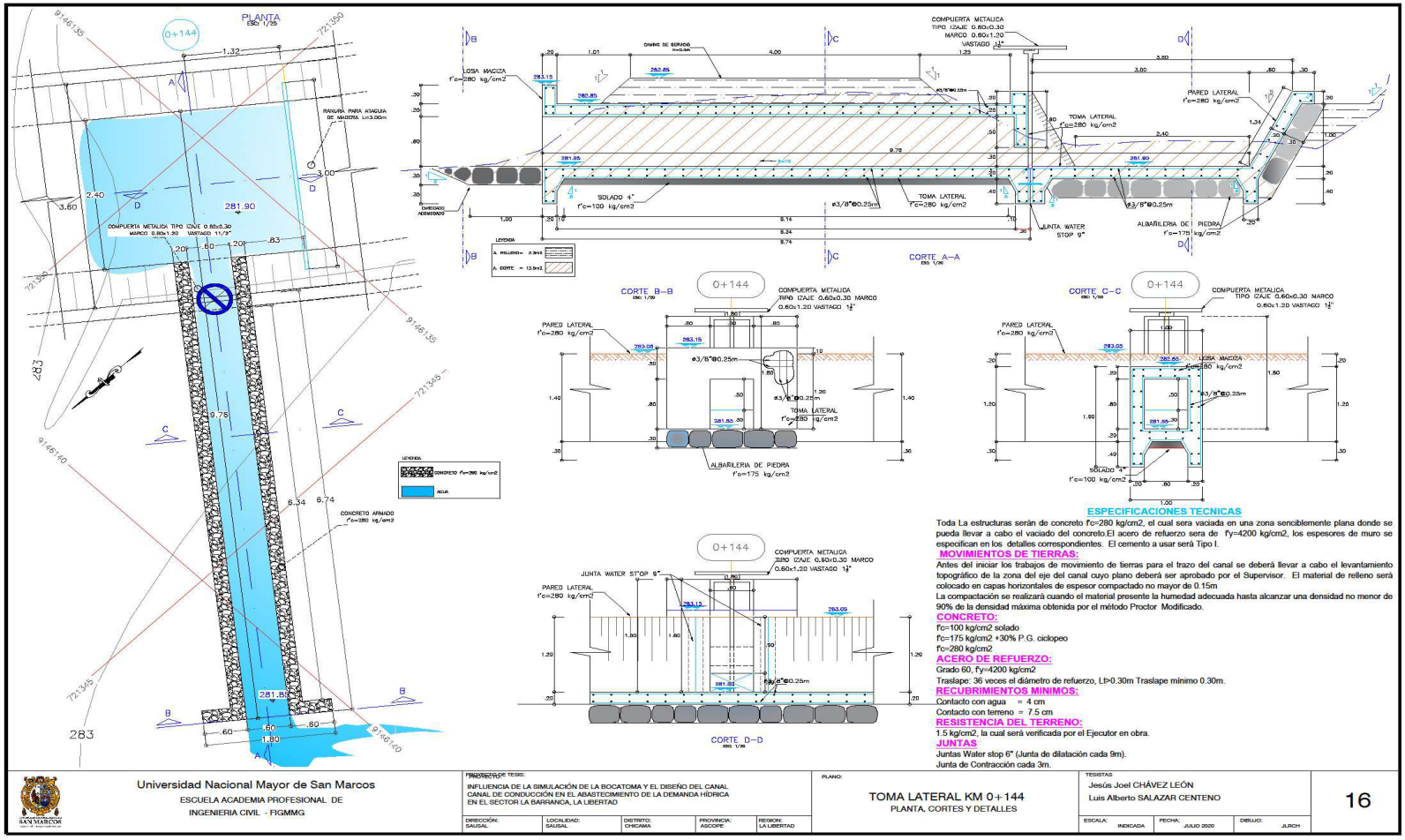
Plano de cortes, detalles y vista en planta del aforador Parshall



Nota: Elaboración propia.

Figura C 16

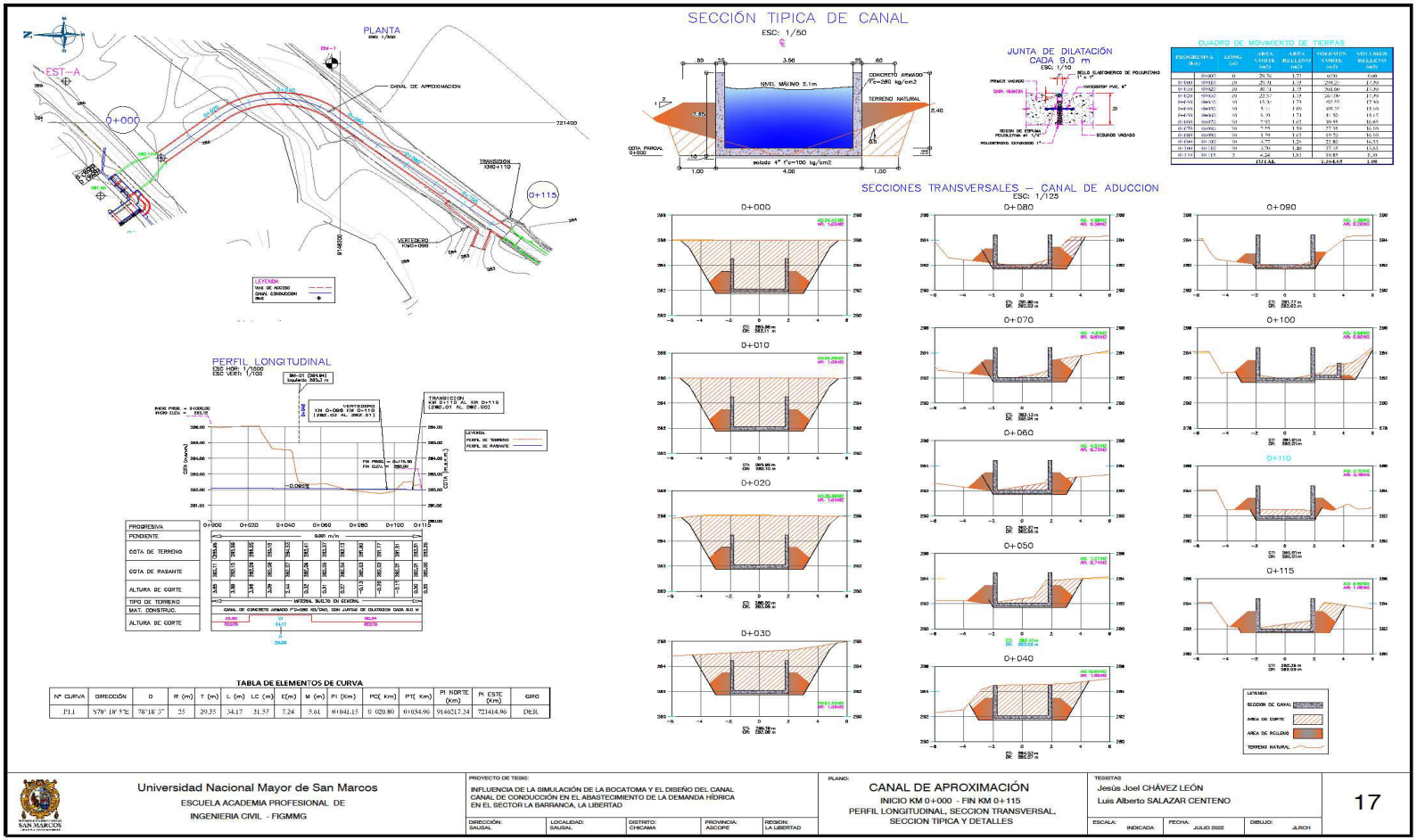
Plano de cortes, detalles y vista en planta de la toma lateral



Nota: Elaboración propia.

Figura C 17

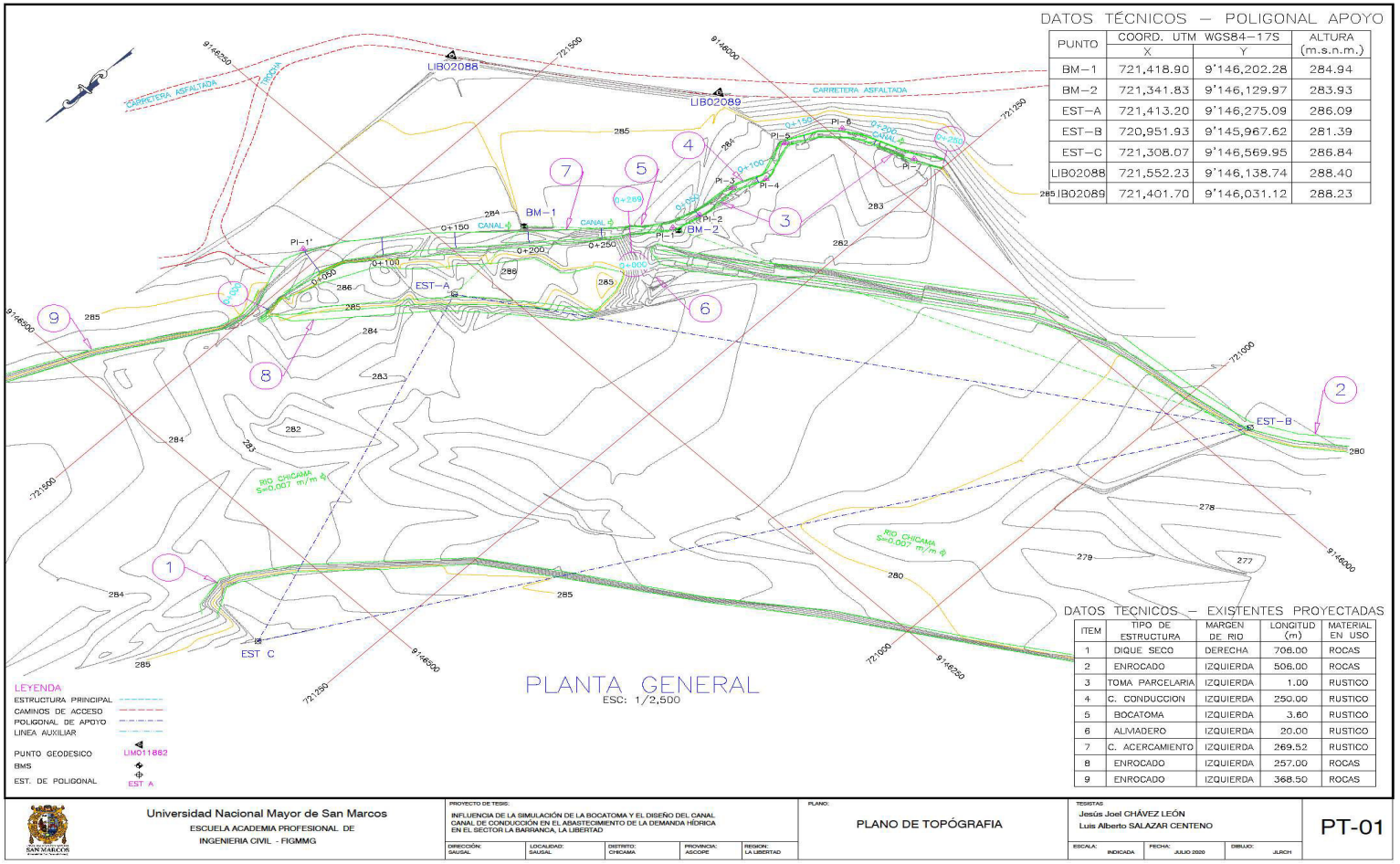
Perfil longitudinal y secciones transversales del canal de aproximación



Nota: Elaboración propia.

Figura C 18

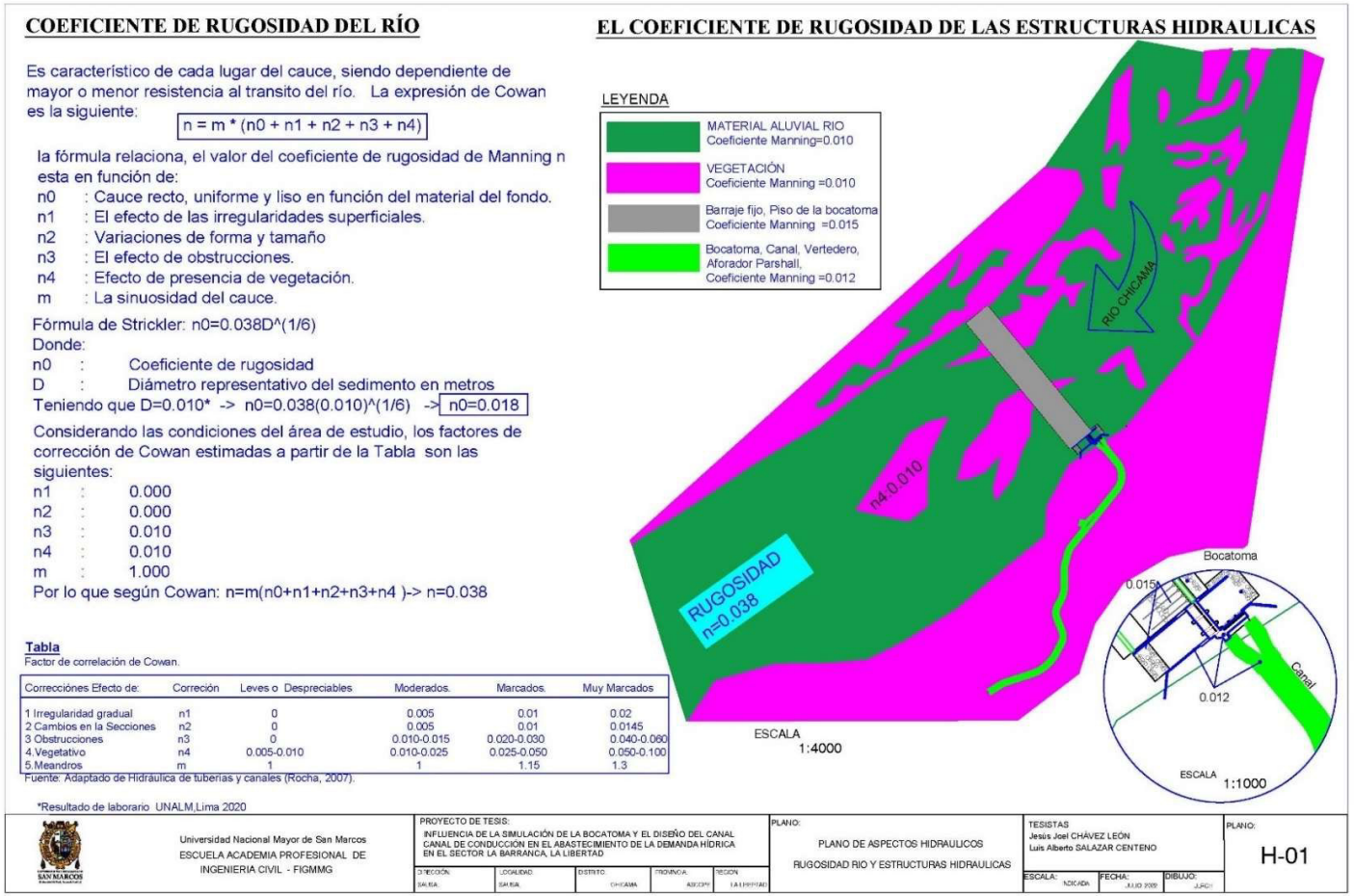
Plano de topografía del área de estudio



Nota: Se incluye la poligonal de apoyo y los BM's monumentados. Elaboración propia.

Figura C 19

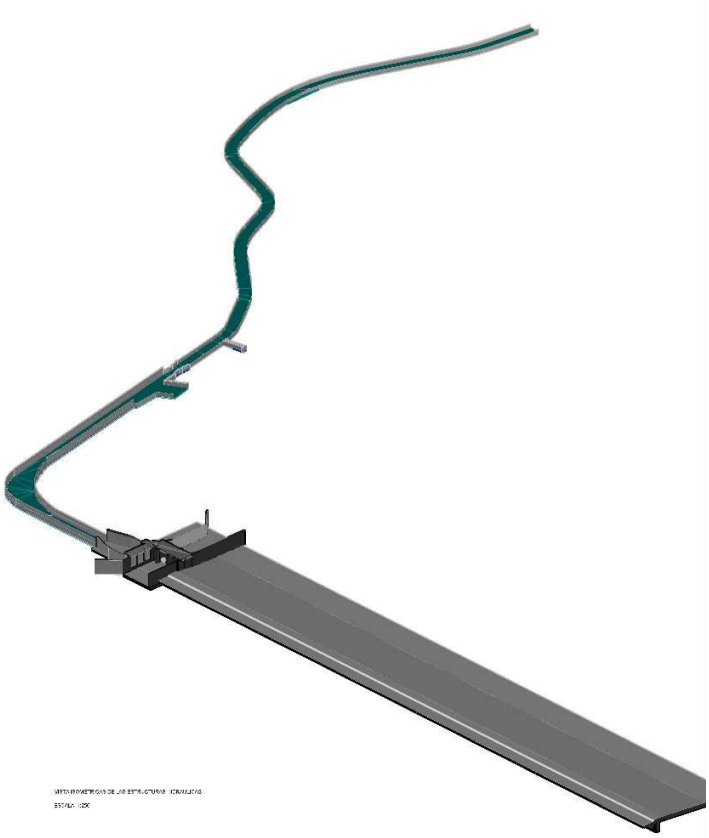
Plano de rugosidades en el área de estudio, para la simulación del río Chicama en el programa Iber.



Nota: Elaboración propia.

Figura C 20

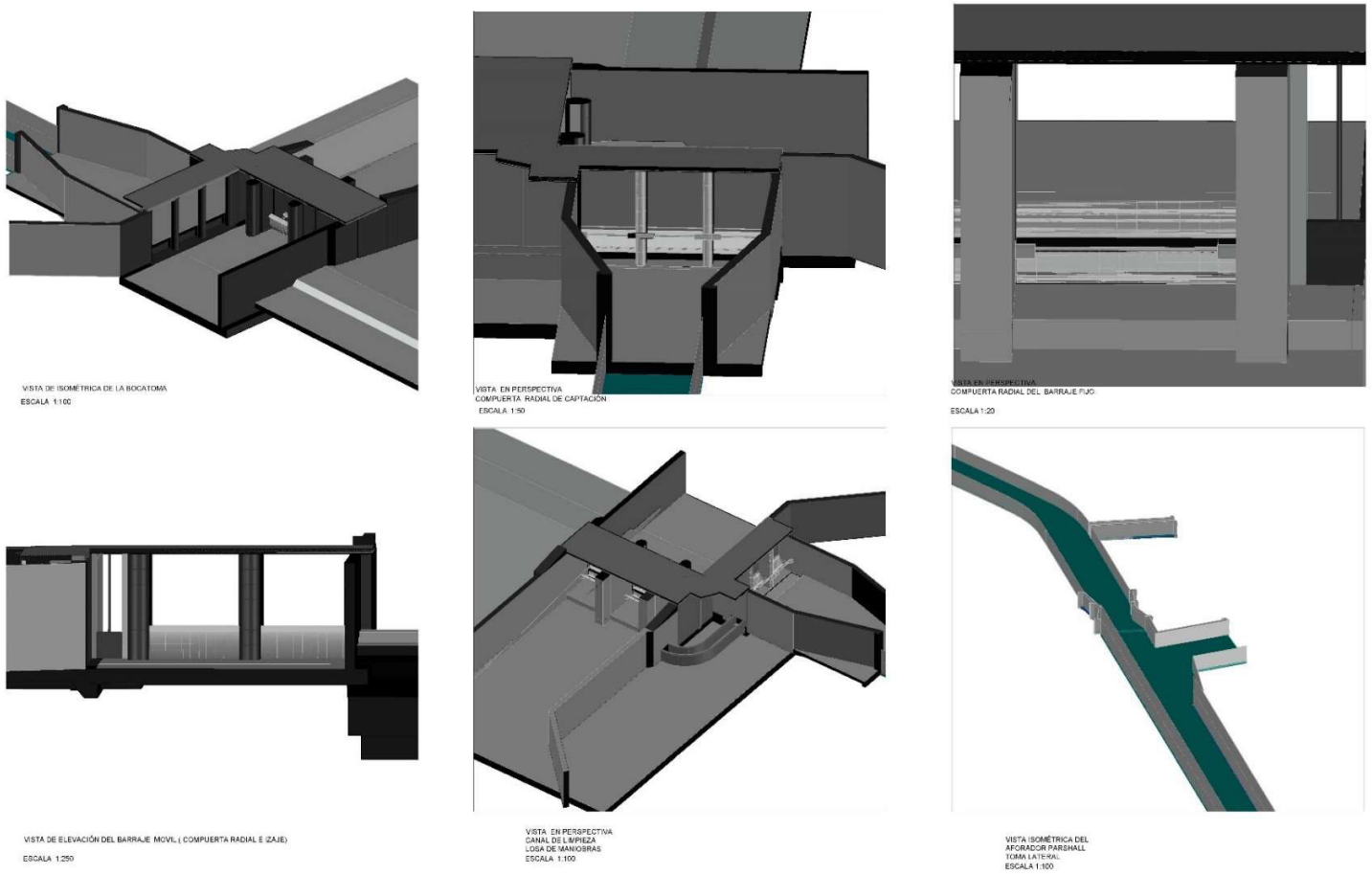
Vista isométrica del sistema hidráulico de captación y conducción para el sector La Barranca.



Nota: Elaboración propia.

Figura C 21

Vista en 3D del modelado de las estructuras hidráulicas de captación y conducción para el sector La Barranca.



Nota: Elaboración propia.

9.4. Anexo D: Fichas y cuestionarios para recopilación de datos

Figura D 1

Ficha de información de cultivo, validada por la Ingeniera Agrónoma Andrea Suellen Pineda Nizama N° CIP 271068

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Casimiro López Benavides				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		-						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
		EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
VID	*Vitis vinifera*		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	90%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
PLATANO	*Musa paradisiaca*		4 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	10%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 2

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 1)

"Año del Fortalecimiento de la Soberania Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Casimiro López Benavides					Fecha : Noviembre 2020		
DNI	-							
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
VID	*Vitis vinifera*		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	90%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
PLATANO	*Musa paradisiaca*		4 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	10%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 3

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 2)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Sergio Bardales H.					Fecha : Noviembre 2020		
DNI	18850821							
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
ARROZ	*Oryza sativa*		2 meses	Orgánico	crecimiento	-	16	100%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 4

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 3)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Eli Bardales López				Fecha : Noviembre 2020	
DNI	18837543					
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO						
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)				
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )				
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )			
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-				
	SECTOR :	LA BARRANCA				
	DISTRITO :	CHICAMA				
	PROVINCIA:	ASCOPE				
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD				
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:						
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )		
PENDIENTE						
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA			
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )	
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )			
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)			
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)		
4.ELEMENTOS EXISTENTES :						
EDIFICACIONES						
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)				

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
VID	*Vitis vinifera*		1 año	Orgánico	maduracion	-	16	60%
ARROZ	*Oryza sativa*		1.5 meses	Orgánico	crecimiento	-	16	40%

PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 5

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 4)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Luis Alejandro Sebastián Rodríguez				Fecha : Noviembre 2020
DNI		18830013				
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO						
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)			
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )			
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )		
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-				
	SECTOR :	LA BARRANCA				
	DISTRITO :	CHICAMA				
	PROVINCIA:	ASCOPE				
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD				
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:						
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )	
PENDIENTE						
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA		
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )		
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )		
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)	
4.ELEMENTOS EXISTENTES :						
EDIFICACIONES						
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)			

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
UVA	*Vitis vinifera*		1 año	Orgánico	maduracion	-	16	100%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 6

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 5)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Wilson Amaya Cruz					Fecha : Noviembre 2020		
DNI	27160776							
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
	EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE							
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
UVA	***Vitis vinifera***		1 año	Orgánico	maduracion	-	16	100%

PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 7

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 6)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO: Alexander Villena López — Fecha : Noviembre 2020
DNI: 18903542
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO
TIPO: RÚSTICO ( ) AGRÍCOLA (✓)
ZONIFICACION: AGRÍCOLA (✓) AGROPECUARIO ( )
USO ACTUAL: AGRÍCOLA (✓) AGROPECUARIO ( ) ERIAZO ( )

UBICACIÓN		
	UNIDAD CATASTRAL :	-
	SECTOR :	LA BARRANCA
	DISTRITO :	CHICAMA
	PROVINCIA:	ASCOPE
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD

3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:

EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE

TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )	
PENDIENTE					
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA		
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )		
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )		
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)	

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

4.ELEMENTOS EXISTENTES :

EDIFICACIONES
CASETA DE BOMBEO: SI ( ) NO (✓)

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
CAÑA DE AZUCAR	*Saccharum officinarum*		1.5 año	Inorganico	maduracion	-	16	100%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 8

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 7)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO: Humberto Torres Castro — Fecha : Noviembre 2020
DNI: 26937778
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO

TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)		
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )		
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )	

UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-
	SECTOR :	LA BARRANCA
	DISTRITO :	CHICAMA
	PROVINCIA:	ASCOPE
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD

3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE

TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )	
PENDIENTE					
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA		
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )		
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )		
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)	

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

4.ELEMENTOS EXISTENTES :

EDIFICACIONES		
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
CAÑA DE AZUCAR	*Saccharum officinarum*		1.5 año	inorganico	maduracion	-	16	40%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
PLATANO	*Musa paradisiaca*		4 meses	inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	*Zea mays*		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	40%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 9

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 8)

"Año del Fortalecimiento de la Soberania Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Eder A. Rafael Angulo				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		41348462						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
CAÑA DE AZUCAR	**Saccharum officinarum**		1.5 año	Inorganico	maduracion	-	16	55%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	45%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 10

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 9)

"Año del Fortalecimiento de la Soberania Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Aladino Gamboa Ñamoc				Fecha : Noviembre 2020	
DNI	18835966					
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO						
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)				
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )				
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )			
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-				
	SECTOR :	LA BARRANCA				
	DISTRITO :	CHICAMA				
	PROVINCIA:	ASCOPE				
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD				
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:						
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )		
PENDIENTE						
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA			
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )	
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )			
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)			
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)		
4.ELEMENTOS EXISTENTES :						
EDIFICACIONES						
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)				

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
CAÑA DE AZUCAR	**Saccharum officinarum**		1.5 año	Orgánico	maduracion	-	16	50%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	50%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

Figura D 11

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 10)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**

1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO: Segundo Castillo León — Fecha : Noviembre 2020
DNI: 27161015
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO

TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)		
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )		
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )	

UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-
	SECTOR :	LA BARRANCA
	DISTRITO :	CHICAMA
	PROVINCIA:	ASCOPE
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD

3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:

EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE

TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )	
PENDIENTE					
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA		
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )		
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)		
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)	

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

4.ELEMENTOS EXISTENTES :

EDIFICACIONES		
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
CAÑA DE AZUCAR	***Saccharum officinarum***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	50%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	50%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

Nota: Elaboración propia.

Figura D 12

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 11)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Wilfredo Huaccha Ramirez				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		18830825						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
		EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS**	**% PREDOMINANCIA**
VID	***Vitis vinifera***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	60%
ARROZ	***Oryza sativa***		2 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	20%
PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS**	**% PREDOMINANCIA**
PLATANO	***Musa paradisiaca***		5 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	10%
PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS**	**% PREDOMINANCIA**

Nota: Elaboración propia.

Figura D 13

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 12)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Avelino Flores Mendoza				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		18830825						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
		EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE						
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
VID	***Vitis vinifera***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	60%
ARROZ	***Oryza sativa***		1 meses	Inorganico	Crecimiento	-	16	*20%*

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
PLATANO	***Musa paradisiaca***		4 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	10%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA

Nota: Elaboración propia.

Figura D 14

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 13)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**					
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Santos A. Uriel Cruzado				Fecha : Noviembre 2020	
DNI		18835787					
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO							
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)				
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )				
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )			
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-					
	SECTOR :	LA BARRANCA					
	DISTRITO :	CHICAMA					
	PROVINCIA:	ASCOPE					
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD					
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:							
		EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE					
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )		
PENDIENTE							
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA			
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )	
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )			
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)			
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)		
4.ELEMENTOS EXISTENTES :							
EDIFICACIONES							
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)				

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
VID	***Vitis vinifera***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	60%
ARROZ	***Oryza sativa***		1.5 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	10%
PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
PLATANO	***Musa paradisiaca***		5 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	10%
PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**

Nota: Elaboración propia.

Figura D 15

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 14)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Aurelio Alcalde G.				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		18830032						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
VID	***Vitis vinifera***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	20%
ARROZ	***Oryza sativa***		2 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	20%
PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
PLATANO	***Musa paradisiaca***		4 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	50%
PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**

Nota: Elaboración propia.

Figura D 16

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 15)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Norlin Altamirano Amaya							
DNI	41838543				Fecha : Noviembre 2020			
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI (✓)	NO ( )	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
CAÑA DE AZUC/	***Saccharum officinarum***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	50%
ARROZ	***Oryza sativa***		2 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	10%
PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
PLATANO	***Musa paradisiaca***		5 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		4 meses	inorganico	Crecimiento		16	50%
PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**

Nota: Elaboración propia.

Figura D 17

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 16)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :		**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**						
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:		Marcelino P. Sánchez Suárez				Fecha : Noviembre 2020		
DNI		27157980						
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO		RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)					
ZONIFICACION		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )					
USO ACTUAL		AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )				
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA		LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )			
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA				
SISTEMA DE RIEGO		POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )		
TIPOS DE CANALES		REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )				
DEFENSA RIBEREÑA		NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )				
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO		TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)			
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO		SI ( )	NO (✓)					

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
CAÑA DE AZUCAR	***Saccharum officinarum***		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	50%
ARROZ	***Oryza sativa***		2 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	20%
PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
PLATANO	***Musa paradisiaca***		5 meses	Inorganico	Crecimiento	-	0.2	20%
Maiz amarillo	***Zea mays***		3 meses	inorganico	Crecimiento		16	40%
PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**

Nota: Elaboración propia.

Figura D 18

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 17)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Denis A. Plasencia Rodríguez				Fecha : Noviembre 2020			
DNI	47778181							
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL (✓)	NO ( )					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271068

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
CAÑA DE AZUCAR	*Saccharum officinarum*		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	50%
ARROZ	*Oryza sativa*		2 meses	Inorganico	crecimiento	-	16	10%

PLANTACIONES TEMPORALES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
Maiz amarillo	*Zea mays*		2 meses	inorganico	Crecimiento		16	50%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES								
NOMBRE COMUN	**NOMBRE CIENTIFICO**	**VARIEDAD**	**EDAD(AÑOS)**	**ORGÁNICO /INORGANICO**	**PERIODO VEGETATIVO**	**FASE PRODUCTIVA**	**DENSIDAD DE PLANTAS (m2)**	**% PREDOMINANCIA**
No presenta								

Nota: Elaboración propia.

Figura D 19

Ficha de información de cultivo, completada con información de usuarios del sector La Barranca (Parte 18)

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica
PROYECTO DE TESIS

PROYECTO DE TESIS :	**"INFLUENCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA BOCATOMA Y EL DISEÑO DEL CANAL DE CONDUCCIÓN EN EL ABASTECIMIENTO DE LA DEMANDA HÍDRICA EN EL SECTOR LA BARRANCA, LA LIBERTAD"**							
1. DATOS DEL PROPIETARIO/POSESIONARIO:	Humberto Croveto Velasques					Fecha : Noviembre 2020		
DNI	18830122							
2.DATOS GENERAL DEL PREDIO								
TIPO	RÚSTICO ( )	AGRÍCOLA (✓)						
ZONIFICACION	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )						
USO ACTUAL	AGRÍCOLA (✓)	AGROPECUARIO ( )	ERIAZO ( )					
UBICACIÓN	UNIDAD CATASTRAL :	-						
	SECTOR :	LA BARRANCA						
	DISTRITO :	CHICAMA						
	PROVINCIA:	ASCOPE						
	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD						
3.DESCRIPCION DEL ENTORNO:								
EL ENTORNO DEL PREDIO AFECTADO SE CARACTERIZA POR LO SIGUIENTE								
TOPOGRAFIA	LLANO (✓)	ONDULADO ( )	SEMIONDULADO ( )	COLINADO ( )				
PENDIENTE								
INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	SI ( )	NO (✓)	-REGISTRA					
SISTEMA DE RIEGO	POR GRAVEDAD (✓)	ASPERSIÓN ( )	POR GOTEO ( )	BOMBEO ( )	NO( )			
TIPOS DE CANALES	REVESTIDO ( )	RUSTICO (✓)	NO ( )					
DEFENSA RIBEREÑA	NATURAL ( )	ARTIFICIAL ( )	NO (✓)					
TIPOS DE POZOS - USO PARA RIEGO	TUBULARES ( )	ANILLADO ( )	MIXTO ( )	NO (✓)				
4.ELEMENTOS EXISTENTES :								
EDIFICACIONES								
CASETA DE BOMBEO	SI ( )	NO (✓)						

ANDREA SUELLEN PINEDA NIZAMA
ING. AGRONOMO
N° CIP: 271088

5. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO

PLANTACIONES PERMANENTES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
VID	*Vitis vinifera*		1 año	Inorganico	maduracion	-	16	30%
CAÑA DE AZUCA	*Saccharum officinarum*		1.5 año	Inorganico	maduracion	-	16	50%

PLANTACIONES TEMPORALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
PLATANO	*Musa paradisiaca*		5 meses	Inorganico	Crecimiento	-	2.5	20%

PLANTACIONES FORESTALES MADERABLES Y NO MADERABLES

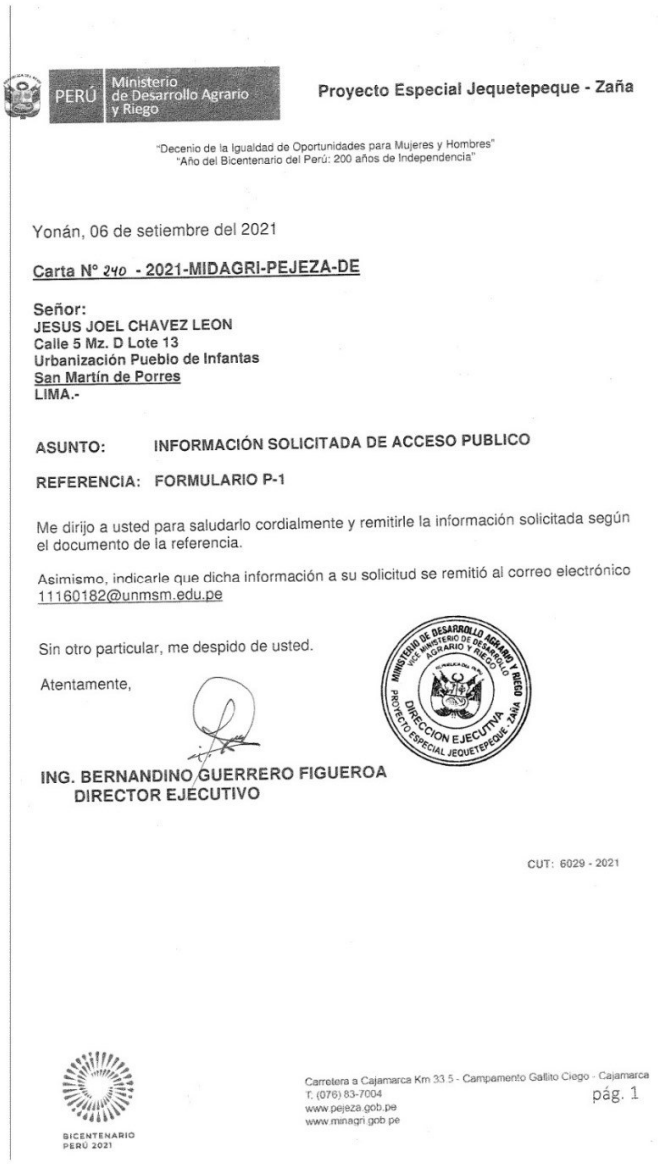
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	VARIEDAD	EDAD(AÑOS)	ORGÁNICO /INORGANICO	PERIODO VEGETATIVO	FASE PRODUCTIVA	DENSIDAD DE PLANTAS (m2)	% PREDOMINANCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Elaboración propia.

9.5. Anexo E: Trámites con entidades y licencias de softwares utilizados

Figura E 1

Carta N° 240-2021-MIDAGRI-PEJEZA-DE, que autoriza el uso de la información solicitada



PERÚ | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego — Proyecto Especial Jequetepeque - Zaña

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Yonán, 06 de setiembre del 2021

Carta N° 240 - 2021-MIDAGRI-PEJEZA-DE

Señor:
JESUS JOEL CHAVEZ LEON
Calle 5 Mz. D Lote 13
Urbanización Pueblo de Infantas
San Martín de Porres
LIMA.-

ASUNTO: **INFORMACIÓN SOLICITADA DE ACCESO PUBLICO**

REFERENCIA: **FORMULARIO P-1**

Me dirijo a usted para saludarlo cordialmente y remitirle la información solicitada según el documento de la referencia.

Asimismo, indicarle que dicha información a su solicitud se remitió al correo electrónico 11160182@unmsm.edu.pe

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO — VICE MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO — DIRECCION EJECUTIVA — PROYECTO ESPECIAL JEQUETEPEQUE - ZAÑA

ING. BERNANDINO GUERRERO FIGUEROA
DIRECTOR EJECUTIVO

CUT: 6029 - 2021

BICENTENARIO PERÚ 2021

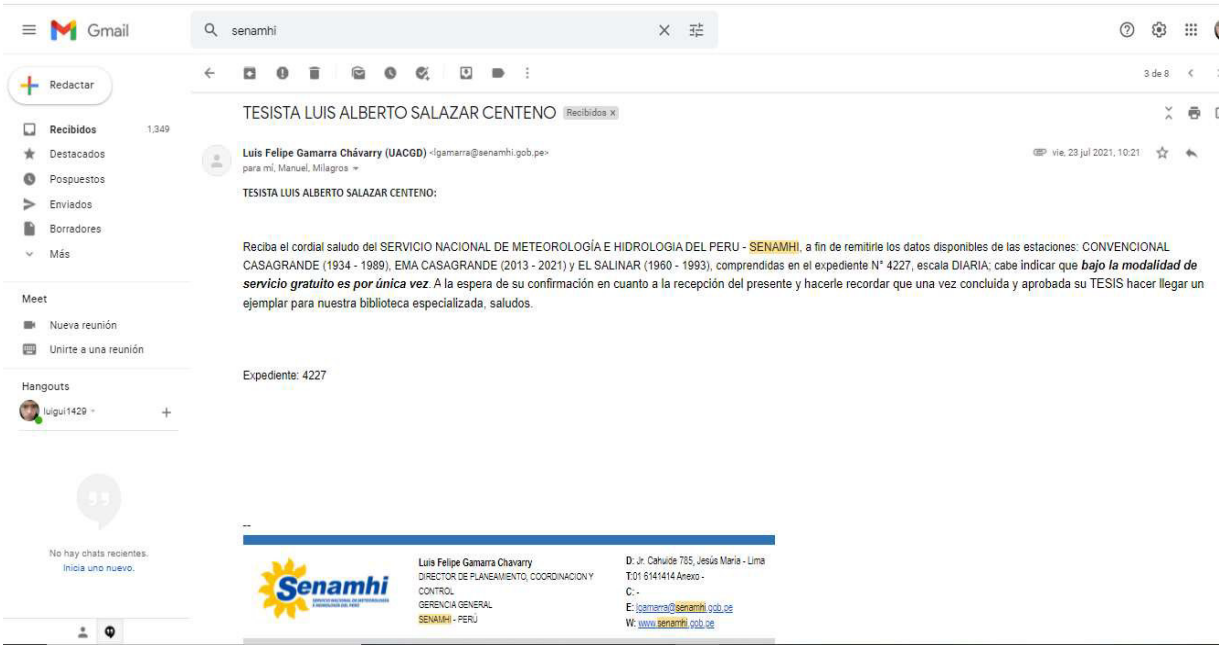
Carretera a Cajamarca Km 33.5 - Campamento Gallito Ciego - Cajamarca
T: (076) 83-7004
www.pejeza.gob.pe
www.minagri.gob.pe

pág. 1

Nota: Remitida al correo institucional por parte de Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña (Comunicación personal).

Figura E 2

Correo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, que autoriza el uso de la información solicitada



Nota: Remitida al correo institucional por parte de SENAMHI (Comunicación personal).

Figura E 3

Carta N° 036-2021/ING. NECG-Consultor, que autoriza el uso de la información solicitada



Ingeniero Nilo Esteban Carrión García
CIP. 38479

Consultor en obras de Riego

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Lima, 20 setiembre del 2021

Carta No 036 – 2021/ ING. NECG-Consultor.

Señor: **Dr. Alfonzo Romero Baylon**
Decano (e)

Asunto : Lo indicado

Referencia:1.- Carta de presentación N° 000177-2021-D-FIGMMG/UNMSM
2.- Carta de presentación N° 000178-2021-D-FIGMMG/UNMSM

Es grato dirigirme a usted, a fin de saludarlo cordialmente y a la vez dar respuesta a las cartas del documento de la referencia; al respecto debo manifestar mi predisposición de proporcionar la información requerida para el desarrollo de la Tesis de los jóvenes Bach. **Luis Alberto Salazar Centeno y** Bach. **Jesús Joel Chávez León**, esperando que dicho aporte sea de gran utilidad en el trabajo de investigación que vienen realizando y por ende logren su objetivo de titularse y formen parte de los profesionales que aportamos en el desarrollo de nuestro país.

Muy Atentamente.

NILO E. CARRION GARCIA
INGENIERO AGRICOLA
CIP 38479

Nota: Remitida al correo institucional por parte de NILOCC E.I.R.L. (Comunicación personal).

Figura E 4

Licencia educativa de uso del programa Autodesk AutoCAD 2017



Detalles de licencia de Autodesk

Autodesk Education Community <studentcommunity@autodesk.com>
Sun 2/16/2020 01:50 AM
To: Luis Salazar Centeno <luigui1429@hotmail.com>

GUARDE E IMPRIMA ESTE MENSAJE DE CORREO ELECTRÓNICO. ES SU REGISTRO DE DERECHOS DE LICENCIA PARA QUE PUEDA UTILIZAR EL SOFTWARE DE AUTODESK.

AUTODESK.

Comunidad Educativa de Autodesk

Estimado/a Luis Salazar Centeno:

Información de licencia del producto del beneficiario:

Producto:	AutoCAD 2017
Tipo de licencia:	educativa autónoma
Tipo de acceso:	un solo usuario
Uso autorizado:	instalación en un máximo de 2 dispositivos personales*
Clave de producto:	001I1
Número de serie:	900-67224391
Período:	3 años
Beneficiario:	Luis Salazar Centeno

**Puede que su cuenta de Autodesk muestre este derecho de uso como 1 puesto.*

Durante la instalación, introduzca esta clave de producto y este número de serie. La primera vez que inicie el producto, se le pedirá que active la licencia. Esta fecha marca el inicio del período de tres años.

Manual de introducción:

Recursos de educación para estudiantes y educadores
Autodesk Design Academy

Gracias,
El equipo de educación de Autodesk

TÉRMINOS Y CONDICIONES DE LICENCIA DE AUTODESK

Este mensaje de correo electrónico de Autodesk se ha redactado únicamente para confirmar el número y el tipo de licencias del producto de software de Autodesk específico identificado arriba ("Software") con licencia del cliente. El hecho de que el cliente reciba este mensaje de correo electrónico no le da derecho a recibir soportes que contengan la documentación o el código objeto del Software. El cliente debe adquirir legalmente el paquete de Software, que incluye los soportes que contienen el código objeto del Software. El uso del Software por parte del cliente se rige por el acuerdo de licencia de software de Autodesk aplicable incluido en el Software o incorporado al mismo. Los términos de dicho acuerdo de licencia de software de Autodesk se incorporan a este documento como referencia.

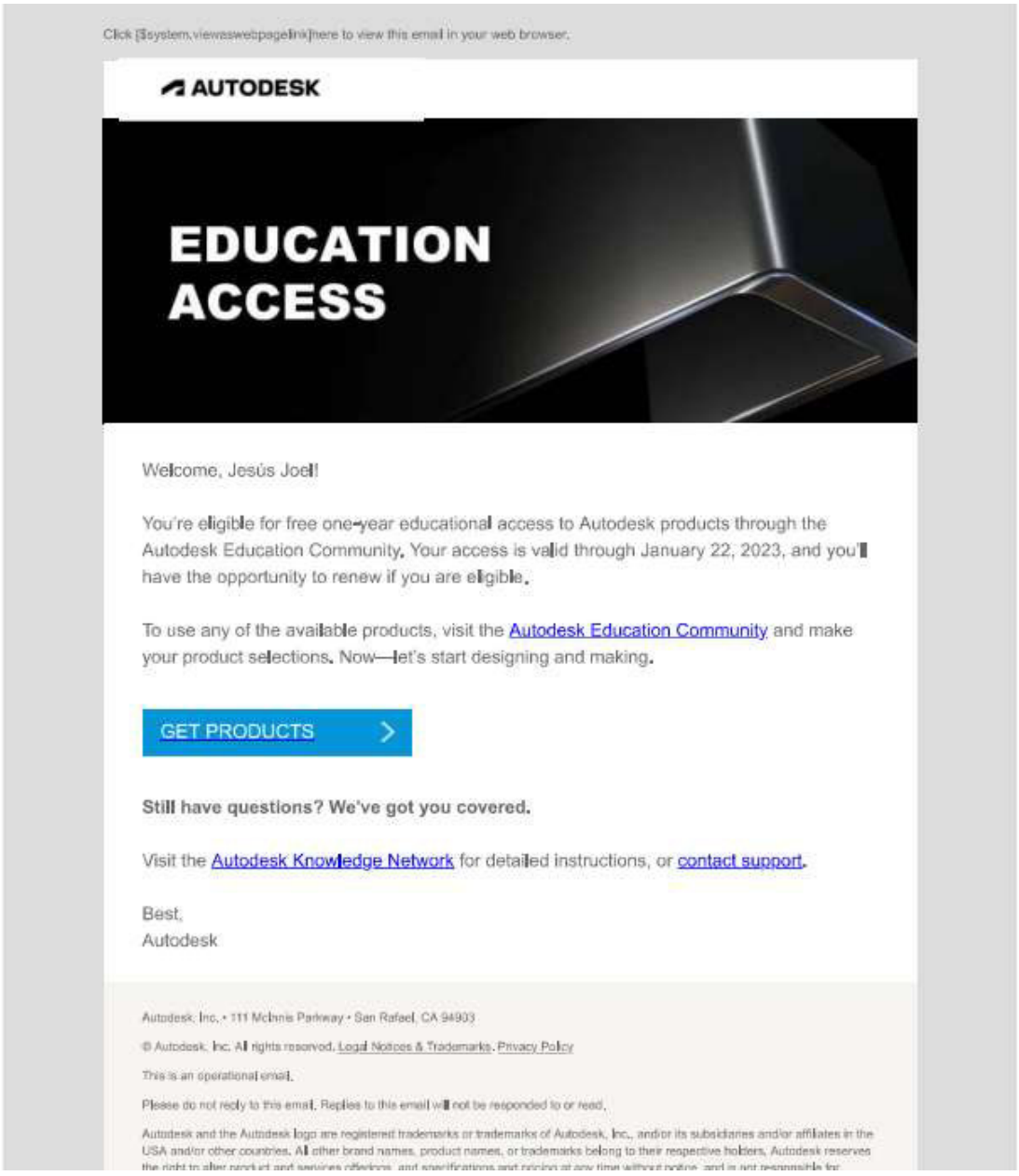
En el caso de que el cliente cambie el número de licencias del Software indicado en la sección Número de serie, este mensaje de correo quedará automáticamente invalidado. El cliente puede solicitar un mensaje de

https://outlook.live.com/mail/0/id/AQQkADAwATZiZmYAZC1iNGRjLTYxNjgtMDACLTAwCgAQAD0Go7mvKaVJgVk7m6%2BJKzg%3D

Nota: Remitida al correo institucional por parte de Autodesk (Comunicación personal).

Figura E 5

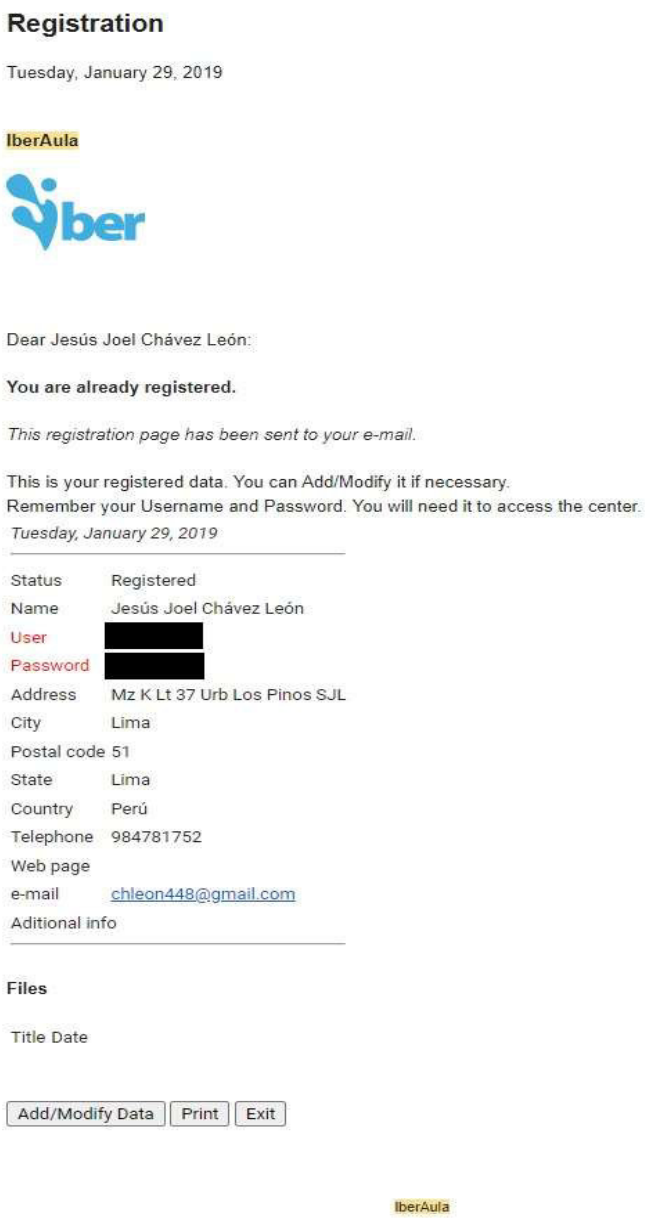
Licencia educativa de uso de programas de Autodesk



Nota: Remitida al correo institucional por parte de Autodesk (Comunicación personal).

Figura E 6

Registro de usuario para descarga libre del programa Iber



Registration

Tuesday, January 29, 2019

IberAula

Dear Jesús Joel Chávez León:

You are already registered.

This registration page has been sent to your e-mail.

This is your registered data. You can Add/Modify it if necessary.
Remember your Username and Password. You will need it to access the center.

Tuesday, January 29, 2019

Status	Registered
Name	Jesús Joel Chávez León
User	[redacted]
Password	[redacted]
Address	Mz K Lt 37 Urb Los Pinos SJL
City	Lima
Postal code	51
State	Lima
Country	Perú
Telephone	984781752
Web page	
e-mail	chleon448@gmail.com
Aditional info	

Files

Title Date

Add/Modify Data | Print | Exit

IberAula

Nota: Remitida al correo institucional por parte de IberAula (Comunicación personal).

9.6. Anexo F: Fichas técnicas y especificaciones de diseño

Figura F 1

Ficha técnica de las barras redondas lisas y pulidas, calidades ASTM A36 y SAE1045

DENOMINACIONES:
REDO LISO A36; REDO LISO SAE1045.
REDO PULI A36; REDO PULI SAE1045.

DESCRIPCIÓN:
Producto laminado en caliente de sección circular, de superficie lisa y pulida (según requerimiento).

USOS:

CALIDAD	USOS
ASTM A36	Estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, cercos, barras de transferencia para pavimento rígido, etc. También para recalcado y mecanizado.
SAE 1045	Pernos y tuercas por recalcado en caliente o mecanizado, ejes, pines, pasadores, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
- Composición Química y Propiedades Mecánicas: SAE J403 (1045), ASTM A36 / A36M, y NTP 350.400

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:
- Barras de diámetros ≤ a 1 1/8": ISO 1035/4 y NTP 241.105
- Barras de diámetros > a 1 1/8": ASTM A6 y NTP 241.105

PRESENTACIÓN:
- Se comercializa en longitudes de 6 metros. En otras longitudes solo a pedido del cliente.
- Las barras de diámetros mayores a 1", son suministradas en estado laminado en caliente y posteriormente pulidas (según requerimiento del cliente).
- Se suministran en paquetes de 1 t.
- La calidad 1045 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color negro.
- La calidad A36 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color verde y la otra mitad con color negro.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES en Kg/m:
REDONDO LISO:

DIÁMETRO NOMINAL (pulg.)	PESO MÉTRICO kg/m	PESO DE LA BARRA kg/6m
3/8	0.56	3.36
1/2	0.99	5.97
5/8	1.55	9.32
3/4	2.24	13.43
7/8	3.05	18.27
1	3.98	23.87
1 1/4	6.22	37.29
1 3/8	7.52	45.12
2	15.91	95.46
2 1/4	20.14	120.82

REDONDO PULIDO:

DIÁMETRO NOMINAL (pulg.)	PESO MÉTRICO kg/m	PESO DE LA BARRA kg/6m
1 1/8	5.03	30.21
1 1/4	6.22	37.29
1 1/2	8.95	53.70
1 3/4	12.18	73.09
2	15.91	95.46
2.1/2	24.86	149.16

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

NORMA	%C máx.	% Mn	%Si max.	%P máx.	%S máx.
ASTM A36	0.26	0.60 - 0.90(*)	0.40.	0.04	0.05
SAE 1045	0.43 - 0.50	0.60 - 0.90	-	0.030	0.050

(*) Para diámetros mayores que 3/4".

PROPIEDADES MECÁNICAS:

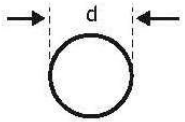
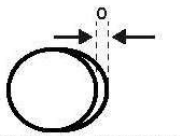
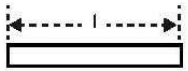
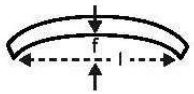
NORMA	LÍMITE DE FLUENCIA MPa (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN MPa (kg/cm²)	ALARGAMIENTO EN 200 mm mín. (%)
ASTM A36	250 (2,530)	400 - 550 (4,080 - 5,620)	20.0
SAE 1045[a]	390 - 540 (4,000 - 5,500)	650 - 800 (6,700 - 8,200)	12.0

(*) Valores Típicos

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:
Barras de diámetro > 1" ASTM A 6/A 6M.

NORMA TÉCNICA	DIÁMETRO NOMINAL (d)	DIÁMETRO (d - mm)	OVALIZACIÓN (o - mm) máx.	DESVIACIÓN DE MÁXIMA DE RECTITUD (f - mm/m)	LONGITUD (L - mm) (*)
ASTM A6	1" < D ≤ 1 1/8"	±0.25	0.38	4.16	+50 -0
	1 1/8" < D ≤ 1 1/4"	±0.28	0.41		
	1 1/4" < D ≤ 1 3/8"	±0.30	0.46		
	1 3/8" < D ≤ 1 1/2"	±0.36	0.53		
	1 1/2" < D ≤ 2"	±0.40	0.58		
	2" < D ≤ 2 1/2"	+ 0.79/- 0.0	0.58		

Barras de diámetro ≤ 1"

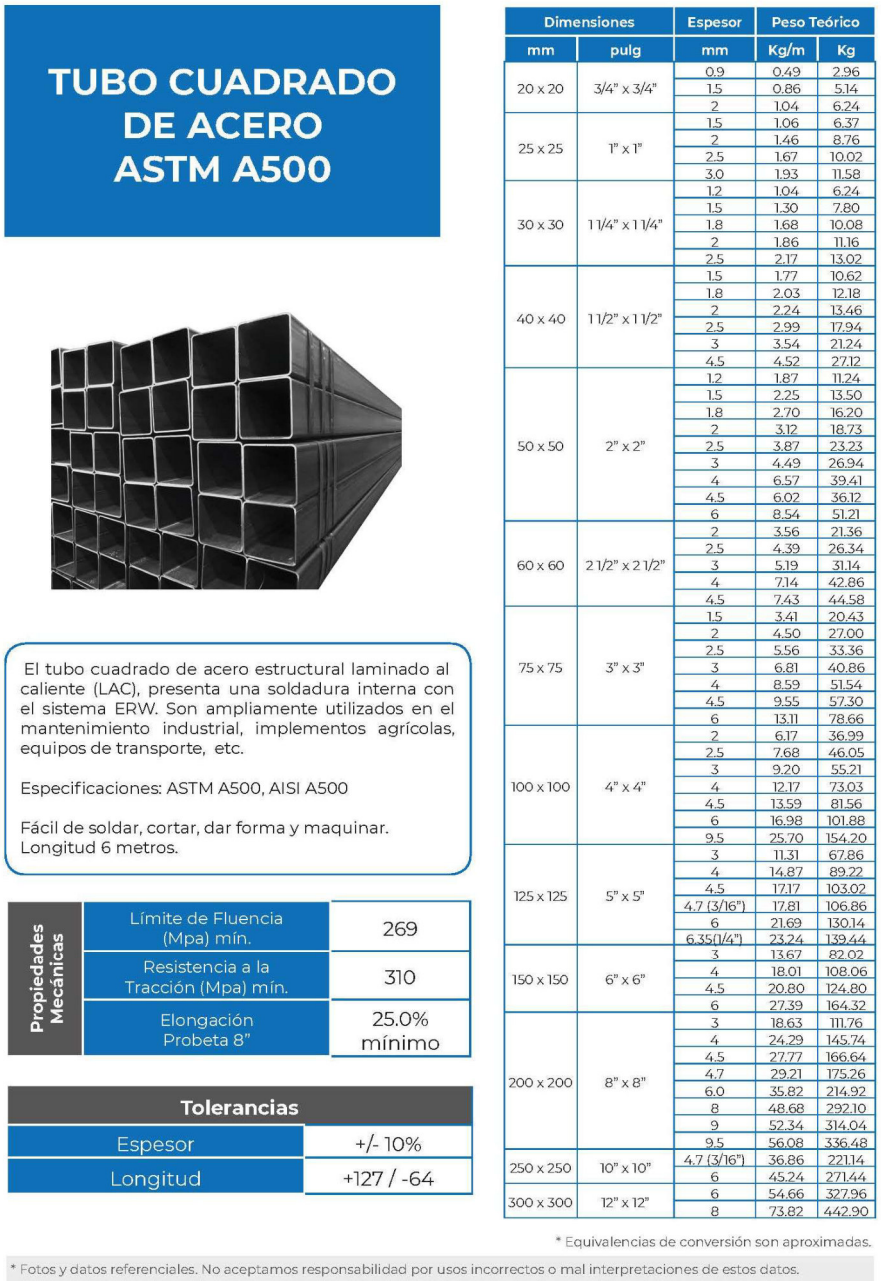
CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	GRÁFICOS
DIMENSIÓN NOMINAL (d)	
OVALIDAD (o)	 o = Ø mayor - Ø menor
LONGITUD DE BARRA (l)*	
DESVIACIÓN MÁXIMA DE RECTITUD (f)**	

(*) Para longitudes no estándar, la tolerancia de longitud se acuerda con el cliente.
(**) No incluye puntas dobladas.

Nota: Extraído de Aceros Arequipa (s.f).

Figura F 2

Ficha técnica de tubos cuadrados de acero, calidad ASTM A500



TUBO CUADRADO DE ACERO ASTM A500

El tubo cuadrado de acero estructural laminado al caliente (LAC), presenta una soldadura interna con el sistema ERW. Son ampliamente utilizados en el mantenimiento industrial, implementos agrícolas, equipos de transporte, etc.

Especificaciones: ASTM A500, AISI A500

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar.
Longitud 6 metros.

Propiedades Mecánicas	
Límite de Fluencia (Mpa) mín.	269
Resistencia a la Tracción (Mpa) mín.	310
Elongación Probeta 8"	25.0% mínimo

Tolerancias	
Espesor	+/- 10%
Longitud	+127 / -64

Dimensiones		Espesor	Peso Teórico	
mm	pulg	mm	Kg/m	Kg
20 x 20	3/4" x 3/4"	0.9	0.49	2.96
		1.5	0.86	5.14
		2	1.04	6.24
25 x 25	1" x 1"	1.5	1.06	6.37
		2	1.46	8.76
		2.5	1.67	10.02
		3.0	1.93	11.58
30 x 30	1 1/4" x 1 1/4"	1.2	1.04	6.24
		1.5	1.30	7.80
		1.8	1.68	10.08
		2	1.86	11.16
		2.5	2.17	13.02
40 x 40	1 1/2" x 1 1/2"	1.5	1.77	10.62
		1.8	2.03	12.18
		2	2.24	13.46
		2.5	2.99	17.94
		3	3.54	21.24
		4.5	4.52	27.12
50 x 50	2" x 2"	1.2	1.87	11.24
		1.5	2.25	13.50
		1.8	2.70	16.20
		2	3.12	18.73
		2.5	3.87	23.23
		3	4.49	26.94
		4	6.57	39.41
		4.5	6.02	36.12
		6	8.54	51.21
60 x 60	2 1/2" x 2 1/2"	2	3.56	21.36
		2.5	4.39	26.34
		3	5.19	31.14
		4	7.14	42.86
		4.5	7.43	44.58
75 x 75	3" x 3"	1.5	3.41	20.43
		2	4.50	27.00
		2.5	5.56	33.36
		3	6.81	40.86
		4	8.59	51.54
		4.5	9.55	57.30
		6	13.11	78.66
100 x 100	4" x 4"	2	6.17	36.99
		2.5	7.68	46.05
		3	9.20	55.21
		4	12.17	73.03
		4.5	13.59	81.56
		6	16.98	101.88
		9.5	25.70	154.20
125 x 125	5" x 5"	3	11.31	67.86
		4	14.87	89.22
		4.5	17.17	103.02
		4.7 (3/16")	17.81	106.86
		6	21.69	130.14
		6.35(1/4")	23.24	139.44
150 x 150	6" x 6"	3	13.67	82.02
		4	18.01	108.06
		4.5	20.80	124.80
		6	27.39	164.32
200 x 200	8" x 8"	3	18.63	111.76
		4	24.29	145.74
		4.5	27.77	166.64
		4.7	29.21	175.26
		6.0	35.82	214.92
		8	48.68	292.10
		9	52.34	314.04
		9.5	56.08	336.48
250 x 250	10" x 10"	4.7 (3/16")	36.86	221.14
		6	45.24	271.44
300 x 300	12" x 12"	6	54.66	327.96
		8	73.82	442.90

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Nota: Extraído de Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.).

Figura F 3

Ficha técnica de planchas de acero, calidad ASTM A36

Planchas de Acero ASTM A36



PLANCHAS DE ACERO A36

Planchas de acero, también conocido como laminado en caliente (LAC) de acero en calidad A36. La plancha es una placa de acero estructural utilizado para la construcción en general y aplicaciones industriales.

Especificaciones: ASTM A36, AISI A36

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar.

Se mide en espesor x ancho x largo

Propiedades Mecánicas		
	Límite de Fluencia (kg/mm2)	24 min.
	Resistencia a la Tracción (kg/mm2)	41 min
	Alargamiento (%) en 50 mm	18 min.

NORMA TÉCNICA	GRADO B				
	C	Mn	P	S	Si
A36	0.25	0.8-1.2 máx	0.040 máx	0.050 máx	0.40 máx

Espesor		Ancho		Largo		Peso Teórico
mm	pulg	mm	pie	mm	pie	Kg/ plancha
1.5	1/16"	1200	4	2400	8	33.91
2.0	5/64"	1200	4	2400	8	44.05
2.5	3/32"	1200	4	2400	8	55.55
2.9	1/8"	1200	4	2400	8	67.08
3.0	1/8"	1200	4	2400	8	67.08
		1500	5	3000	10	109.2
4.4	3/16"	1200	4	2400	8	99.48
4.5	3/16"	1200	4	2400	8	100.50
		1500	5	3000	10	164.5
5.9	1/4"	1200	4	2400	8	133.39
6.0	1/4"	1200	4	2400	8	134.81
		1500	5	3000	10	212.00
		1500	5	6000	20	423.90
7.9	5/16"	1200	4	2400	8	178.34
8.0	5/16"	1200	4	2400	8	180.60
		1500	5	6000	20	565.20
		2400	8	6000	20	904.32
8.9	3/8	1200	4	2400	8	201.00
9.0	3/8"	1200	4	2400	8	203.26
		1500	5	3000	10	318.00
		1500	5	6000	20	635.85
		2400	8	6000	20	10173.36
11.9	1/2"	1200	4	2400	8	278
12.0	1/2"	1200	4	2400	8	279.90
		1500	5	3000	10	424.00
		1500	5	6000	20	847.80
		2400	8	6000	20	1356.48
		3000	10	6000	20	1695.60
16	5/8"	1200	4	2400	8	363.74
		1500	5	6000	20	1130.40
		2400	8	6000	20	1808.64
		3000	10	6000	20	2260.80
19	3/4"	1200	4	2400	8	433.60
		1500	5	3000	10	671.175
		1500	5	6000	20	1342.35
		2400	8	6000	20	2147.76
		3000	10	6000	20	2684.70
25	1"	1500	5	6000	20	1766.25
		2400	8	6000	20	2826.00
		3000	10	6000	20	3532.50
32	1 1/4"	1500	5	6000	20	2260.80
		2400	8	6000	20	3617.28
		3000	10	6000	20	4521.60
38	1 1/2"	1500	5	6000	20	2684.70
		2400	8	6000	20	4295.52
		3000	10	6000	20	5369.40
50	2"	1500	5	6000	20	3532.50
		2400	8	6000	20	5652.00
		3000	10	6000	20	7065.00

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Nota: Extraído de Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.).

Figura F 4

Ficha técnica de ángulos de acero, calidad ASTM A36

Ángulo de Acero ASTM A36



ÁNGULO ESTRUCTURAL A36

Ángulo estructural de acero, es laminado en caliente (LAC), lados iguales forman ángulo recto con radios interiores suavizados, ideales para todas las aplicaciones estructurales, fabricación general y reparaciones.

Especificaciones: ASTM A36, AISI A36

Fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar. Longitud 6m.

Propiedades Mecánicas	
Límite de Fluencia (kg/cm2) mín.	2530
Resistencia a la Tracción (kg/cm2)	4080-5620
Alargamiento en 200 mm 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm, 1/8", 3/32", 4.5 mm y 3/16"	15.0% mínimo
Alargamiento en 200 mm 6.0 mm	17.0% mínimo
Alargamiento en 200 mm 1/4"	17.5% mínimo
Alargamiento en 200 mm 5/16", 3/8" y 1/2"	20.0% mínimo

Lados		Espesor		Peso Teórico
mm	pulg	mm	pulg	Kg/6m
19 x 19	3/4" x 3/4"	2.0	5/64"	3.582
		2.5	3/32"	4.416
		3.0	1/8"	5.226
25 x 25	1" x 1"	3.0	1/8"	7.143
		4.5	3/16"	10.358
		6.0	1/4"	13.304
30 x 30	1 1/4" x 1 1/4"	3.0	1/8"	9.018
		4.5	3/16"	13.215
		6.0	1/4"	17.144
38 x 38	1 1/2" x 1 1/2"	3.0	1/8"	10.983
		4.5	3/16"	16.072
		6.0	1/4"	20.894
50 x 50	2" x 2"	3.0	1/8"	14.733
		4.5	3/16"	21.787
		6.0	1/4"	28.483
		8.0	5/16"	35.002
		9.5	3/8"	41.966
63 x 63	2 1/2" x 2 1/2"	4.5	3/16"	27.412
		6.0	1/4"	36.609
		8.0	5/16"	44.645
		9.5	3/8"	52.681
75 x 75	3" x 3"	4.5	3/16"	33.126
		6.0	1/4"	42.752
		8.0	5/16"	54.467
		9.5	3/8"	64.289
		12	1/2"	83.932
100 x 100	4" x 4"	6.0	1/4"	58.932
		8.0	5/16"	73.218
		9.5	3/8"	87.504
		12	1/2"	114.288

* Equivalencias de conversión son aproximadas.

* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

Nota: Extraído de Fiorella Representaciones S.A.C. (s.f.).

Figura F 5

Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

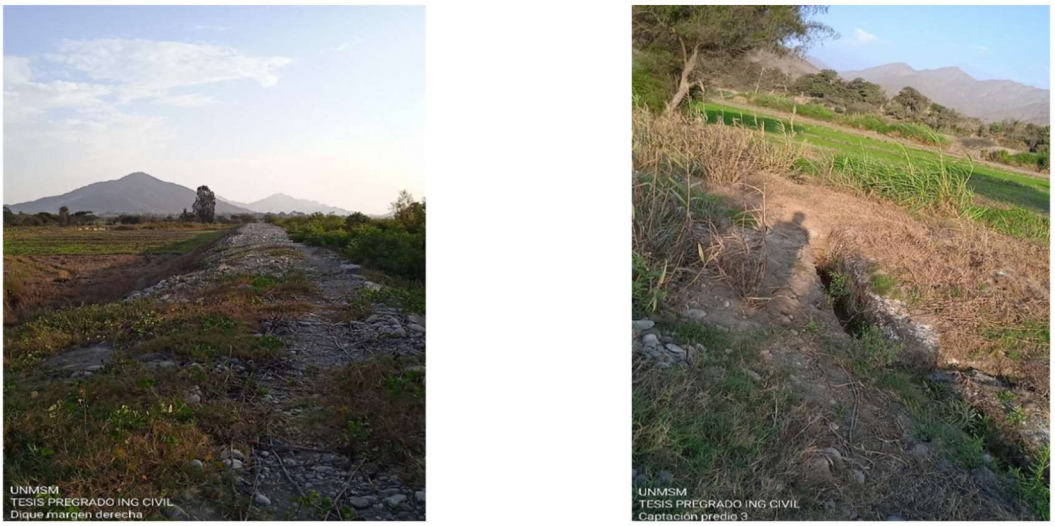
	Espesor mínimo, ***h***			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Nota: Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal ($w_c = 2{,}400\ kg/m^3$) y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue: (a) Para concreto liviano estructural de peso unitario w_c dentro del rango de 1,500 a 2,000 kg/m^3, los valores de la tabla deben multiplicarse por $(1.65 - 0.0003w_c)$, pero no menos de 1.09. (b) Para f_y distinto de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por $(0.4 + f_y/700)$. Extraído de *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05), pp. 125* (American Concrete Institute, 2005).

9.7. Anexo G: Panel fotográfico

Figura G 1

Dique de protección en margen izquierdo del río Chicama y sistema de riego por gravedad



(a) (b)

Nota: En la figura G-1-(a) se aprecia el dique de protección existente en el margen izquierdo del río Chicama. En la figura G-1-(b) se muestra un predio que cuenta con sistema de riego por gravedad para sus cultivos. Elaboración propia.

Figura G 2

Canal natural de conducción y toma de agua construida con materiales precarios



Nota: En la figura G-2-(a) se aprecia el filtro de madera para materiales. En la figura G-2-(b) se muestra el canal natural de conducción. En la figura G-2-(c) se observa presencia de vegetación en el dique de enrocado existente. En la figura G-2-(d) se reconoce la ubicación propuesta para el aforador Parshall . Elaboración propia.

Figura G 3

Dique de enrocado en la margen izquierda del río Chicama



Nota: Elaboración propia.

Figura G 4

Reunión con la Comisión de Regantes de Sausal



Nota: Elaboración propia.

Figura G 5

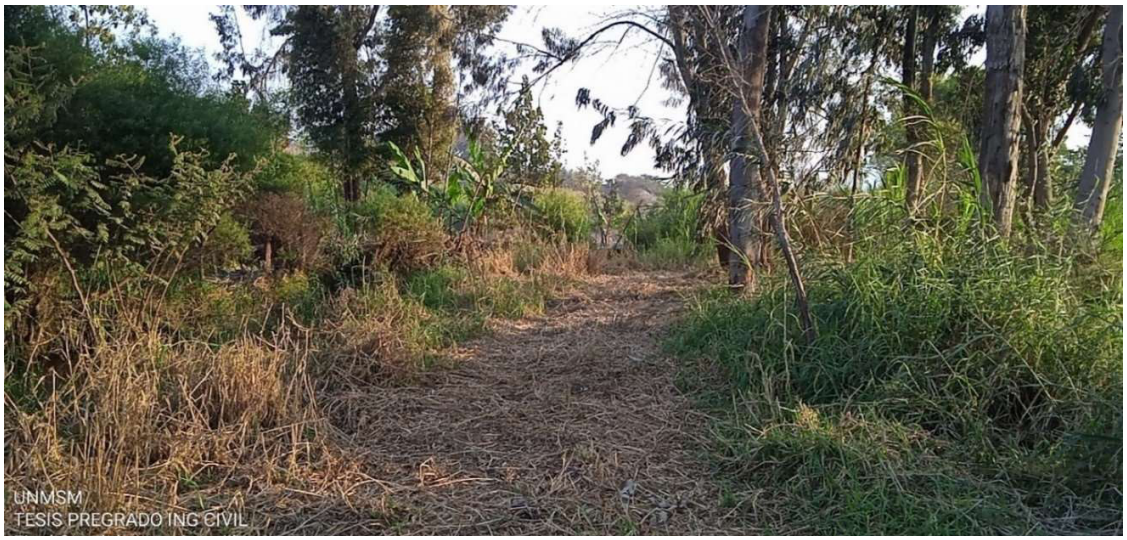
Estado actual del canal de conducción, sin revestimiento



Nota: Elaboración propia.

Figura G 6

Predio en la margen izquierda del río Chicama



Nota: Elaboración propia.

Figura G 7

Vista panorámica del río Chicama en época de estiaje



Nota: Elaboración propia.

Figura G 8

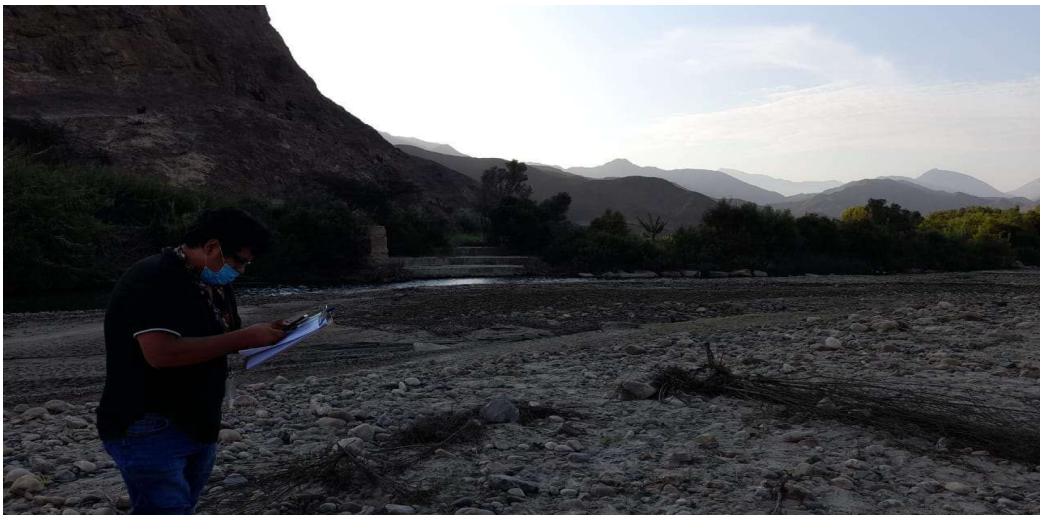
Vista del río Chicama en época de estiaje, margen derecho



Nota: Elaboración propia.

Figura G 9

Río Chicama, parte central donde se propone ubicar el barraje fijo



Nota: Elaboración propia.

Figura G 10

Predio agrícola con sistema de toma a partir de canal natural



Nota: Elaboración propia.

Figura G 11

Sembrío de arroz en predio agrícola



Nota: Elaboración propia.

Figura G 12

Sembrío de uva en predio agrícola



Nota: Elaboración propia.

Figura G 13

Sistema de riego por gravedad en predio agrícola para el sembrío de arroz



Nota: Elaboración propia.

Figura G 14

Canal de riego en predio agrícola para sembrío de arroz



Nota: Elaboración propia.

Figura G 15

Sembrío de caña de azúcar en predio agrícola



Nota: Elaboración propia.

Figura G 16

Predio agrícola con plantaciones de uva en estado de crecimiento



Nota: Elaboración propia.

Figura G 17

Preparación de la tierra para la siembra de uvas



Nota: Elaboración propia.

Figura G 18

Vista panorámica del canal y el aliviadero lateral (de izquierda a derecha), sin revestimiento.



Nota: Elaboración propia.

Figura G 19

Reconocimiento de campo, quebrada Palenque



Nota: Elaboración propia.

Figura G 20

Entrada a la quebrada Palenque



Nota: Elaboración propia.

Figura G 21

Inspección visual, rastros de movimiento de rocas en la quebrada Palenque.



Nota: Elaboración propia.

Figura G 22

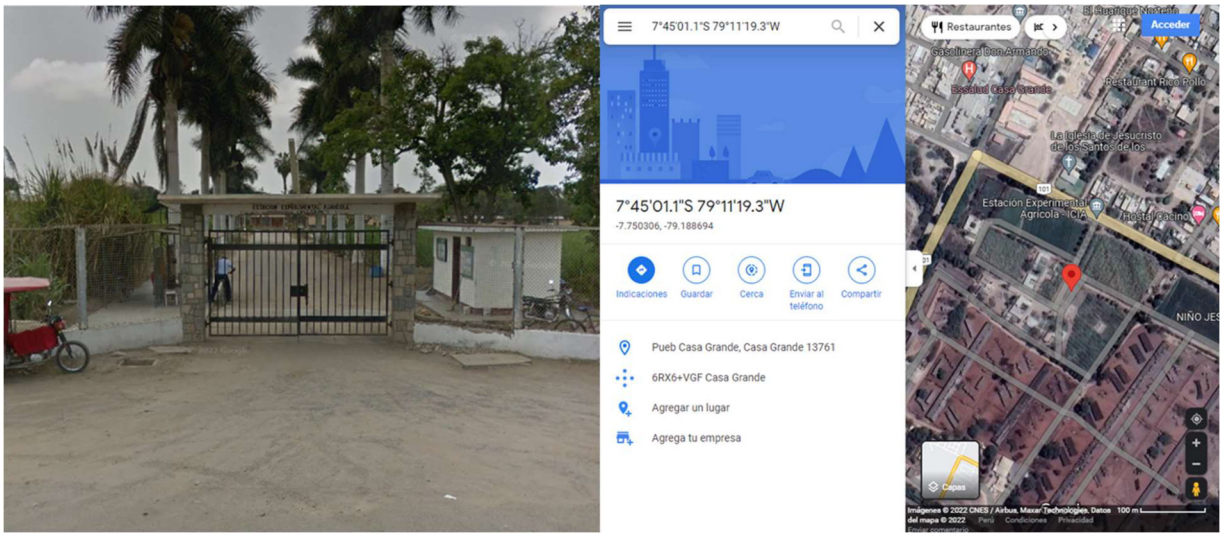
Rastro de flujo de detritos en quebrada Palenque, hacia la bocatoma La Barranca



Nota: Elaboración propia.

Figura G 23

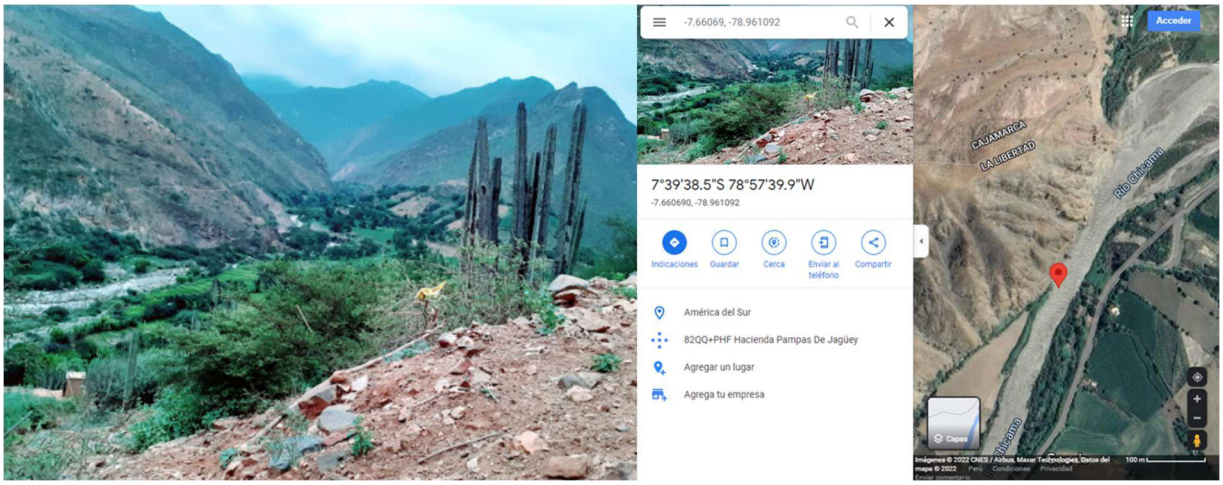
Ubicación de la estación meteorológica Casagrande



Nota: Extraído de Google Maps (s.f.)

Figura G 24

Ubicación de la estación meteorológica Casagrande

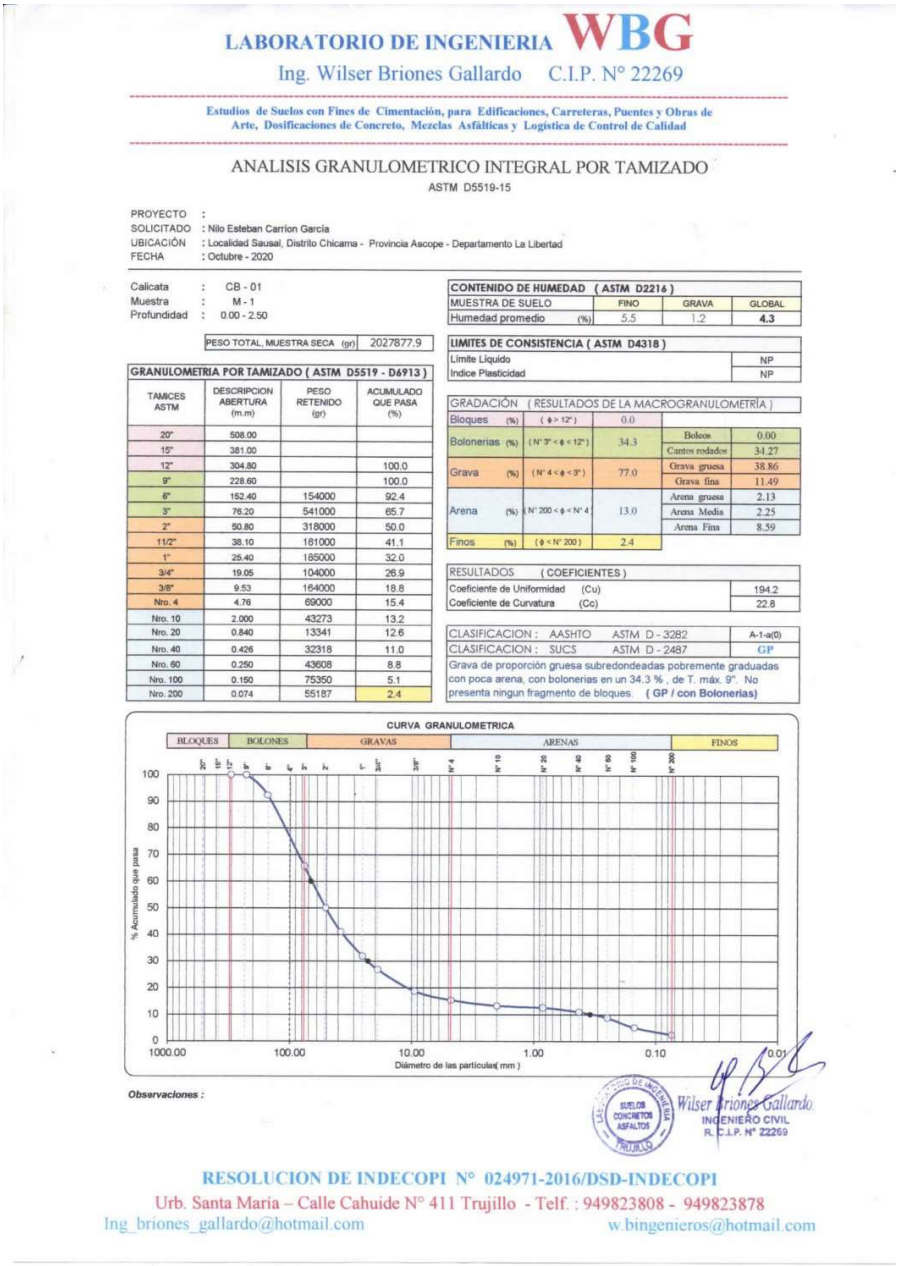


Nota: Extraído de Google Maps (s.f.)

9.8. Anexo H: Resultados del estudio de Mecánica de Suelos

Figura H 1

Análisis granulométrico integral por tamizado, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO INTEGRAL POR TAMIZADO

ASTM D5519-15

PROYECTO :
SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

Calicata : CB - 01
Muestra : M - 1
Profundidad : 0.00 - 2.50

PESO TOTAL, MUESTRA SECA (gr) 2027877.9

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO (ASTM D5519 - D6913)

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m)	PESO RETENIDO (gr)	ACUMULADO QUE PASA (%)
20"	508.00		
15"	381.00		
12"	304.80		100.0
9"	228.60		100.0
6"	152.40	154000	92.4
3"	76.20	541000	65.7
2"	50.80	318000	50.0
11/2"	38.10	181000	41.1
1"	25.40	185000	32.0
3/4"	19.05	104000	26.9
3/8"	9.53	164000	18.8
Nro. 4	4.76	69000	15.4
Nro. 10	2.000	43273	13.2
Nro. 20	0.840	13341	12.6
Nro. 40	0.426	32318	11.0
Nro. 60	0.250	43608	8.8
Nro. 100	0.150	75350	5.1
Nro. 200	0.074	55187	2.4

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

MUESTRA DE SUELO	FINO	GRAVA	GLOBAL
Humedad promedio (%)	5.5	1.2	4.3

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)

Límite Líquido	NP
Indice Plasticidad	NP

GRADACIÓN (RESULTADOS DE LA MACROGRANULOMETRÍA)

Bloques (%)	(ϕ > 12")	0.0		
Bolonerias (%)	(N° 3" < ϕ < 12")	34.3	Bolos	0.00
			Cantos rodados	34.27
Grava (%)	(N° 4 < ϕ < 3")	77.0	Grava gruesa	38.86
			Grava fina	11.49
Arena (%)	(N° 200 < ϕ < N° 4)	13.0	Arena gruesa	2.13
			Arena Media	2.25
			Arena Fina	8.59
Finos (%)	(ϕ < N° 200)	2.4		

RESULTADOS (COEFICIENTES)

Coeficiente de Uniformidad	(Cu)	194.2
Coeficiente de Curvatura	(Cc)	22.8

CLASIFICACION : AASHTO ASTM D - 3282 A-1-a(0)

CLASIFICACION : SUCS ASTM D - 2487 GP

Grava de proporción gruesa subredondeadas pobremente graduadas con poca arena, con bolonerias en un 34.3 % , de T. máx. 9". No presenta ningun fragmento de bloques. (GP / con Bolonerias)

CURVA GRANULOMETRICA

BLOQUES | BOLONES | GRAVAS | ARENAS | FINOS

% Acumulado que pasa

Diámetro de las partículas(mm)

Observaciones :

SUELOS CONCRETOS ASFALTOS

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

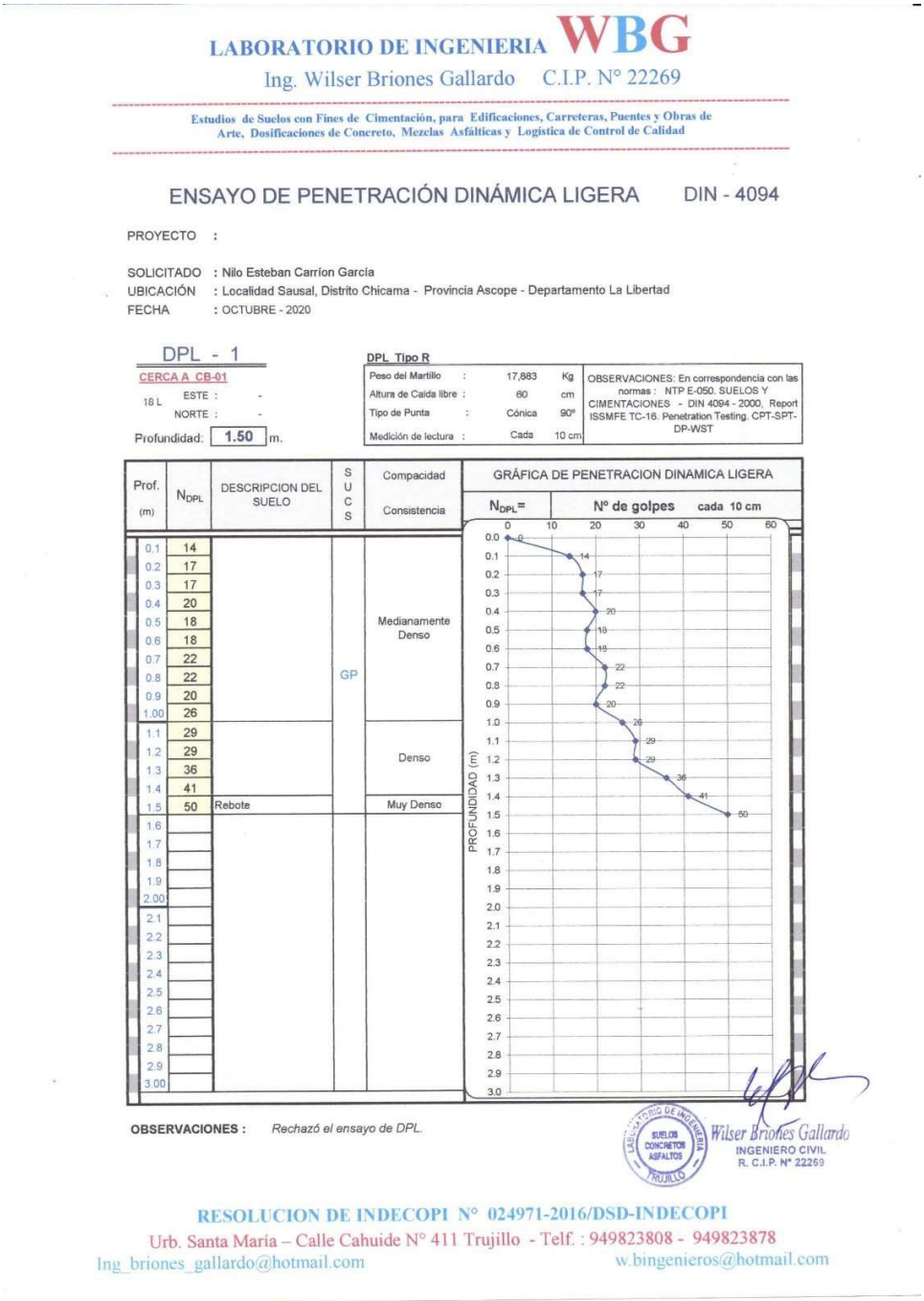
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 2

Ensayo de penetración dinámica ligera, punto DPL-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN - 4094

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : OCTUBRE - 2020

DPL - 1
CERCA A CB-01
18 L ESTE : -
NORTE : -
Profundidad: 1.50 m.

DPL Tipo R

Peso del Martillo	:	17,883	Kg
Altura de Caida libre	:	60	cm
Tipo de Punta	:	Cónica	90°
Medición de lectura	:	Cada	10 cm

OBSERVACIONES: En correspondencia con las normas : NTP E-050. SUELOS Y CIMENTACIONES - DIN 4094 - 2000, Report ISSMFE TC-16. Penetration Testing. CPT-SPT-DP-WST

Prof. (m)	N_{DPL}	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	Compacidad Consistencia
0.1	14		GP	Medianamente Denso
0.2	17			
0.3	17			
0.4	20			
0.5	18			
0.6	18			
0.7	22			
0.8	22			
0.9	20			
1.00	26			
1.1	29			Denso
1.2	29			
1.3	36			
1.4	41			
1.5	50	Rebote		Muy Denso
1.6				
1.7				
1.8				
1.9				
2.00				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
3.00				

GRÁFICA DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

N_{DPL}= N° de golpes cada 10 cm

PROFUNDIDAD (m)

OBSERVACIONES : Rechazó el ensayo de DPL.

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

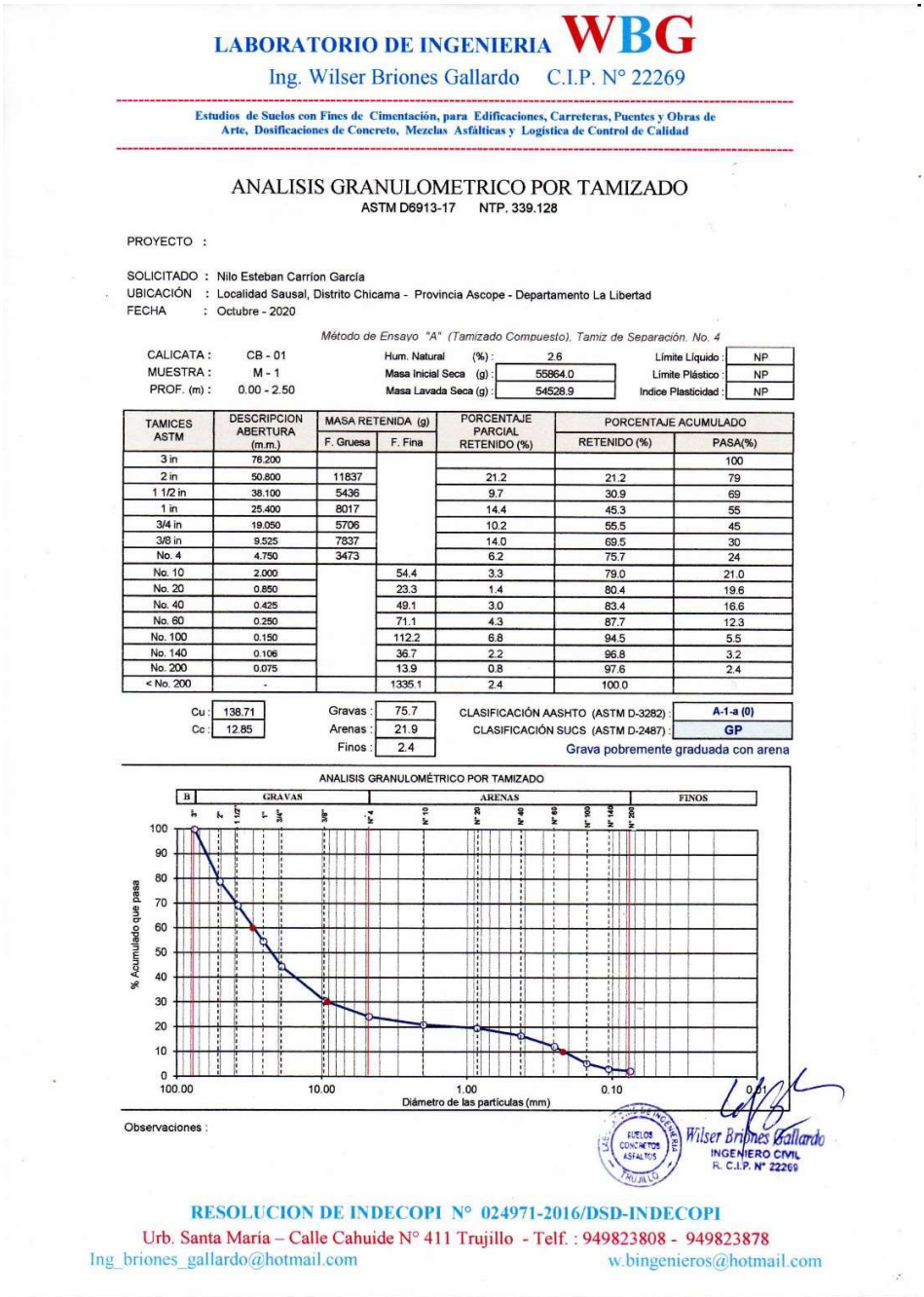
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 3

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "A" (Tamizado Compuesto), Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 01	Hum. Natural (%) :	2.6	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 1	Masa Inicial Seca (g) :	55864.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	0.00 - 2.50	Masa Lavada Seca (g) :	54528.9	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800	11837		21.2	21.2	79
1 1/2 in	38.100	5436		9.7	30.9	69
1 in	25.400	8017		14.4	45.3	55
3/4 in	19.050	5706		10.2	55.5	45
3/8 in	9.525	7837		14.0	69.5	30
No. 4	4.750	3473		6.2	75.7	24
No. 10	2.000		54.4	3.3	79.0	21.0
No. 20	0.850		23.3	1.4	80.4	19.6
No. 40	0.425		49.1	3.0	83.4	16.6
No. 60	0.250		71.1	4.3	87.7	12.3
No. 100	0.150		112.2	6.8	94.5	5.5
No. 140	0.106		36.7	2.2	96.8	3.2
No. 200	0.075		13.9	0.8	97.6	2.4
< No. 200	-		1335.1	2.4	100.0	

Cu :	138.71	Gravas :	75.7	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-1-a (0)
Cc :	12.85	Arenas :	21.9	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	GP
		Finos :	2.4	Grava pobremente graduada con arena	

Observaciones :

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

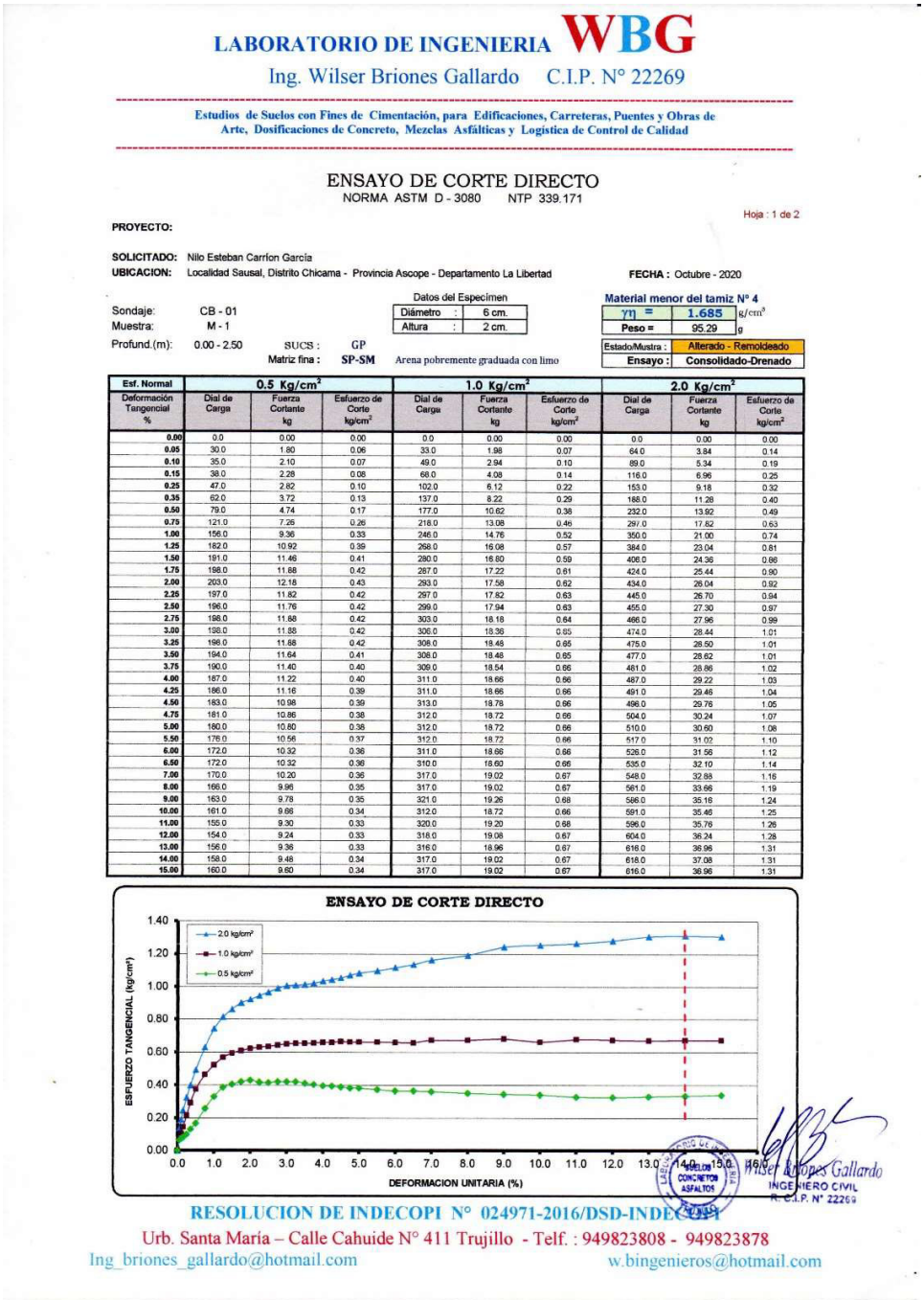
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 4

Ensayo de corte directo, muestras extraídas de calicata CB-01 (Parte 1)



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM D - 3080 NTP 339.171

Hoja : 1 de 2

PROYECTO:

SOLICITADO: Nilo Esteban Carrion Garcia

UBICACION: Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Sondaje: CB - 01
Muestra: M - 1
Profund.(m): 0.00 - 2.50

SUCS : GP
Matriz fina : SP-SM
Arena pobremente graduada con limo

Datos del Especimen

Diámetro	:	6 cm.
Altura	:	2 cm.

Material menor del tamiz N° 4

γη =	1.685	g/cm³
Peso =	95.29	g

Estado/Mustra : Alterado - Remoldeado
Ensayo : Consolidado-Drenado

Esf. Normal	0.5 Kg/cm²			1.0 Kg/cm²			2.0 Kg/cm²		
Deformación Tangencial %	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	30.0	1.80	0.06	33.0	1.98	0.07	64.0	3.84	0.14
0.10	35.0	2.10	0.07	49.0	2.94	0.10	89.0	5.34	0.19
0.15	38.0	2.28	0.08	68.0	4.08	0.14	116.0	6.96	0.25
0.25	47.0	2.82	0.10	102.0	6.12	0.22	153.0	9.18	0.32
0.35	62.0	3.72	0.13	137.0	8.22	0.29	188.0	11.28	0.40
0.50	79.0	4.74	0.17	177.0	10.62	0.38	232.0	13.92	0.49
0.75	121.0	7.26	0.26	218.0	13.08	0.46	297.0	17.82	0.63
1.00	156.0	9.36	0.33	246.0	14.76	0.52	350.0	21.00	0.74
1.25	182.0	10.92	0.39	268.0	16.08	0.57	384.0	23.04	0.81
1.50	191.0	11.46	0.41	280.0	16.80	0.59	406.0	24.36	0.86
1.75	198.0	11.88	0.42	287.0	17.22	0.61	424.0	25.44	0.90
2.00	203.0	12.18	0.43	293.0	17.58	0.62	434.0	26.04	0.92
2.25	197.0	11.82	0.42	297.0	17.82	0.63	445.0	26.70	0.94
2.50	196.0	11.76	0.42	299.0	17.94	0.63	455.0	27.30	0.97
2.75	198.0	11.88	0.42	303.0	18.18	0.64	466.0	27.96	0.99
3.00	198.0	11.88	0.42	306.0	18.36	0.65	474.0	28.44	1.01
3.25	196.0	11.88	0.42	308.0	18.48	0.65	475.0	28.50	1.01
3.50	194.0	11.64	0.41	308.0	18.48	0.65	477.0	28.62	1.01
3.75	190.0	11.40	0.40	309.0	18.54	0.66	481.0	28.86	1.02
4.00	187.0	11.22	0.40	311.0	18.66	0.66	487.0	29.22	1.03
4.25	186.0	11.16	0.39	311.0	18.66	0.66	491.0	29.46	1.04
4.50	183.0	10.98	0.39	313.0	18.78	0.66	496.0	29.76	1.05
4.75	181.0	10.86	0.38	312.0	18.72	0.66	504.0	30.24	1.07
5.00	180.0	10.80	0.38	312.0	18.72	0.66	510.0	30.60	1.08
5.50	176.0	10.56	0.37	312.0	18.72	0.66	517.0	31.02	1.10
6.00	172.0	10.32	0.36	311.0	18.66	0.66	526.0	31.56	1.12
6.50	172.0	10.32	0.36	310.0	18.60	0.66	535.0	32.10	1.14
7.00	170.0	10.20	0.36	317.0	19.02	0.67	548.0	32.88	1.16
8.00	166.0	9.96	0.35	317.0	19.02	0.67	561.0	33.66	1.19
9.00	163.0	9.78	0.35	321.0	19.26	0.68	586.0	35.16	1.24
10.00	161.0	9.66	0.34	312.0	18.72	0.66	591.0	35.46	1.25
11.00	155.0	9.30	0.33	320.0	19.20	0.68	596.0	35.76	1.26
12.00	154.0	9.24	0.33	318.0	19.08	0.67	604.0	36.24	1.28
13.00	156.0	9.36	0.33	316.0	18.96	0.67	616.0	36.96	1.31
14.00	158.0	9.48	0.34	317.0	19.02	0.67	618.0	37.08	1.31
15.00	160.0	9.60	0.34	317.0	19.02	0.67	616.0	36.96	1.31

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

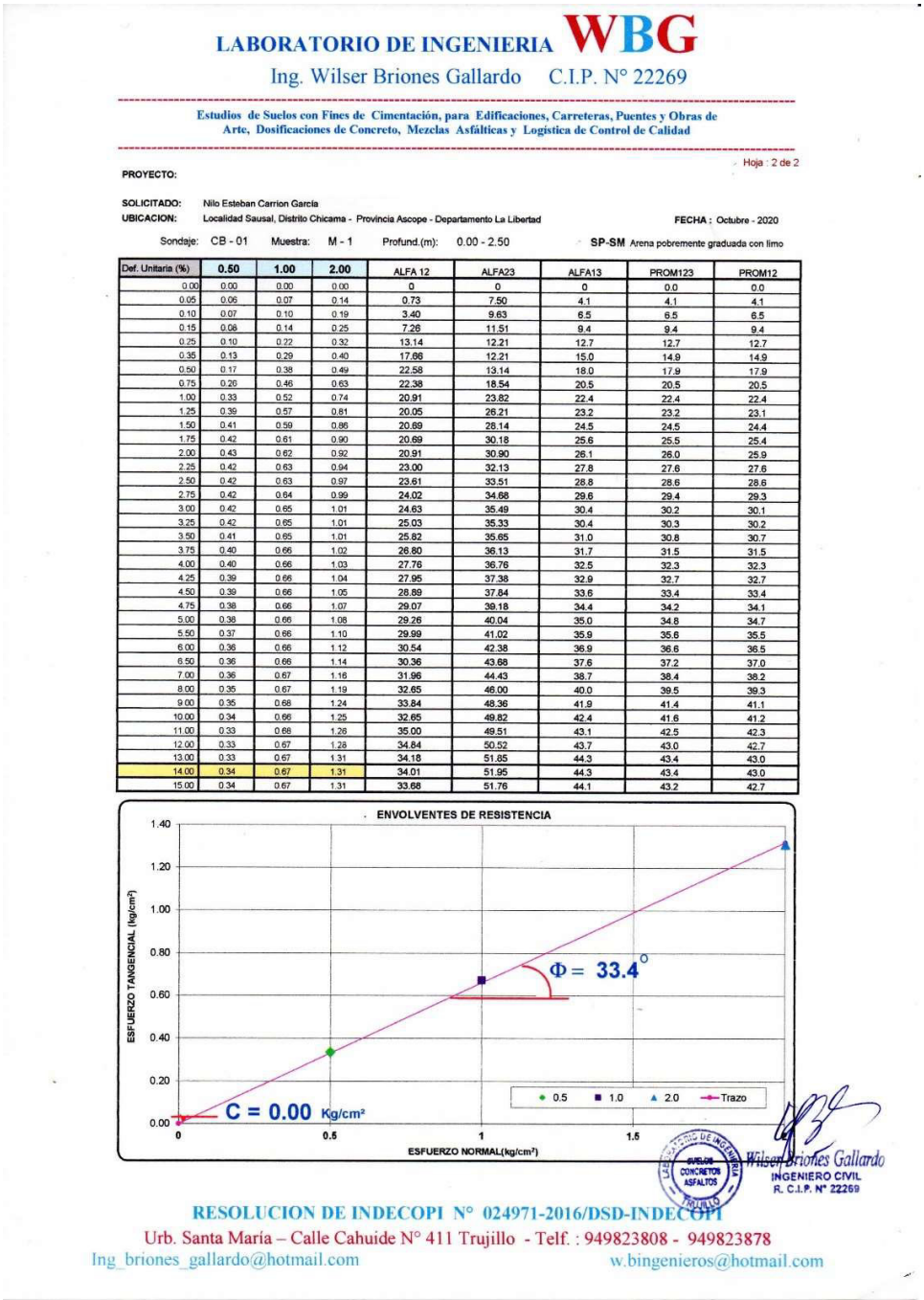
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 5

Ensayo de corte directo, muestras extraídas de calicata CB-01 (Parte 2)



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

Hoja : 2 de 2

PROYECTO:

SOLICITADO: Nilo Esteban Carrion Garcia

UBICACION: Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad FECHA : Octubre - 2020

Sondaje: CB - 01 Muestra: M - 1 Profund.(m): 0.00 - 2.50 SP-SM Arena pobremente graduada con limo

Def. Unitaria (%)	0.50	1.00	2.00	ALFA 12	ALFA23	ALFA13	PROM123	PROM12
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.0	0.0
0.05	0.06	0.07	0.14	0.73	7.50	4.1	4.1	4.1
0.10	0.07	0.10	0.19	3.40	9.63	6.5	6.5	6.5
0.15	0.08	0.14	0.25	7.26	11.51	9.4	9.4	9.4
0.25	0.10	0.22	0.32	13.14	12.21	12.7	12.7	12.7
0.35	0.13	0.29	0.40	17.66	12.21	15.0	14.9	14.9
0.50	0.17	0.38	0.49	22.58	13.14	18.0	17.9	17.9
0.75	0.26	0.46	0.63	22.38	18.54	20.5	20.5	20.5
1.00	0.33	0.52	0.74	20.91	23.82	22.4	22.4	22.4
1.25	0.39	0.57	0.81	20.05	26.21	23.2	23.2	23.1
1.50	0.41	0.59	0.86	20.69	28.14	24.5	24.5	24.4
1.75	0.42	0.61	0.90	20.69	30.18	25.6	25.5	25.4
2.00	0.43	0.62	0.92	20.91	30.90	26.1	26.0	25.9
2.25	0.42	0.63	0.94	23.00	32.13	27.8	27.6	27.6
2.50	0.42	0.63	0.97	23.61	33.51	28.8	28.6	28.6
2.75	0.42	0.64	0.99	24.02	34.68	29.6	29.4	29.3
3.00	0.42	0.65	1.01	24.63	35.49	30.4	30.2	30.1
3.25	0.42	0.65	1.01	25.03	35.33	30.4	30.3	30.2
3.50	0.41	0.65	1.01	25.82	35.65	31.0	30.8	30.7
3.75	0.40	0.66	1.02	26.80	36.13	31.7	31.5	31.5
4.00	0.40	0.66	1.03	27.76	36.76	32.5	32.3	32.3
4.25	0.39	0.66	1.04	27.95	37.38	32.9	32.7	32.7
4.50	0.39	0.66	1.05	28.89	37.84	33.6	33.4	33.4
4.75	0.38	0.66	1.07	29.07	38.18	34.4	34.2	34.1
5.00	0.38	0.66	1.08	29.26	40.04	35.0	34.8	34.7
5.50	0.37	0.66	1.10	29.99	41.02	35.9	35.6	35.5
6.00	0.36	0.66	1.12	30.54	42.38	36.9	36.6	36.5
6.50	0.36	0.66	1.14	30.36	43.68	37.6	37.2	37.0
7.00	0.36	0.67	1.16	31.96	44.43	38.7	38.4	38.2
8.00	0.35	0.67	1.19	32.65	46.00	40.0	39.5	39.3
9.00	0.35	0.68	1.24	33.84	48.36	41.9	41.4	41.1
10.00	0.34	0.66	1.25	32.65	49.82	42.4	41.6	41.2
11.00	0.33	0.68	1.26	35.00	49.51	43.1	42.5	42.3
12.00	0.33	0.67	1.28	34.84	50.52	43.7	43.0	42.7
13.00	0.33	0.67	1.31	34.18	51.85	44.3	43.4	43.0
14.00	0.34	0.67	1.31	34.01	51.95	44.3	43.4	43.0
15.00	0.34	0.67	1.31	33.68	51.76	44.1	43.2	42.7

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

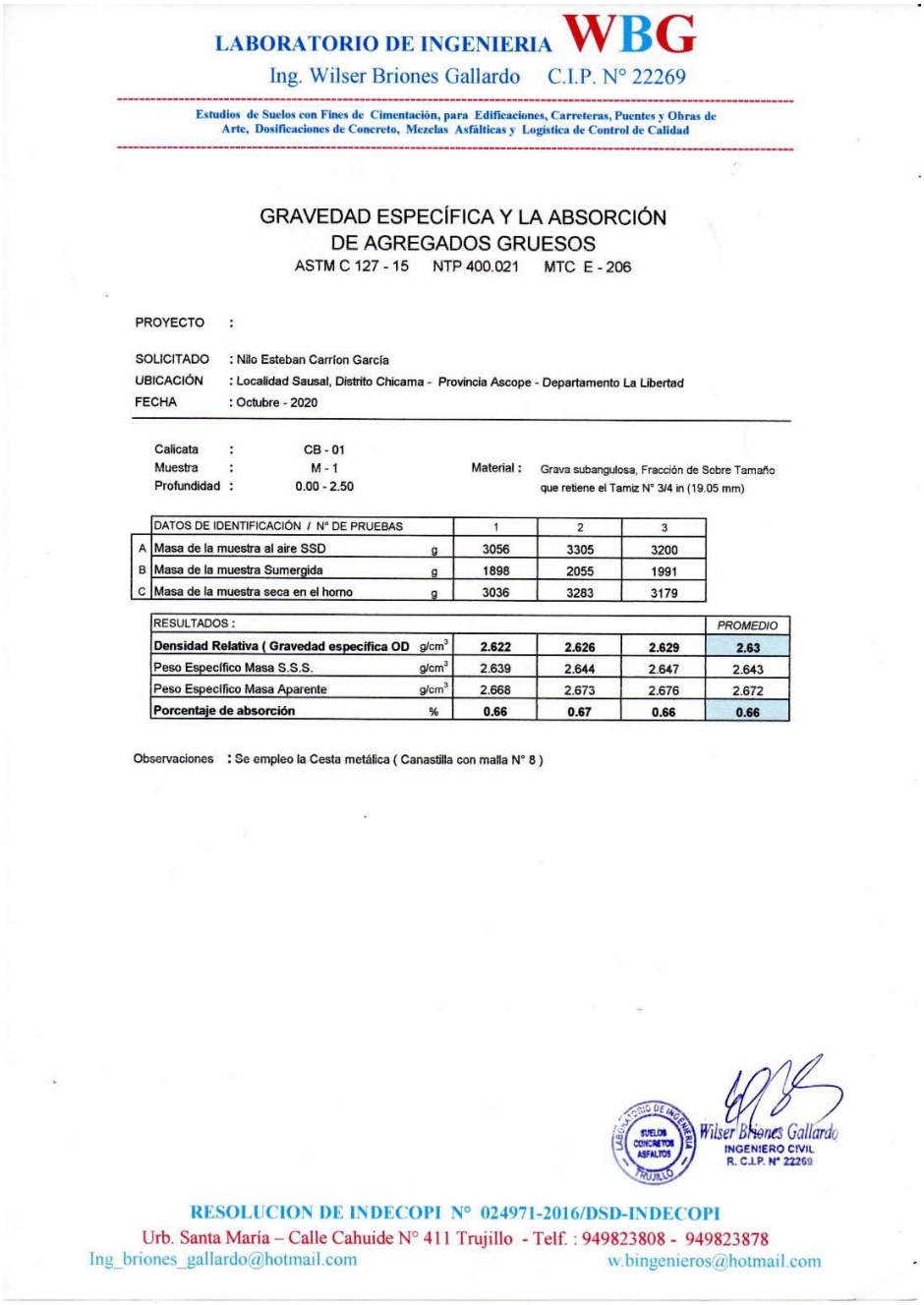
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 6

Gravedad específica y absorción de agregados gruesos, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127 - 15 NTP 400.021 MTC E - 206

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrión García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Calicata : CB - 01

Muestra : M - 1

Profundidad : 0.00 - 2.50

Material : Grava subangulosa, Fracción de Sobre Tamaño que retiene el Tamiz N° 3/4 in (19.05 mm)

	DATOS DE IDENTIFICACIÓN / N° DE PRUEBAS		1	2	3
A	Masa de la muestra al aire SSD	g	3056	3305	3200
B	Masa de la muestra Sumergida	g	1898	2055	1991
C	Masa de la muestra seca en el horno	g	3036	3283	3179

RESULTADOS :					PROMEDIO
Densidad Relativa (Gravedad específica OD	g/cm³	**2.622**	**2.626**	**2.629**	**2.63**
Peso Específico Masa S.S.S.	g/cm³	2.639	2.644	2.647	2.643
Peso Específico Masa Aparente	g/cm³	2.668	2.673	2.676	2.672
Porcentaje de absorción	%	**0.66**	**0.67**	**0.66**	**0.66**

Observaciones : Se empleo la Cesta metálica (Canastilla con malla N° 8)

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

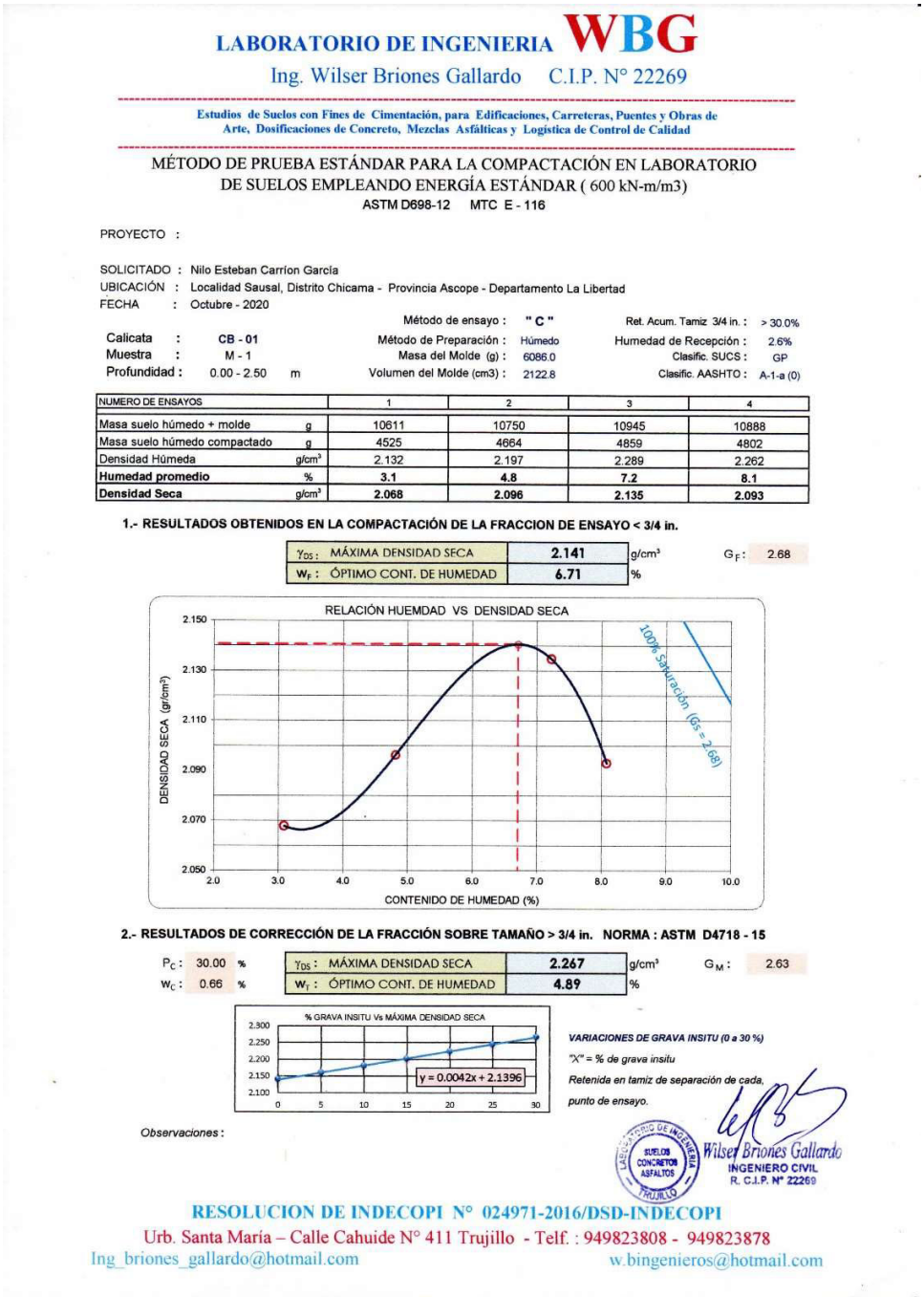
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 7

Ensayo de compactación, muestras extraídas de calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS EMPLEANDO ENERGÍA ESTÁNDAR (600 kN-m/m3)

ASTM D698-12 MTC E - 116

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

Calicata : CB - 01
Muestra : M - 1
Profundidad : 0.00 - 2.50 m

Método de ensayo : " C "
Método de Preparación : Húmedo
Masa del Molde (g) : 6086.0
Volumen del Molde (cm3) : 2122.8

Ret. Acum. Tamiz 3/4 in. : > 30.0%
Humedad de Recepción : 2.6%
Clasific. SUCS : GP
Clasific. AASHTO : A-1-a (0)

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Masa suelo húmedo + molde	g	10611	10750	10945	10888
Masa suelo húmedo compactado	g	4525	4664	4859	4802
Densidad Húmeda	g/cm³	2.132	2.197	2.289	2.262
Humedad promedio	%	**3.1**	**4.8**	**7.2**	**8.1**
Densidad Seca	g/cm³	**2.068**	**2.096**	**2.135**	**2.093**

1.- RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCION DE ENSAYO < 3/4 in.

γ_{DS} :	MÁXIMA DENSIDAD SECA	**2.141**	g/cm³
W_F :	ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	**6.71**	%

G_F : 2.68

2.- RESULTADOS DE CORRECCIÓN DE LA FRACCIÓN SOBRE TAMAÑO > 3/4 in. NORMA : ASTM D4718 - 15

P_C : 30.00 %
w_C : 0.66 %

γ_{DS} :	MÁXIMA DENSIDAD SECA	**2.267**	g/cm³
w_T :	ÓPTIMO CONT. DE HUMEDAD	**4.89**	%

G_M : 2.63

VARIACIONES DE GRAVA INSITU (0 a 30 %)
"X" = % de grava insitu
Retenida en tamiz de separación de cada,
punto de ensayo.

Observaciones :

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

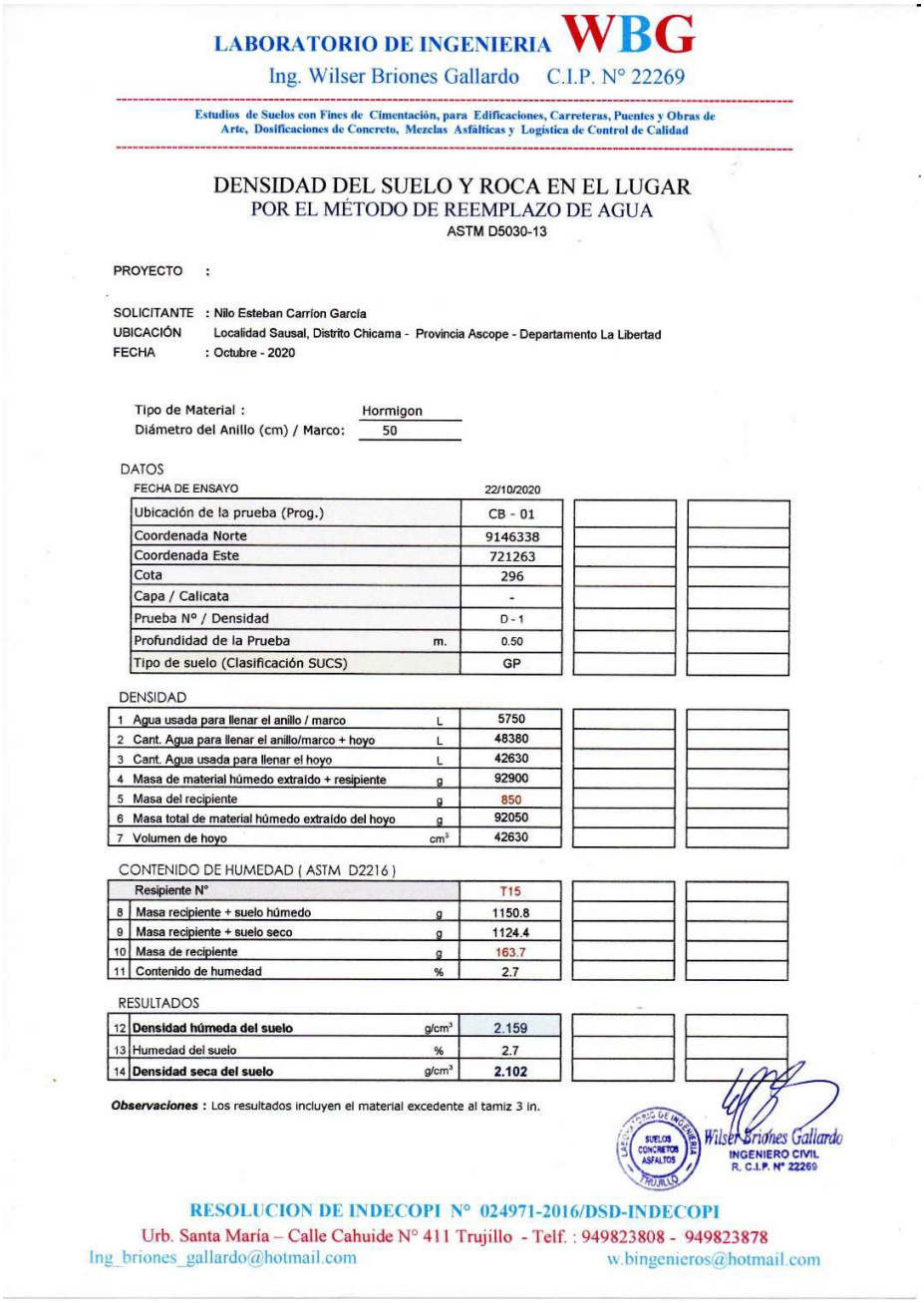
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 8

Densidad del suelo y roca in situ, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

DENSIDAD DEL SUELO Y ROCA EN EL LUGAR
POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE AGUA
ASTM D5030-13

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García
UBICACIÓN Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

Tipo de Material : Hormigon
Diámetro del Anillo (cm) / Marco: 50

DATOS

FECHA DE ENSAYO		22/10/2020		
Ubicación de la prueba (Prog.)		CB - 01		
Coordenada Norte		9146338		
Coordenada Este		721263		
Cota		296		
Capa / Calicata		-		
Prueba N° / Densidad		D - 1		
Profundidad de la Prueba	m.	0.50		
Tipo de suelo (Clasificación SUCS)		GP		

DENSIDAD

1	Agua usada para llenar el anillo / marco	L	5750		
2	Cant. Agua para llenar el anillo/marco + hoyo	L	48380		
3	Cant. Agua usada para llenar el hoyo	L	42630		
4	Masa de material húmedo extraído + resipiente	g	92900		
5	Masa del recipiente	g	850		
6	Masa total de material húmedo extraído del hoyo	g	92050		
7	Volumen de hoyo	cm^3	42630		

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

	Resipiente N°		T15		
8	Masa recipiente + suelo húmedo	g	1150.8		
9	Masa recipiente + suelo seco	g	1124.4		
10	Masa de recipiente	g	163.7		
11	Contenido de humedad	%	2.7		

RESULTADOS

12	**Densidad húmeda del suelo**	g/cm^3	2.159		
13	Humedad del suelo	%	2.7		
14	**Densidad seca del suelo**	g/cm^3	**2.102**		

Observaciones : Los resultados incluyen el material excedente al tamiz 3 in.

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

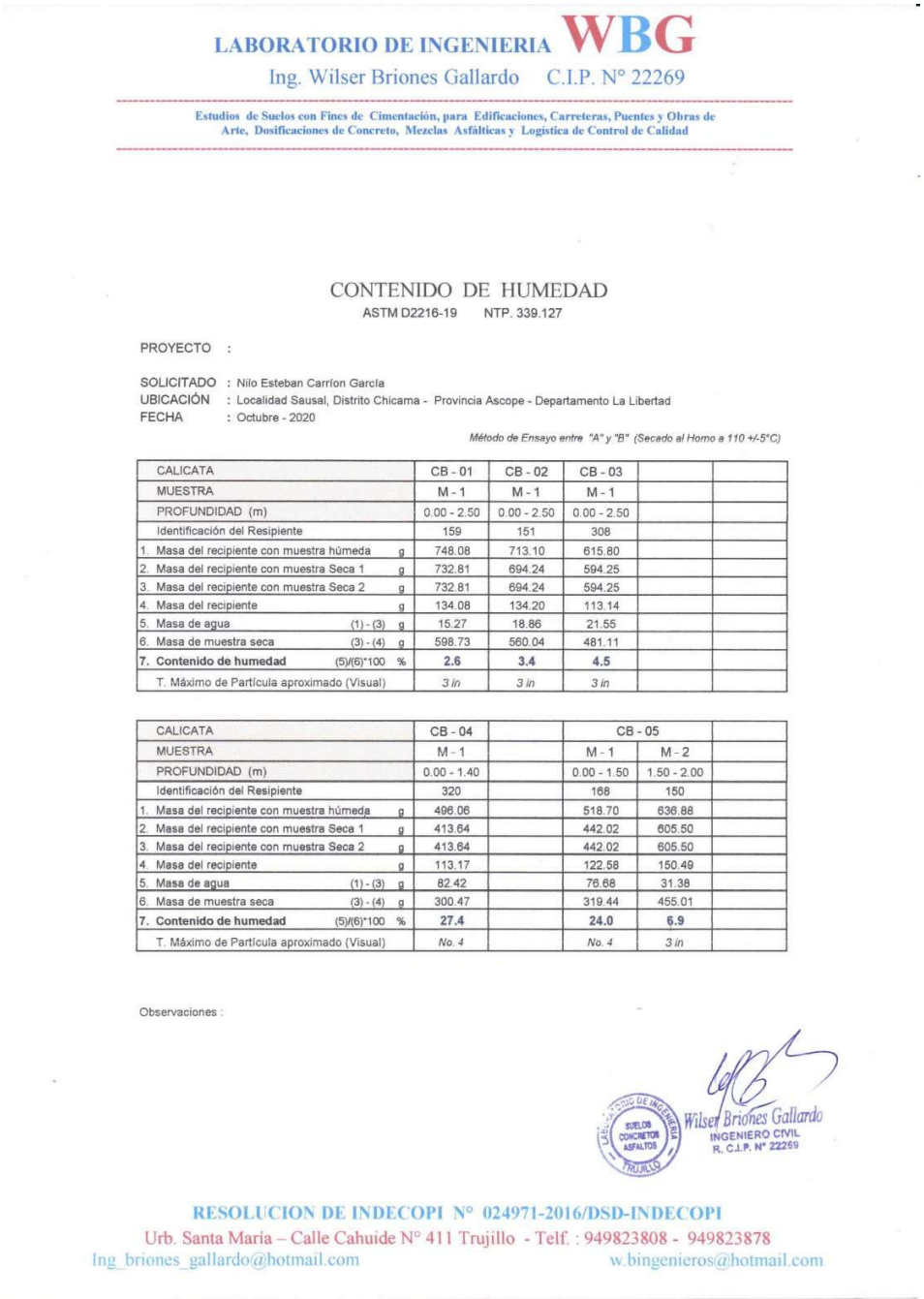
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 9

Contenido de humedad, calicatas CB-01, CB-02, CB-03, CB-04 y CB-05



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logistica de Control de Calidad

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216-19 NTP. 339.127

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo entre "A" y "B" (Secado al Horno a 110 +/-5°C)

CALICATA			CB - 01	CB - 02	CB - 03		
MUESTRA			M - 1	M - 1	M - 1		
PROFUNDIDAD (m)			0.00 - 2.50	0.00 - 2.50	0.00 - 2.50		
Identificación del Resipiente			159	151	308		
1. Masa del recipiente con muestra húmeda		g	748.08	713.10	615.80		
2. Masa del recipiente con muestra Seca 1		g	732.81	694.24	594.25		
3. Masa del recipiente con muestra Seca 2		g	732.81	694.24	594.25		
4. Masa del recipiente		g	134.08	134.20	113.14		
5. Masa de agua	(1) - (3)	g	15.27	18.86	21.55		
6. Masa de muestra seca	(3) - (4)	g	598.73	560.04	481.11		
7. Contenido de humedad	(5)/(6)*100	%	**2.6**	**3.4**	**4.5**		
T. Máximo de Partícula aproximado (Visual)			*3 in*	*3 in*	*3 in*		

CALICATA			CB - 04		CB - 05		
MUESTRA			M - 1		M - 1	M - 2	
PROFUNDIDAD (m)			0.00 - 1.40		0.00 - 1.50	1.50 - 2.00	
Identificación del Resipiente			320		168	150	
1. Masa del recipiente con muestra húmeda		g	496.06		518.70	636.88	
2. Masa del recipiente con muestra Seca 1		g	413.64		442.02	605.50	
3. Masa del recipiente con muestra Seca 2		g	413.64		442.02	605.50	
4. Masa del recipiente		g	113.17		122.58	150.49	
5. Masa de agua	(1) - (3)	g	82.42		76.68	31.38	
6. Masa de muestra seca	(3) - (4)	g	300.47		319.44	455.01	
7. Contenido de humedad	(5)/(6)*100	%	**27.4**		**24.0**	**6.9**	
T. Máximo de Partícula aproximado (Visual)			*No. 4*		*No. 4*	*3 in*	

Observaciones :

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

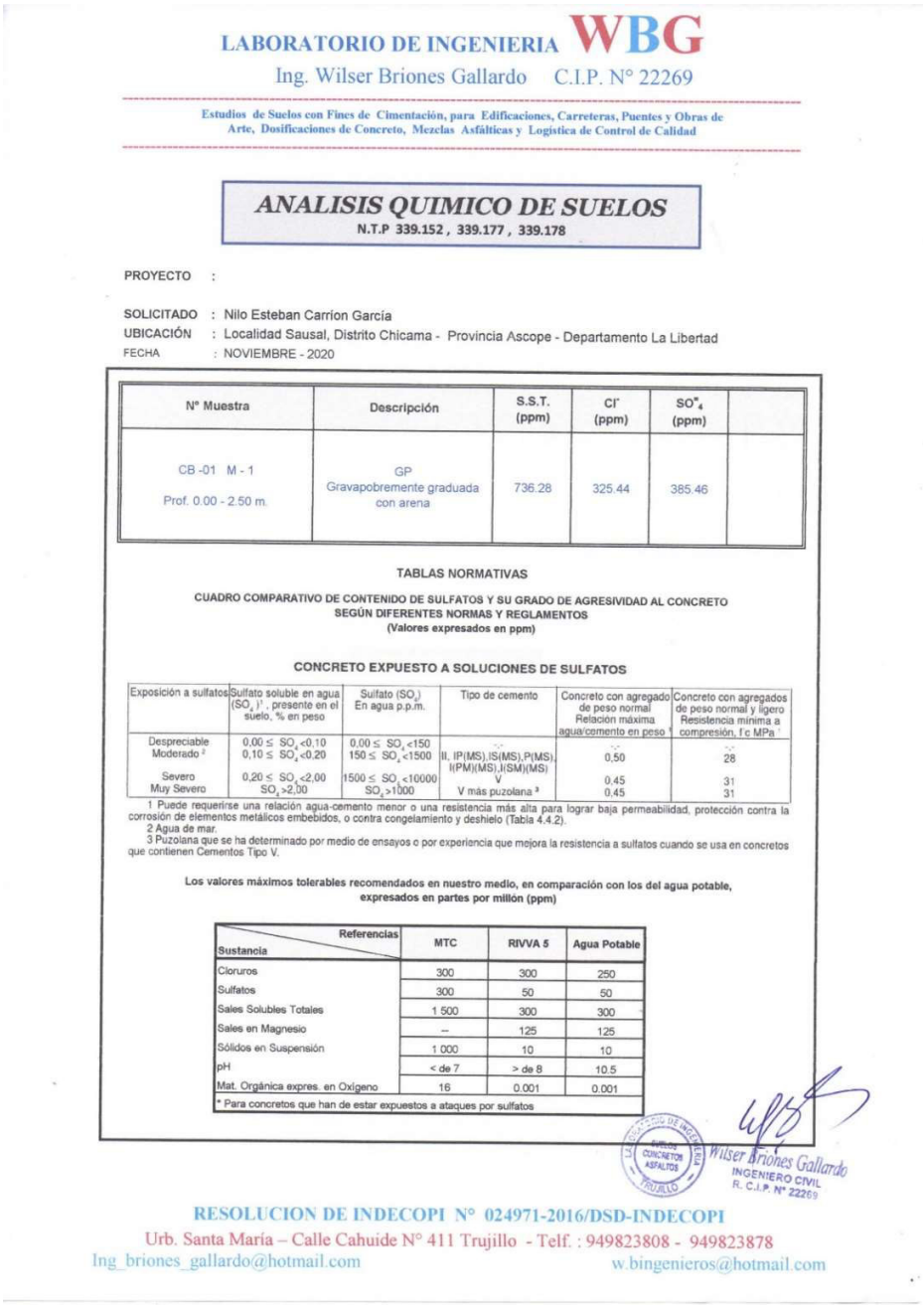
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 10

Análisis químico de suelos, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

N.T.P 339.152 , 339.177 , 339.178

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : NOVIEMBRE - 2020

N° Muestra	Descripción	S.S.T. (ppm)	Cl^- (ppm)	$SO^=_4$ (ppm)	
CB -01 M - 1 Prof. 0.00 - 2.50 m.	GP Gravapobremente graduada con arena	736.28	325.44	385.46	

TABLAS NORMATIVAS

CUADRO COMPARATIVO DE CONTENIDO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO SEGÚN DIFERENTES NORMAS Y REGLAMENTOS

(Valores expresados en ppm)

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4)[1], presente en el suelo, % en peso	Sulfato (SO_4) En agua p.p.m.	Tipo de cemento	Concreto con agregado de peso normal Relación máxima agua/cemento en peso [1]	Concreto con agregados de peso normal y ligero Resistencia mínima a compresión, f'c MPa [1]
Despreciable	0,00 ≤ SO_4 <0,10	0,00 ≤ SO_4 <150	--	--	--
Moderado [2]	0,10 ≤ SO_4 <0,20	150 ≤ SO_4 <1500	II, IP(MS),IS(MS),P(MS), I(PM)(MS),I(SM)(MS)	0,50	28
Severo	0,20 ≤ SO_4 <2,00	1500 ≤ SO_4 <10000	V	0,45	31
Muy Severo	SO_4 >2,00	SO_4 >10000	V más puzolana [3]	0,45	31

1 Puede requerirse una relación agua-cemento menor o una resistencia más alta para lograr baja permeabilidad, protección contra la corrosión de elementos metálicos embebidos, o contra congelamiento y deshielo (Tabla 4.4.2).
2 Agua de mar.
3 Puzolana que se ha determinado por medio de ensayos o por experiencia que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen Cementos Tipo V.

Los valores máximos tolerables recomendados en nuestro medio, en comparación con los del agua potable, expresados en partes por millón (ppm)

Referencias / Sustancia	MTC	RIVVA 5	Agua Potable
Cloruros	300	300	250
Sulfatos	300	50	50
Sales Solubles Totales	1.500	300	300
Sales en Magnesio	--	125	125
Sólidos en Suspensión	1.000	10	10
pH	< de 7	> de 8	10.5
Mat. Orgánica expres. en Oxígeno	16	0.001	0.001

* Para concretos que han de estar expuestos a ataques por sulfatos

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

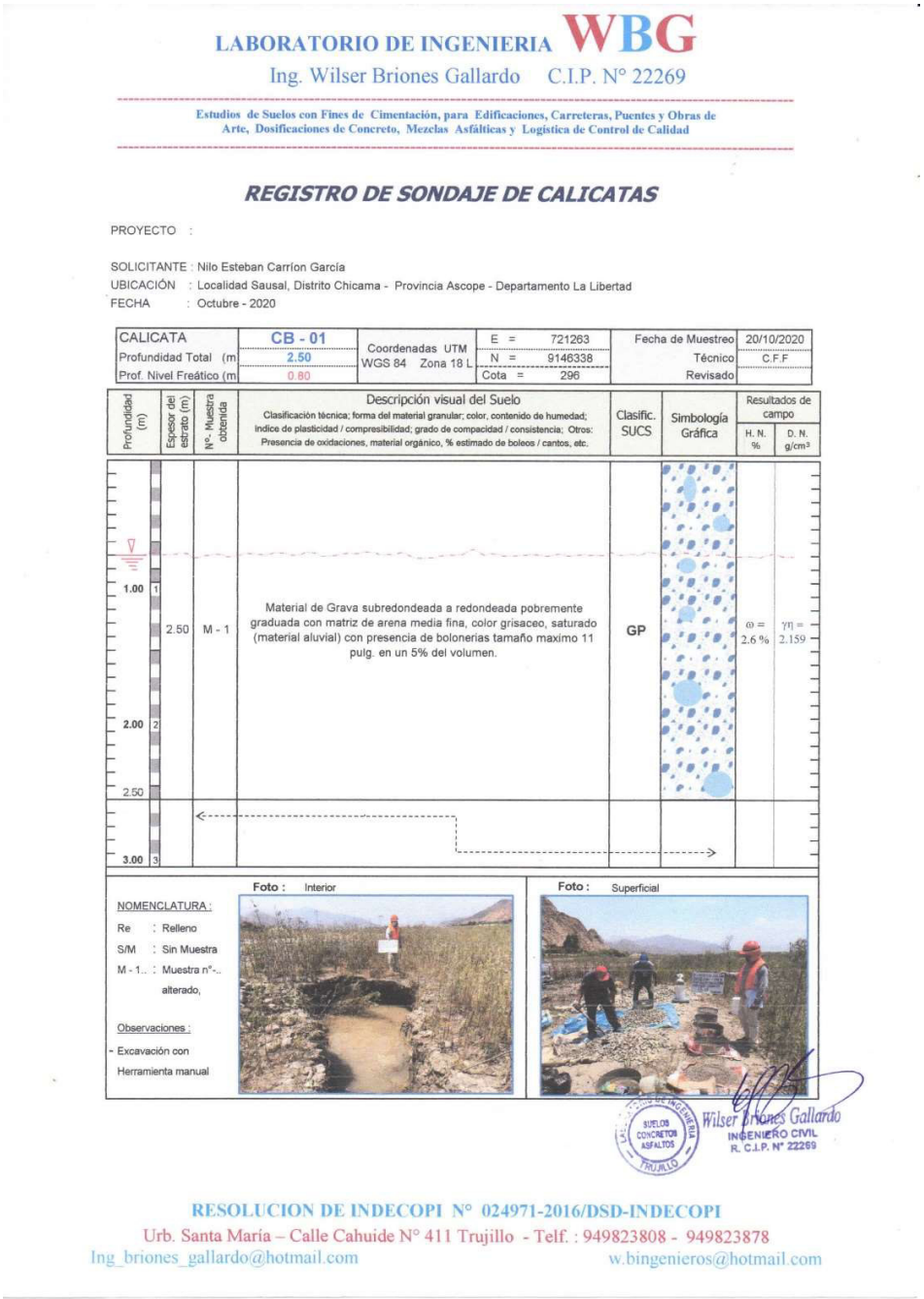
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 11

Registro de sondaje, calicata CB-01



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

REGISTRO DE SONDAJE DE CALICATAS

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

CALICATA	CB - 01	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L	E = 721263	Fecha de Muestreo	20/10/2020
Profundidad Total (m	2.50		N = 9146338	Técnico	C.F.F
Prof. Nivel Freático (m	0.80		Cota = 296	Revisado	

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	N°- Muestra obtenida	Descripción visual del Suelo: Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; indice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, % estimado de boleos / cantos, etc.	Clasific. SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo: H. N. %	Resultados de campo: D. N. g/cm³
1.00	2.50	M - 1	Material de Grava subredondeada a redondeada pobremente graduada con matriz de arena media fina, color grisaceo, saturado (material aluvial) con presencia de bolonerias tamaño maximo 11 pulg. en un 5% del volumen.	GP		ω = 2.6 %	γn = 2.159
2.00							
2.50							
3.00							

NOMENCLATURA :

Re : Relleno

S/M : Sin Muestra

M - 1.. : Muestra n°-.. alterado,

Observaciones :

- Excavación con Herramienta manual

Foto : Interior

Foto : Superficial

SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS TRUJILLO

Wilser Briones Gallardo INGENIERO CIVIL R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

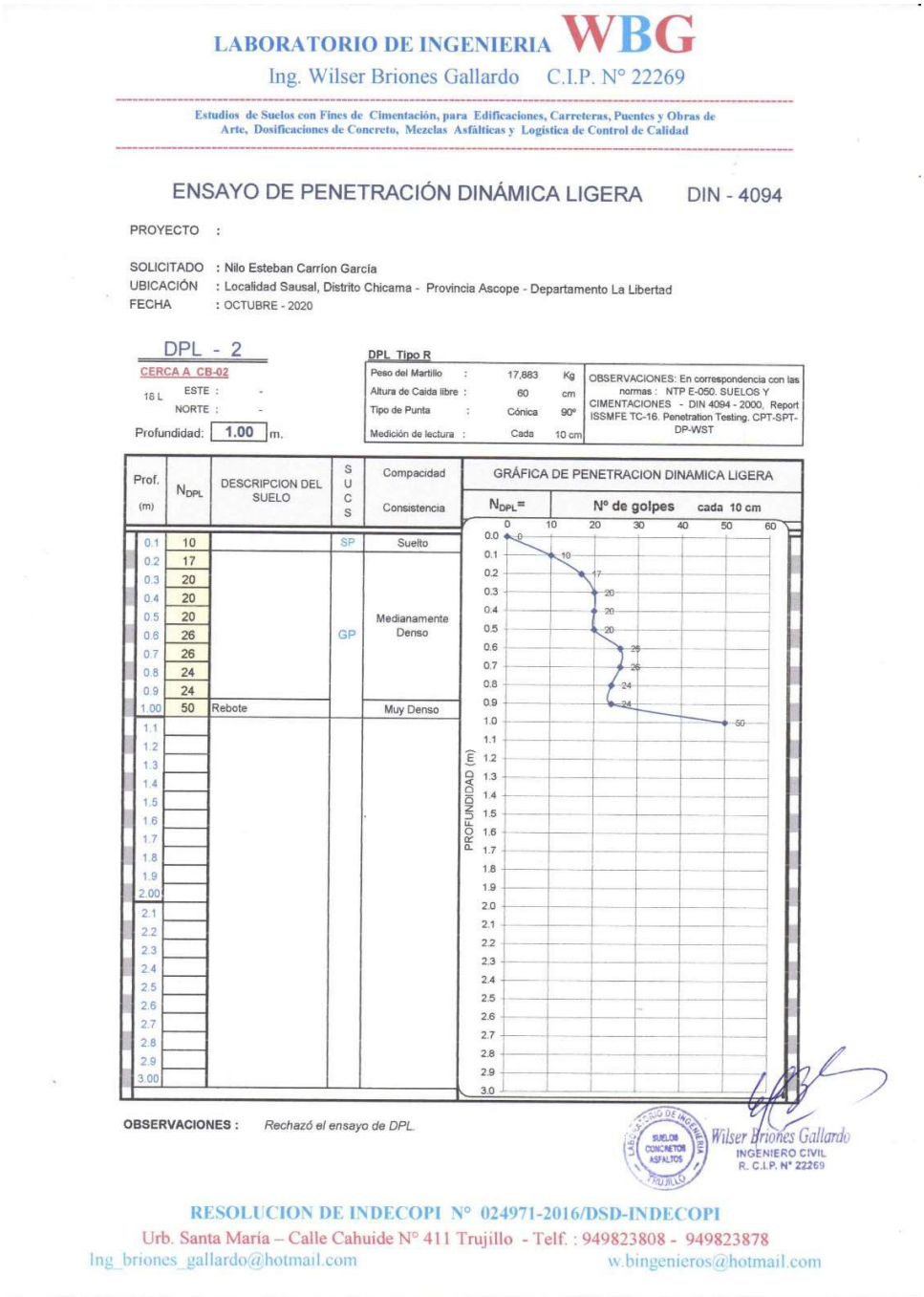
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 12

Ensayo de penetración dinámica ligera, punto DPL-02



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN - 4094

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : OCTUBRE - 2020

DPL - 2
CERCA A CB-02
16 L ESTE : -
NORTE : -
Profundidad: 1.00 m.

DPL Tipo R

Peso del Martillo	:	17,883	Kg
Altura de Caida libre	:	60	cm
Tipo de Punta	:	Cónica	90°
Medición de lectura	:	Cada	10 cm

OBSERVACIONES: En correspondencia con las normas : NTP E-050. SUELOS Y CIMENTACIONES - DIN 4094 - 2000. Report ISSMFE TC-16. Penetration Testing. CPT-SPT-DP-WST

Prof. (m)	N_{DPL}	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	Compacidad / Consistencia
0.1	10		SP	Suelto
0.2	17			
0.3	20			
0.4	20			
0.5	20			
0.6	26		GP	Medianamente Denso
0.7	26			
0.8	24			
0.9	24			
1.00	50	Rebote		Muy Denso
1.1				
1.2				
1.3				
1.4				
1.5				
1.6				
1.7				
1.8				
1.9				
2.00				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
3.00				

GRÁFICA DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

N_{DPL}= Nº de golpes cada 10 cm

PROFUNDIDAD (m)

OBSERVACIONES : Rechazó el ensayo de DPL.

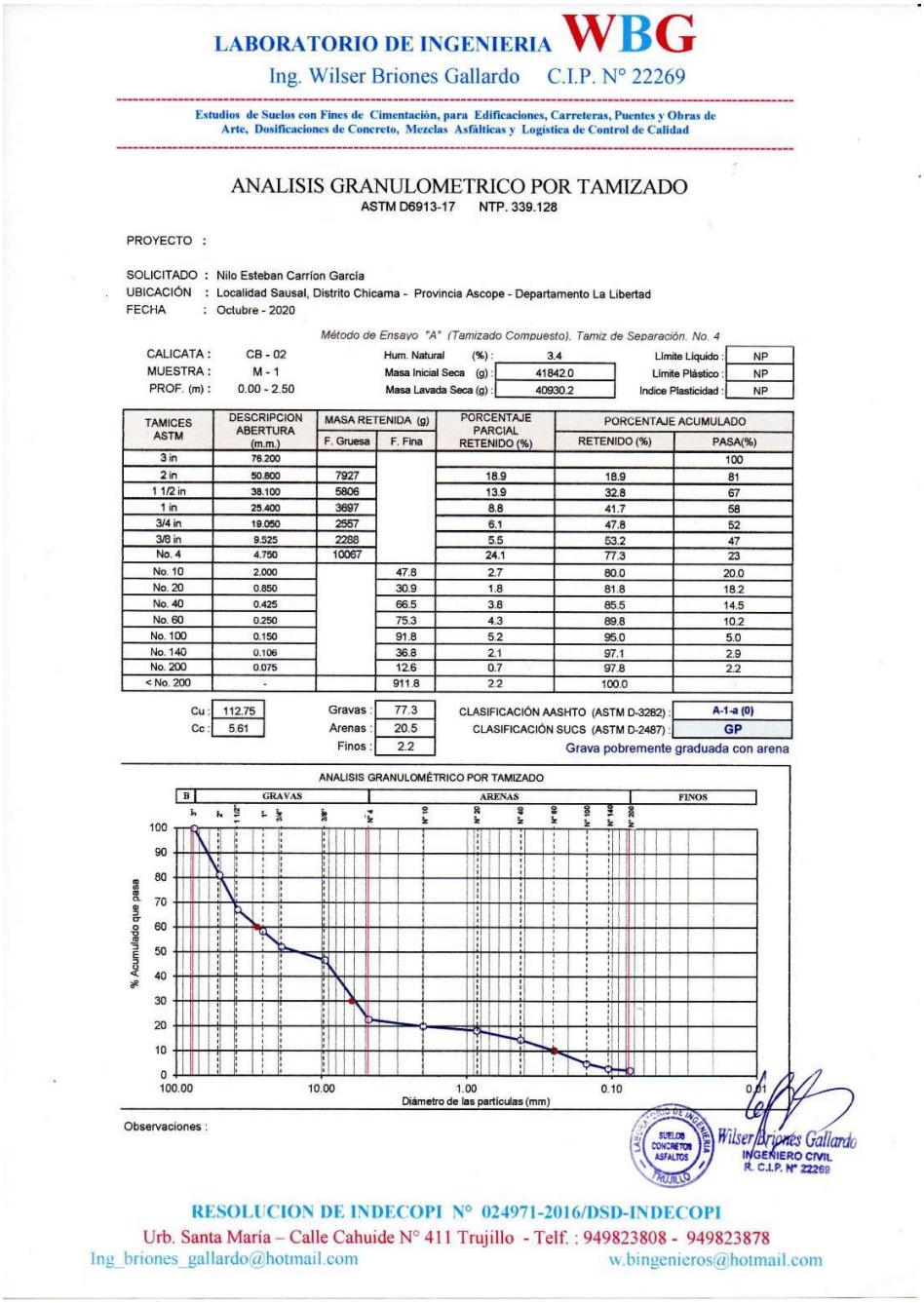
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 13

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-02



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "A" (Tamizado Compuesto). Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 02	Hum. Natural (%) :	3.4	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 1	Masa Inicial Seca (g) :	41842.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	0.00 - 2.50	Masa Lavada Seca (g) :	40930.2	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800	7927		18.9	18.9	81
1 1/2 in	38.100	5806		13.9	32.8	67
1 in	25.400	3697		8.8	41.7	58
3/4 in	19.050	2557		6.1	47.8	52
3/8 in	9.525	2288		5.5	53.2	47
No. 4	4.750	10067		24.1	77.3	23
No. 10	2.000		47.8	2.7	80.0	20.0
No. 20	0.850		30.9	1.8	81.8	18.2
No. 40	0.425		66.5	3.8	85.5	14.5
No. 60	0.250		75.3	4.3	89.8	10.2
No. 100	0.150		91.8	5.2	95.0	5.0
No. 140	0.106		36.8	2.1	97.1	2.9
No. 200	0.075		12.6	0.7	97.8	2.2
< No. 200	-		911.8	2.2	100.0	

Cu :	112.75	Gravas :	77.3	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-1-a (0)
Cc :	5.61	Arenas :	20.5	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	GP
		Finos :	2.2	Grava pobremente graduada con arena	

Observaciones :

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

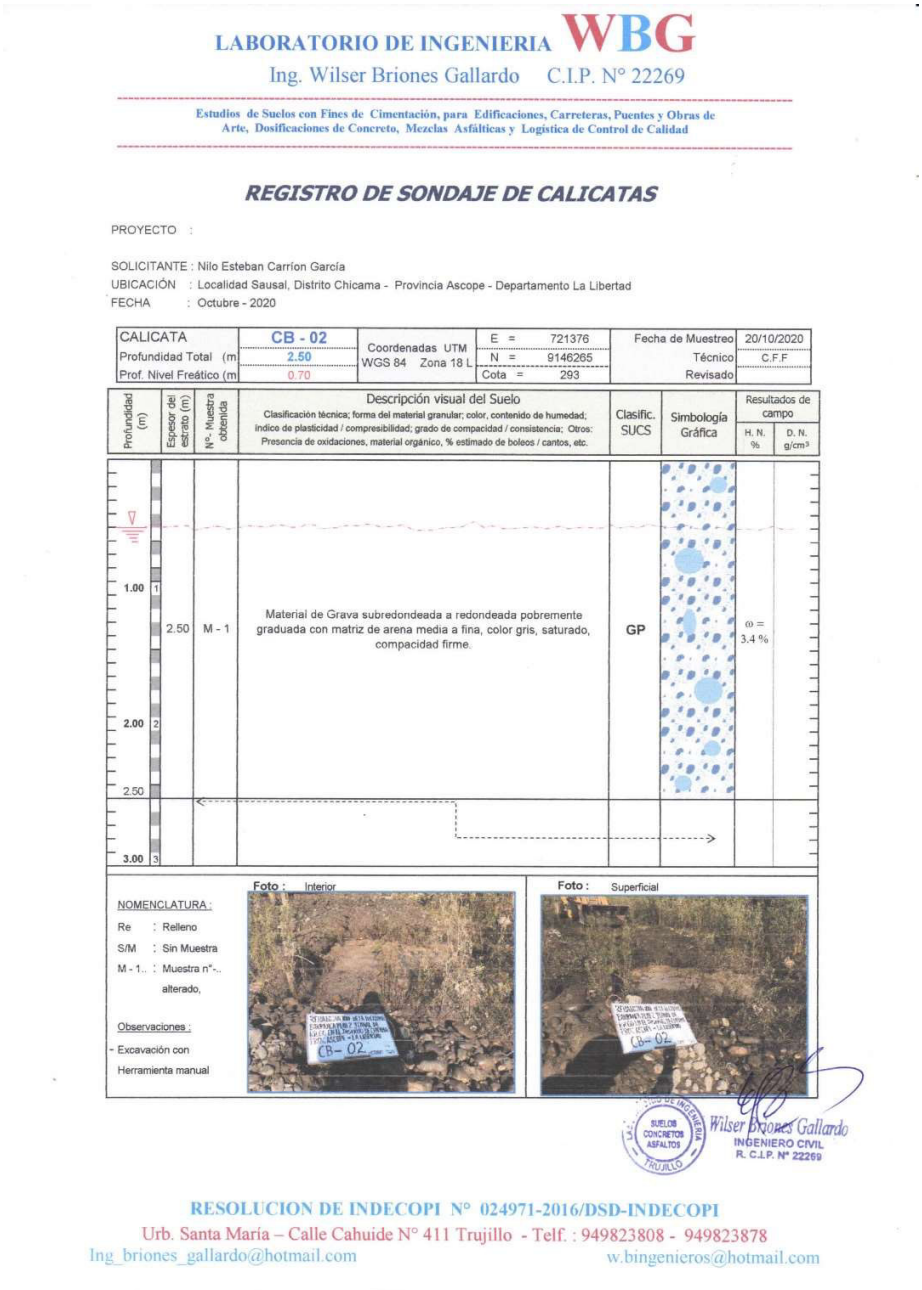
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 14

Registro de sondaje, calicata CB-02



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

REGISTRO DE SONDAJE DE CALICATAS

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

CALICATA	CB - 02	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L	E = 721376	Fecha de Muestreo	20/10/2020
Profundidad Total (m	2.50		N = 9146265	Técnico	C.F.F
Prof. Nivel Freático (m	0.70		Cota = 293	Revisado	

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	N°- Muestra obtenida	Descripción visual del Suelo: Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, % estimado de boleos / cantos, etc.	Clasific. SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo: H. N. %	Resultados de campo: D. N. g/cm³
1.00	2.50	M - 1	Material de Grava subredondeada a redondeada pobremente graduada con matriz de arena media a fina, color gris, saturado, compacidad firme.	GP		ω = 3.4 %	
2.00							
2.50							
3.00							

NOMENCLATURA :
Re : Relleno
S/M : Sin Muestra
M - 1.. : Muestra n°-.. alterado,

Observaciones :
- Excavación con Herramienta manual

Foto : Interior

Foto : Superficial

SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

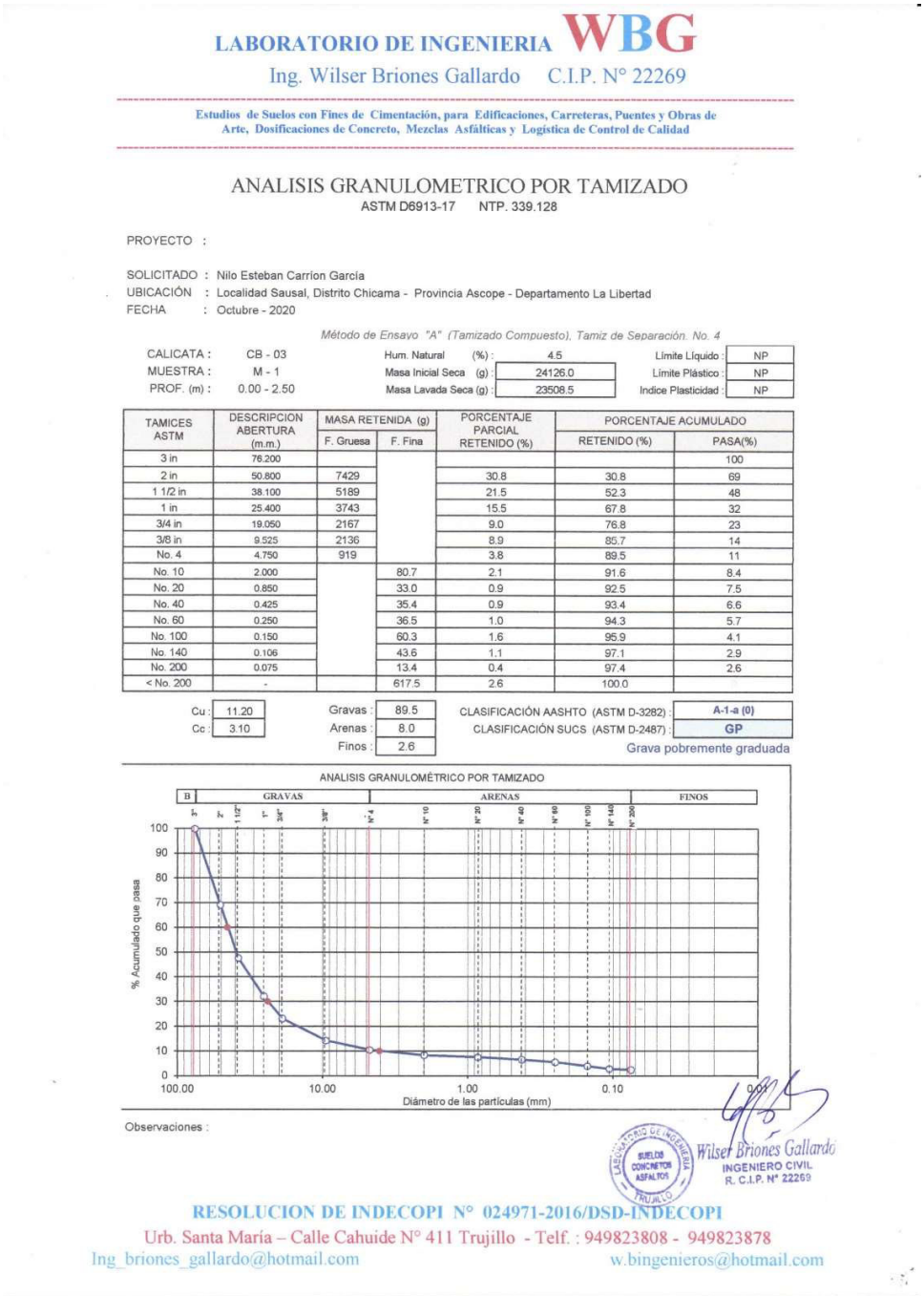
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 15

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-03



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "A" (Tamizado Compuesto), Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 03	Hum. Natural (%) :	4.5	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 1	Masa Inicial Seca (g) :	24126.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	0.00 - 2.50	Masa Lavada Seca (g) :	23508.5	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800	7429		30.8	30.8	69
1 1/2 in	38.100	5189		21.5	52.3	48
1 in	25.400	3743		15.5	67.8	32
3/4 in	19.050	2167		9.0	76.8	23
3/8 in	9.525	2136		8.9	85.7	14
No. 4	4.750	919		3.8	89.5	11
No. 10	2.000		80.7	2.1	91.6	8.4
No. 20	0.850		33.0	0.9	92.5	7.5
No. 40	0.425		35.4	0.9	93.4	6.6
No. 60	0.250		36.5	1.0	94.3	5.7
No. 100	0.150		60.3	1.6	95.9	4.1
No. 140	0.106		43.6	1.1	97.1	2.9
No. 200	0.075		13.4	0.4	97.4	2.6
< No. 200	-		617.5	2.6	100.0	

Cu :	11.20	Gravas :	89.5	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-1-a (0)
Cc :	3.10	Arenas :	8.0	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	GP
		Finos :	2.6	Grava pobremente graduada	

Observaciones :

SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

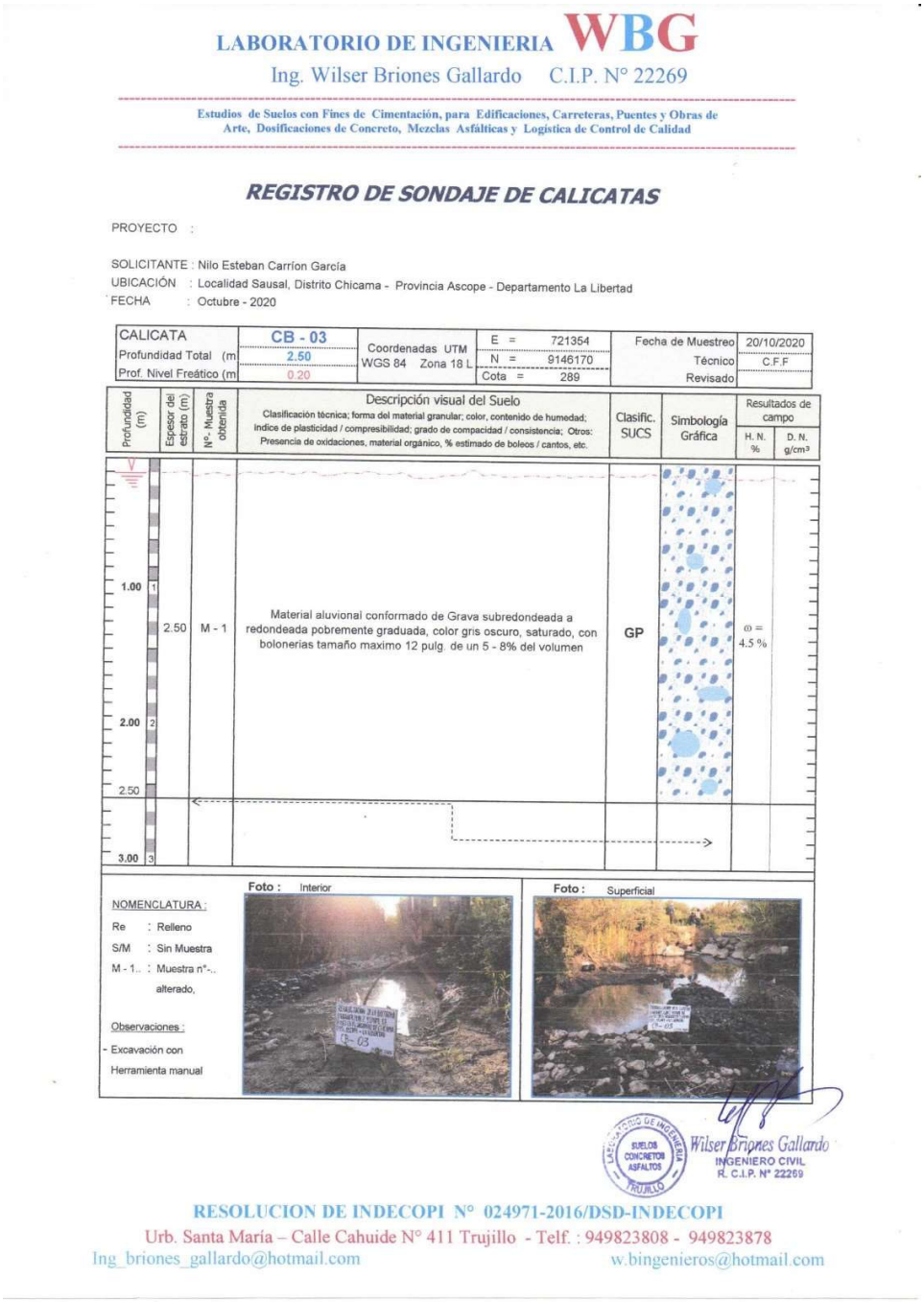
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 16

Registro de sondaje, calicata CB-03



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

REGISTRO DE SONDAJE DE CALICATAS

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

CALICATA	CB - 03	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L	E = 721354	Fecha de Muestreo	20/10/2020
Profundidad Total (m	2.50		N = 9146170	Técnico	C.F.F
Prof. Nivel Freático (m	0.20		Cota = 289	Revisado	

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	N°- Muestra obtenida	Descripción visual del Suelo	Clasific. SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo H. N. %	Resultados de campo D. N. g/cm³
1.00	1						
2.00	2	2.50	M - 1	Material aluvional conformado de Grava subredondeada a redondeada pobremente graduada, color gris oscuro, saturado, con bolonerias tamaño maximo 12 pulg. de un 5 - 8% del volumen	GP	ω = 4.5 %	
2.50							
3.00	3						

NOMENCLATURA :

Re : Relleno

S/M : Sin Muestra

M - 1.. : Muestra n°-.. alterado,

Observaciones :

- Excavación con Herramienta manual

Foto : Interior

Foto : Superficial

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

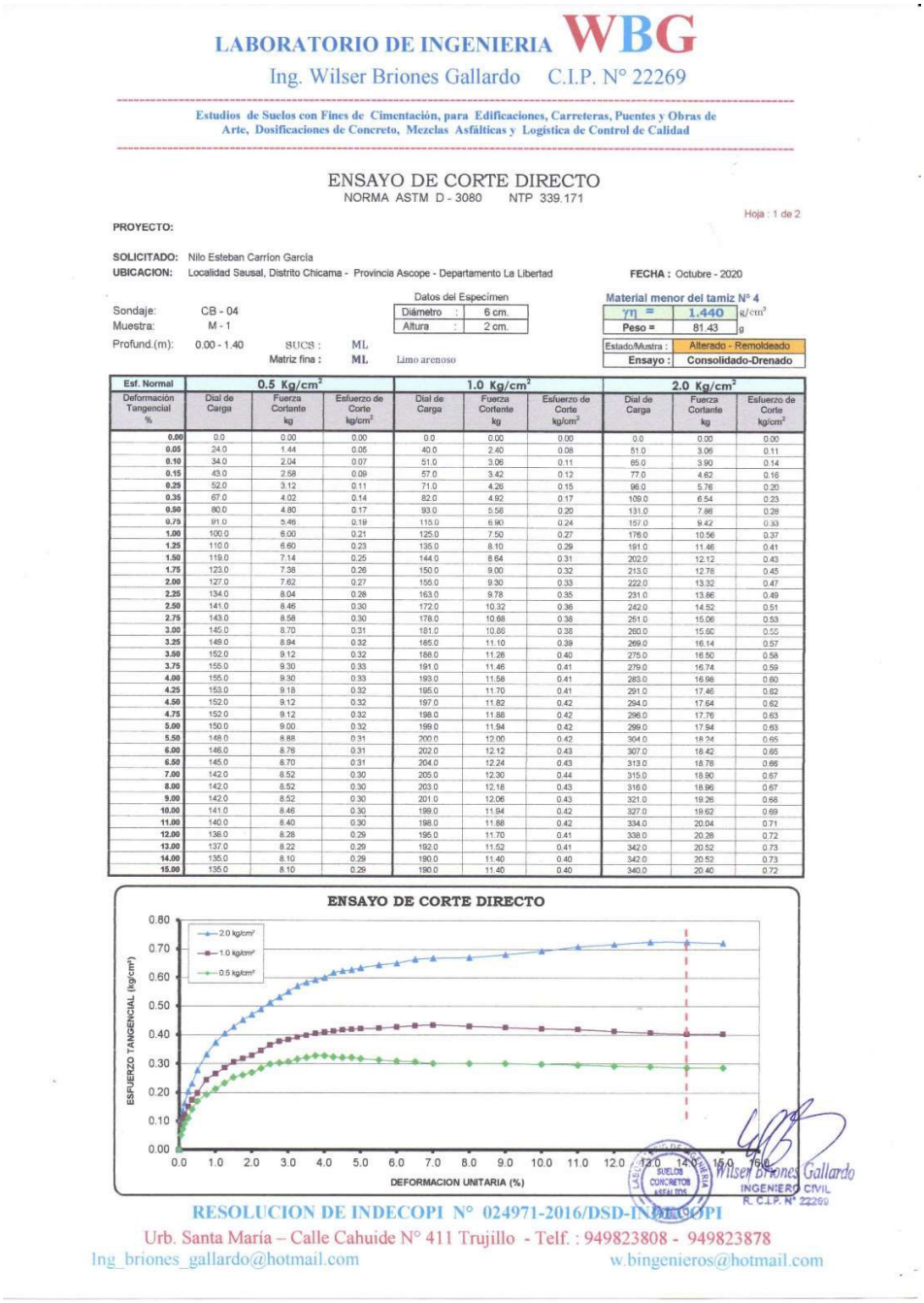
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

lng_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 17

Ensayo de corte directo, calicata CB-04 (Parte 1)



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

NORMA ASTM D - 3080 NTP 339.171

Hoja : 1 de 2

PROYECTO:

SOLICITADO: Nilo Esteban Carrión García

UBICACION: Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Sondaje: CB - 04
Muestra: M - 1
Profund.(m): 0.00 - 1.40 SUCS : ML
Matriz fina : ML Limo arenoso

Datos del Especimen

Diámetro	:	6 cm.
Altura	:	2 cm.

Material menor del tamiz N° 4

γη =	1.440	g/cm³
Peso =	81.43	g

Estado/Muestra :	Alterado - Remoldeado
Ensayo :	Consolidado-Drenado

Esf. Normal	0.5 Kg/cm²			1.0 Kg/cm²			2.0 Kg/cm²		
Deformación Tangencial %	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²	Dial de Carga	Fuerza Cortante kg	Esfuerzo de Corte kg/cm²
0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.05	24.0	1.44	0.05	40.0	2.40	0.08	51.0	3.06	0.11
0.10	34.0	2.04	0.07	51.0	3.06	0.11	85.0	3.90	0.14
0.15	43.0	2.58	0.09	57.0	3.42	0.12	77.0	4.62	0.16
0.25	52.0	3.12	0.11	71.0	4.26	0.15	96.0	5.76	0.20
0.35	67.0	4.02	0.14	82.0	4.92	0.17	109.0	6.54	0.23
0.50	80.0	4.80	0.17	93.0	5.58	0.20	131.0	7.86	0.28
0.75	91.0	5.46	0.19	115.0	6.90	0.24	157.0	9.42	0.33
1.00	100.0	6.00	0.21	125.0	7.50	0.27	176.0	10.56	0.37
1.25	110.0	6.60	0.23	135.0	8.10	0.29	191.0	11.46	0.41
1.50	119.0	7.14	0.25	144.0	8.64	0.31	202.0	12.12	0.43
1.75	123.0	7.38	0.26	150.0	9.00	0.32	213.0	12.78	0.45
2.00	127.0	7.62	0.27	155.0	9.30	0.33	222.0	13.32	0.47
2.25	134.0	8.04	0.28	163.0	9.78	0.35	231.0	13.86	0.49
2.50	141.0	8.46	0.30	172.0	10.32	0.36	242.0	14.52	0.51
2.75	143.0	8.58	0.30	178.0	10.68	0.38	251.0	15.06	0.53
3.00	145.0	8.70	0.31	181.0	10.86	0.38	260.0	15.60	0.55
3.25	149.0	8.94	0.32	185.0	11.10	0.39	269.0	16.14	0.57
3.50	152.0	9.12	0.32	188.0	11.28	0.40	275.0	16.50	0.58
3.75	155.0	9.30	0.33	191.0	11.46	0.41	279.0	16.74	0.59
4.00	155.0	9.30	0.33	193.0	11.58	0.41	283.0	16.98	0.60
4.25	153.0	9.18	0.32	195.0	11.70	0.41	291.0	17.46	0.62
4.50	152.0	9.12	0.32	197.0	11.82	0.42	294.0	17.64	0.62
4.75	152.0	9.12	0.32	198.0	11.88	0.42	296.0	17.76	0.63
5.00	150.0	9.00	0.32	199.0	11.94	0.42	299.0	17.94	0.63
5.50	148.0	8.88	0.31	200.0	12.00	0.42	304.0	18.24	0.65
6.00	146.0	8.76	0.31	202.0	12.12	0.43	307.0	18.42	0.65
6.50	145.0	8.70	0.31	204.0	12.24	0.43	313.0	18.78	0.66
7.00	142.0	8.52	0.30	205.0	12.30	0.44	315.0	18.90	0.67
8.00	142.0	8.52	0.30	203.0	12.18	0.43	316.0	18.96	0.67
9.00	142.0	8.52	0.30	201.0	12.06	0.43	321.0	19.26	0.68
10.00	141.0	8.46	0.30	199.0	11.94	0.42	327.0	19.62	0.69
11.00	140.0	8.40	0.30	198.0	11.88	0.42	334.0	20.04	0.71
12.00	138.0	8.28	0.29	195.0	11.70	0.41	338.0	20.28	0.72
13.00	137.0	8.22	0.29	192.0	11.52	0.41	342.0	20.52	0.73
14.00	135.0	8.10	0.29	190.0	11.40	0.40	342.0	20.52	0.73
15.00	135.0	8.10	0.29	190.0	11.40	0.40	340.0	20.40	0.72

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 18

Ensayo de corte directo, calicata CB-04 (Parte 2)

LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

Hoja : 2 de 2

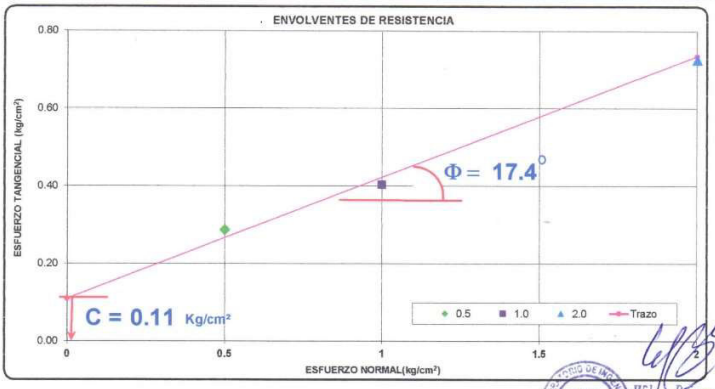
PROYECTO:

SOLICITADO: Nilo Esteban Carrion Garcia

UBICACION: Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad FECHA : Octubre - 2020

Sondaje: CB - 04 Muestra: M - 1 Profund.(m): 0.00 - 1.40 ML Limo arenoso

Def. Unitaria (%)	0.50	1.00	2.00	ALFA 12	ALFA23	ALFA13	PROM123	PROM12
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.0	0.0
0.05	0.05	0.08	0.11	3.88	2.67	3.3	3.3	3.3
0.10	0.07	0.11	0.14	4.13	3.40	3.8	3.8	3.8
0.15	0.09	0.12	0.16	3.40	4.85	4.1	4.1	4.1
0.25	0.11	0.15	0.20	4.61	6.06	5.3	5.3	5.3
0.35	0.14	0.17	0.23	3.64	6.54	5.1	5.1	5.1
0.50	0.17	0.20	0.28	3.16	9.16	6.2	6.2	6.2
0.75	0.19	0.24	0.33	5.82	10.11	8.0	8.0	8.0
1.00	0.21	0.27	0.37	6.06	12.21	9.2	9.1	9.1
1.25	0.23	0.29	0.41	6.06	13.37	9.8	9.7	9.7
1.50	0.25	0.31	0.43	6.06	13.83	10.0	10.0	9.9
1.75	0.26	0.32	0.45	6.54	14.97	10.8	10.8	10.8
2.00	0.27	0.33	0.47	6.78	15.87	11.4	11.3	11.3
2.25	0.28	0.35	0.49	7.02	16.10	11.6	11.6	11.6
2.50	0.30	0.36	0.51	7.50	16.55	12.1	12.0	12.0
2.75	0.30	0.38	0.53	8.45	17.21	12.9	12.9	12.8
3.00	0.31	0.38	0.55	8.69	18.54	13.7	13.6	13.6
3.25	0.32	0.39	0.57	8.69	19.62	14.3	14.2	14.2
3.50	0.32	0.40	0.58	8.69	20.27	14.6	14.5	14.5
3.75	0.33	0.41	0.59	8.69	20.48	14.7	14.6	14.6
4.00	0.33	0.41	0.60	9.16	20.91	15.2	15.1	15.0
4.25	0.32	0.41	0.62	10.11	22.17	16.3	16.2	16.1
4.50	0.32	0.42	0.62	10.81	22.38	16.8	16.7	16.6
4.75	0.32	0.42	0.63	11.05	22.58	17.0	16.9	16.8
5.00	0.32	0.42	0.63	11.75	23.00	17.5	17.4	17.4
5.50	0.31	0.42	0.65	12.45	23.82	18.3	18.2	18.1
6.00	0.31	0.43	0.65	13.37	24.02	18.9	18.8	18.7
6.50	0.31	0.43	0.66	14.06	24.83	19.6	19.5	19.4
7.00	0.30	0.44	0.67	14.97	25.03	20.2	20.1	20.0
8.00	0.30	0.43	0.67	14.51	25.62	20.3	20.1	20.1
9.00	0.30	0.43	0.68	14.06	26.99	20.8	20.6	20.5
10.00	0.30	0.42	0.69	13.83	28.51	21.5	21.3	21.2
11.00	0.30	0.42	0.71	13.83	29.99	22.4	22.1	21.9
12.00	0.29	0.41	0.72	13.60	31.25	23.0	22.6	22.4
13.00	0.29	0.41	0.73	13.14	32.48	23.5	23.0	22.8
14.00	0.29	0.40	0.73	13.14	32.83	23.7	23.2	23.0
15.00	0.29	0.40	0.72	13.14	32.48	23.5	23.0	22.8



Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

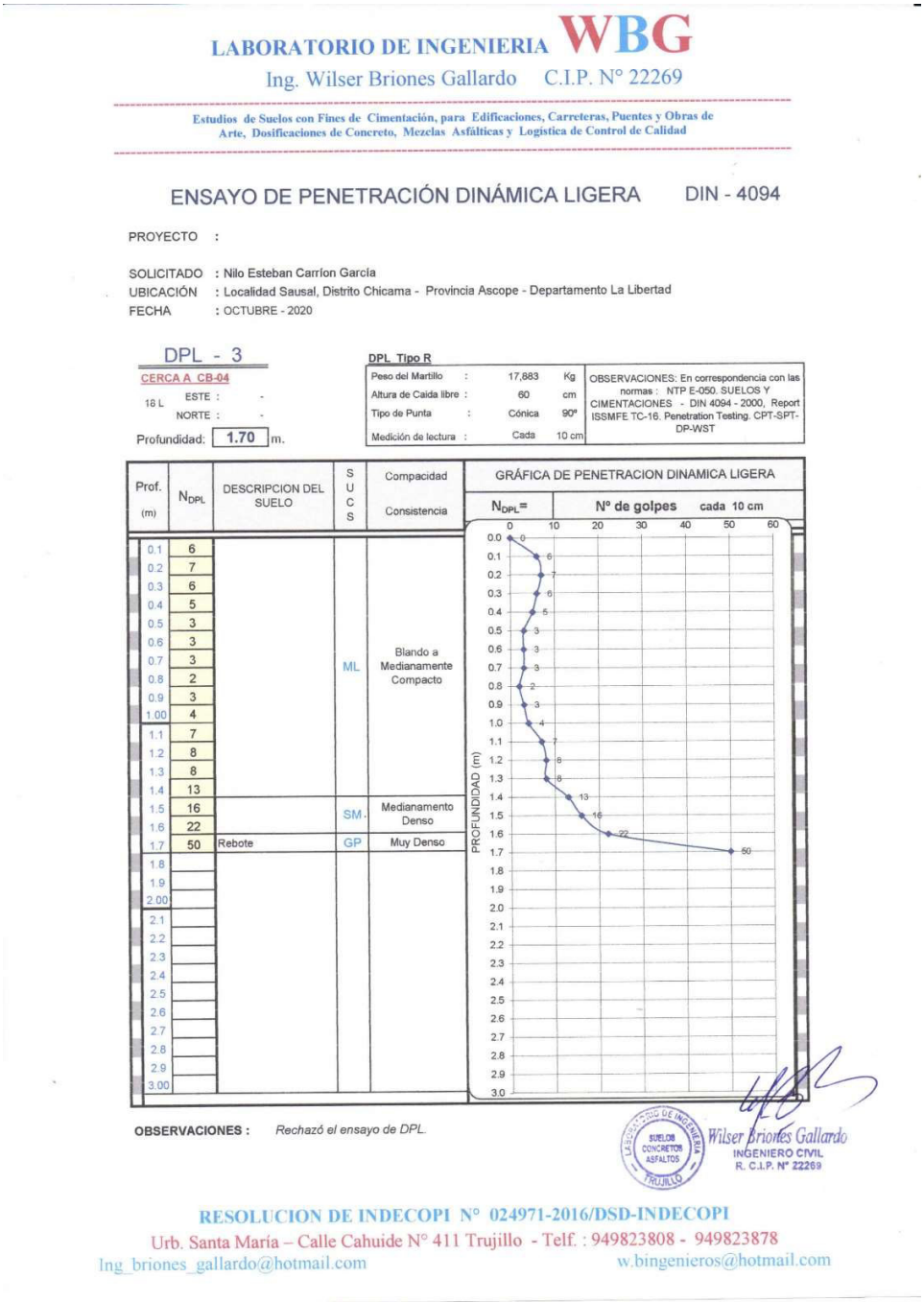
Urb. Santa Maria – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 19

Ensayo de penetración dinámica ligera, punto DPL-03



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN - 4094

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : OCTUBRE - 2020

DPL - 3
CERCA A CB-04
18 L ESTE : -
NORTE : -
Profundidad: 1.70 m.

DPL Tipo R

Peso del Martillo	:	17,883	Kg
Altura de Caida libre	:	60	cm
Tipo de Punta	:	Cónica	90°
Medición de lectura	:	Cada	10 cm

OBSERVACIONES: En correspondencia con las normas : NTP E-050. SUELOS Y CIMENTACIONES - DIN 4094 - 2000, Report ISSMFE TC-16. Penetration Testing. CPT-SPT-DP-WST

Prof. (m)	N_{DPL}	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	Compacidad / Consistencia
0.1	6		ML	Blando a Medianamente Compacto
0.2	7			
0.3	6			
0.4	5			
0.5	3			
0.6	3			
0.7	3			
0.8	2			
0.9	3			
1.00	4			
1.1	7			
1.2	8			
1.3	8			
1.4	13			
1.5	16		SM	Medianamento Denso
1.6	22			
1.7	50	Rebote	GP	Muy Denso
1.8				
1.9				
2.00				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
3.00				

GRÁFICA DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

N_{DPL}= N° de golpes cada 10 cm

PROFUNDIDAD (m)

OBSERVACIONES : Rechazó el ensayo de DPL.

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

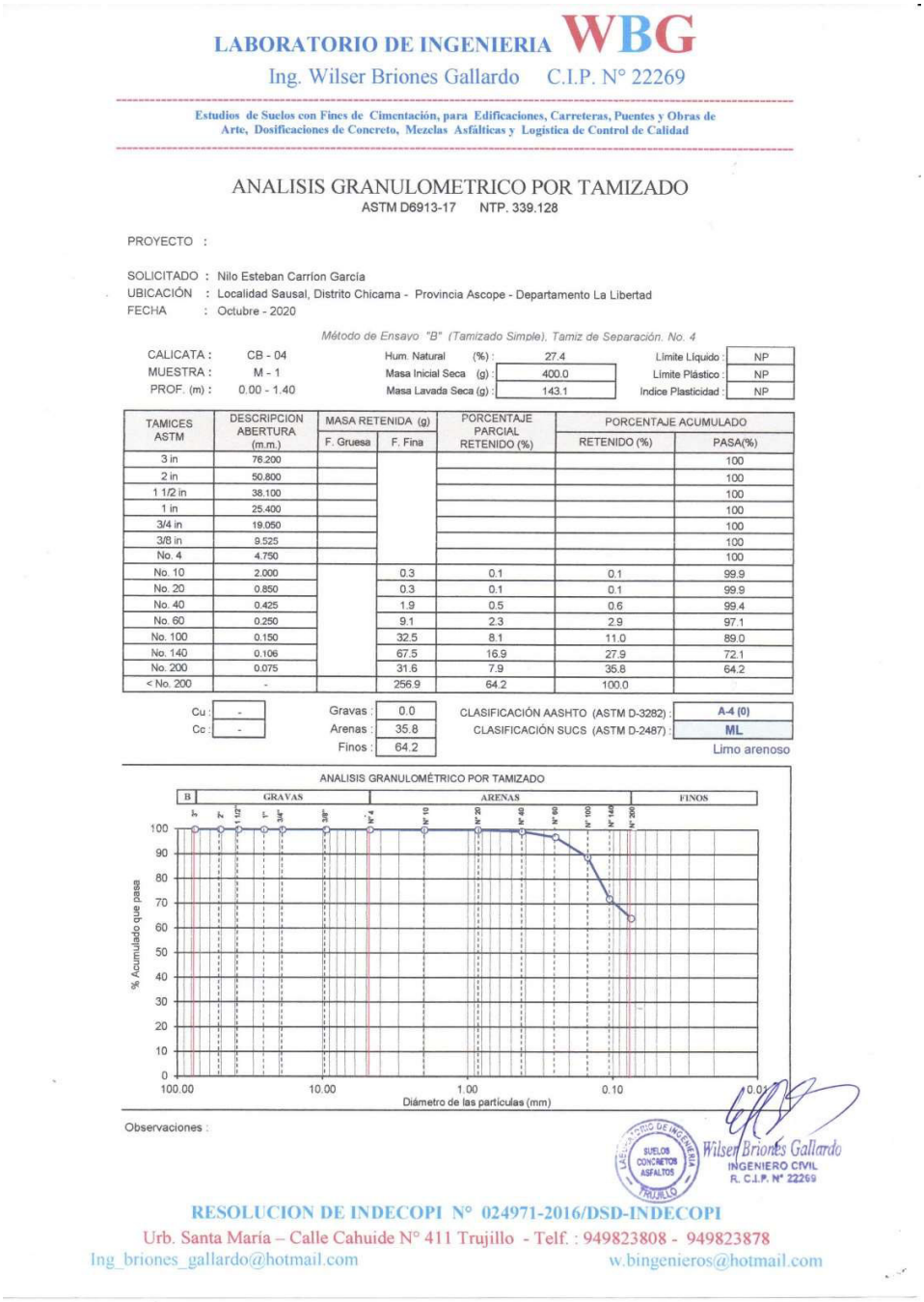
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 20

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-04



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "B" (Tamizado Simple), Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 04	Hum. Natural (%) :	27.4	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 1	Masa Inicial Seca (g) :	400.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	0.00 - 1.40	Masa Lavada Seca (g) :	143.1	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800					100
1 1/2 in	38.100					100
1 in	25.400					100
3/4 in	19.050					100
3/8 in	9.525					100
No. 4	4.750					100
No. 10	2.000		0.3	0.1	0.1	99.9
No. 20	0.850		0.3	0.1	0.1	99.9
No. 40	0.425		1.9	0.5	0.6	99.4
No. 60	0.250		9.1	2.3	2.9	97.1
No. 100	0.150		32.5	8.1	11.0	89.0
No. 140	0.106		67.5	16.9	27.9	72.1
No. 200	0.075		31.6	7.9	35.8	64.2
< No. 200	-		256.9	64.2	100.0	

Cu :	-	Gravas :	0.0	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-4 (0)
Cc :	-	Arenas :	35.8	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	ML
		Finos :	64.2		Limo arenoso

Observaciones :

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

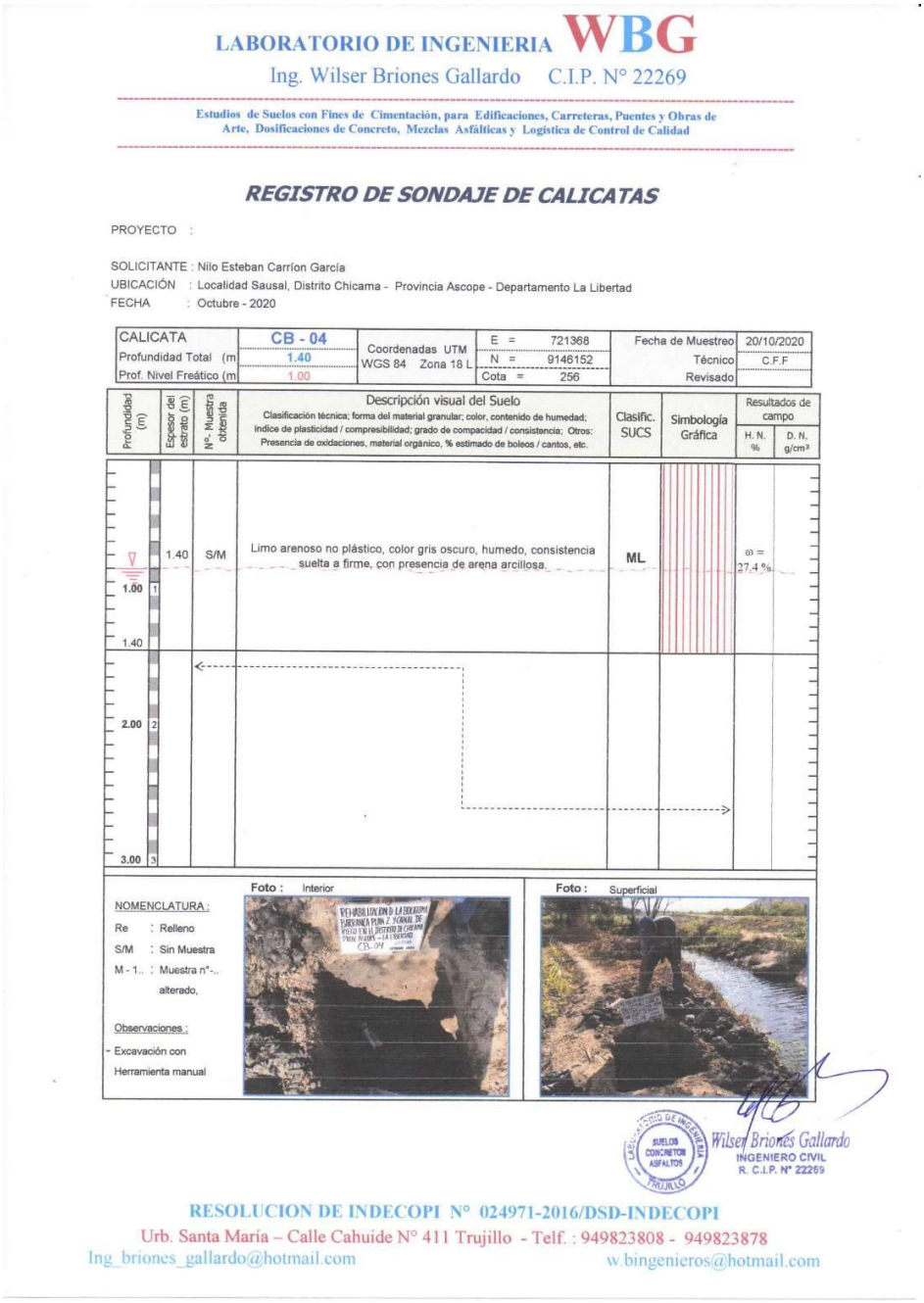
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 21

Registro de sondaje, calicata CB-04



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

REGISTRO DE SONDAJE DE CALICATAS

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : Octubre - 2020

CALICATA	CB - 04	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L	E = 721368	Fecha de Muestreo	20/10/2020	
Profundidad Total (m	1.40		N = 9146152	Técnico	C.F.F	
Prof. Nivel Freático (m	1.00		Cota = 256	Revisado		

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	N°. Muestra obtenida	Descripción visual del Suelo: Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, % estimado de boleos / cantos, etc.	Clasific. SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo: H. N. %	Resultados de campo: D. N. g/cm³
1.00	1.40	S/M	Limo arenoso no plástico, color gris oscuro, humedo, consistencia suelta a firme, con presencia de arena arcillosa.	ML		ω = 27.4 %	
1.40							
2.00							
3.00							

NOMENCLATURA :
Re : Relleno
S/M : Sin Muestra
M - 1.. : Muestra n°-.. alterado,

Observaciones :
- Excavación con Herramienta manual

Foto : Interior

Foto : Superficial

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

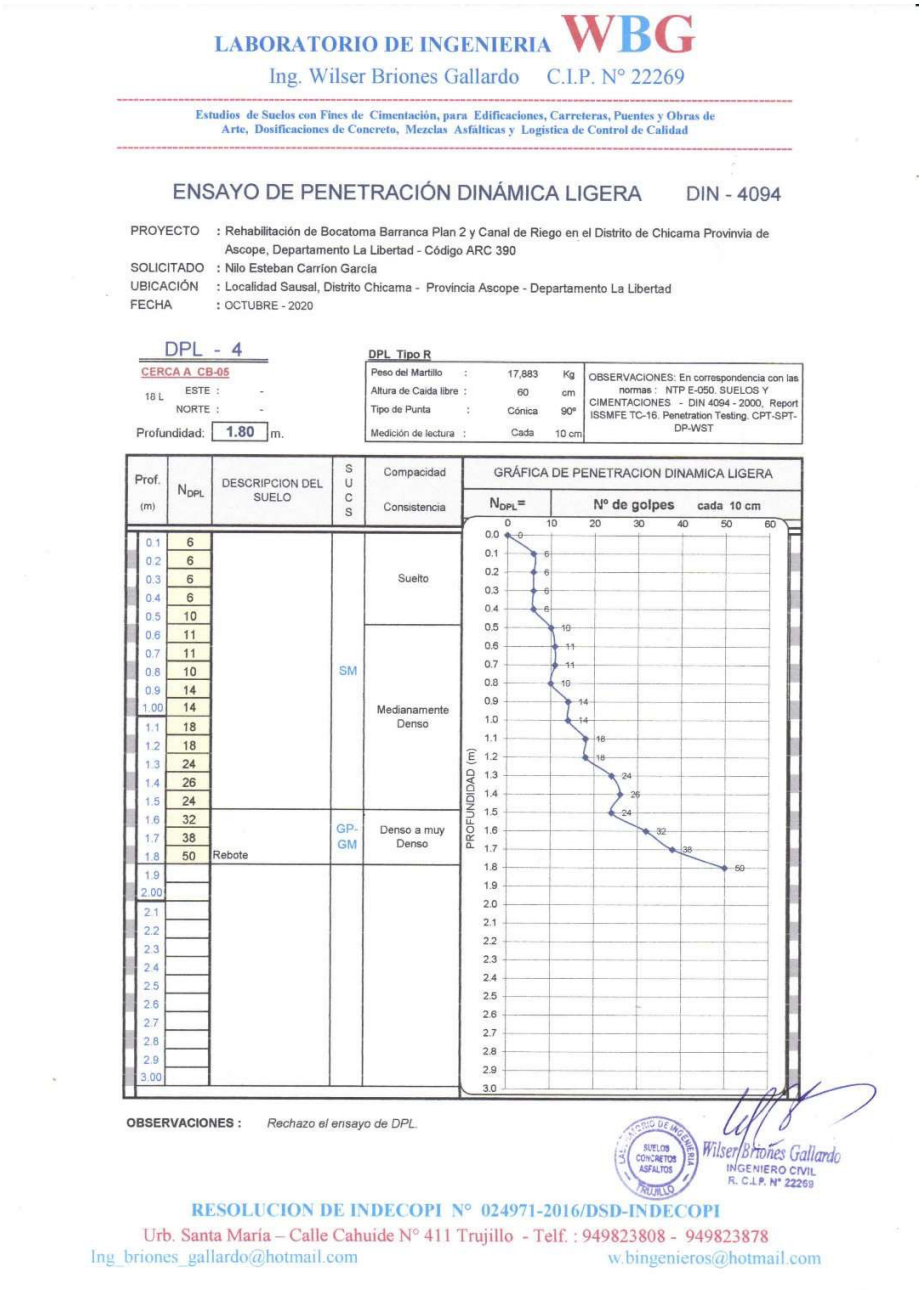
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 22

Ensayo de penetración dinámica ligera, punto DPL-04



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN - 4094

PROYECTO : Rehabilitación de Bocatoma Barranca Plan 2 y Canal de Riego en el Distrito de Chicama Provinvia de Ascope, Departamento La Libertad - Código ARC 390
SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : OCTUBRE - 2020

DPL - 4
CERCA A CB-05
18 L ESTE : -
NORTE : -
Profundidad: 1.80 m.

DPL Tipo R

Peso del Martillo	:	17,883	Kg
Altura de Caida libre	:	60	cm
Tipo de Punta	:	Cónica	90°
Medición de lectura	:	Cada	10 cm

OBSERVACIONES: En correspondencia con las normas : NTP E-050. SUELOS Y CIMENTACIONES - DIN 4094 - 2000, Report ISSMFE TC-16. Penetration Testing. CPT-SPT-DP-WST

Prof. (m)	N_{DPL}	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	Compacidad / Consistencia
0.1	6			Suelto
0.2	6			
0.3	6			
0.4	6			
0.5	10			
0.6	11			Medianamente Denso
0.7	11		SM	
0.8	10			
0.9	14			
1.00	14			
1.1	18			
1.2	18			
1.3	24			
1.4	26			
1.5	24			
1.6	32		GP-GM	Denso a muy Denso
1.7	38			
1.8	50	Rebote		
1.9				
2.00				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
3.00				

GRÁFICA DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

N_{DPL}= N° de golpes cada 10 cm

PROFUNDIDAD (m)

OBSERVACIONES : Rechazo el ensayo de DPL.

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

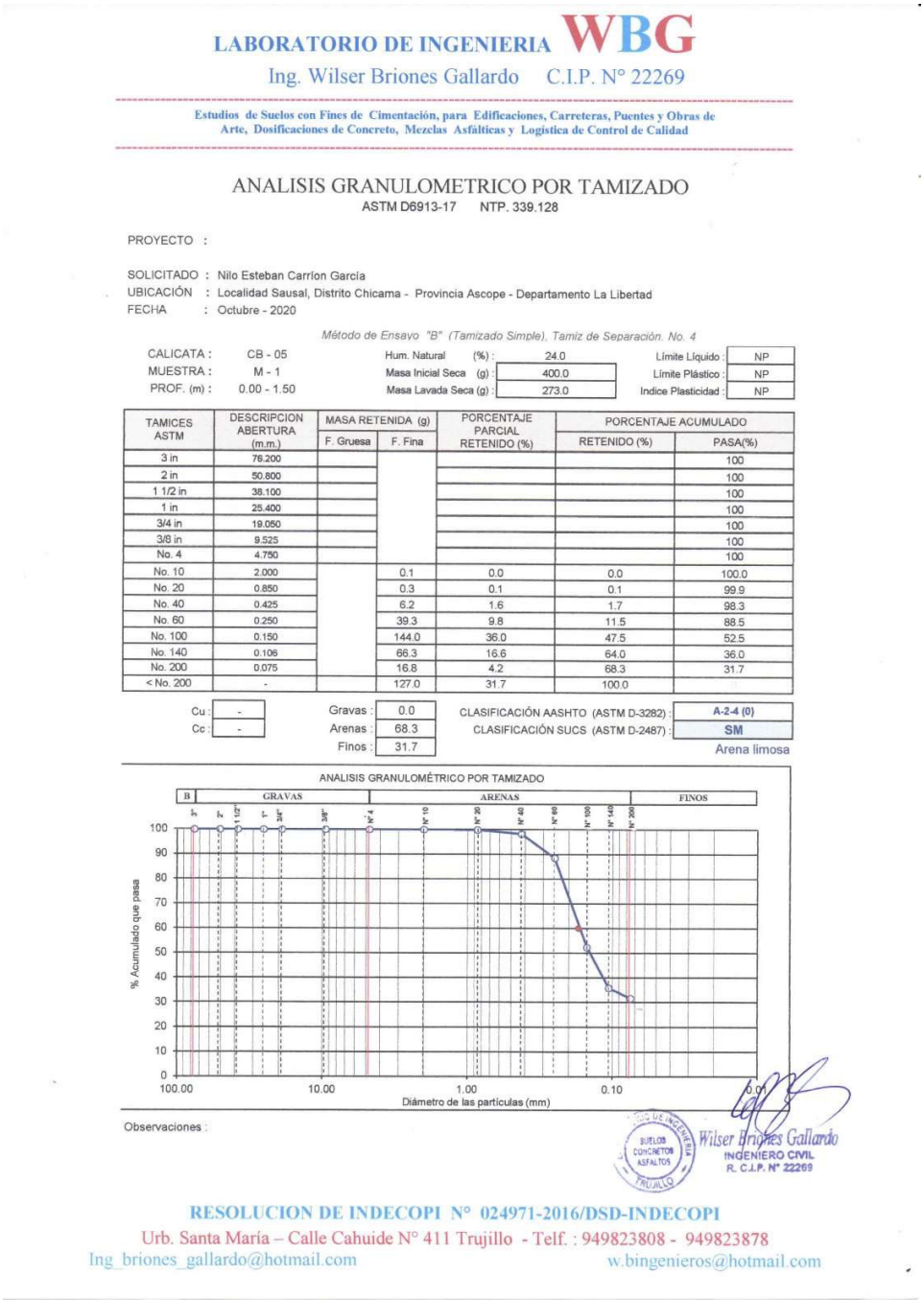
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 23

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-05, muestra 1



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "B" (Tamizado Simple), Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 05	Hum. Natural (%) :	24.0	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 1	Masa Inicial Seca (g) :	400.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	0.00 - 1.50	Masa Lavada Seca (g) :	273.0	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800					100
1 1/2 in	38.100					100
1 in	25.400					100
3/4 in	19.050					100
3/8 in	9.525					100
No. 4	4.750					100
No. 10	2.000		0.1	0.0	0.0	100.0
No. 20	0.850		0.3	0.1	0.1	99.9
No. 40	0.425		6.2	1.6	1.7	98.3
No. 60	0.250		39.3	9.8	11.5	88.5
No. 100	0.150		144.0	36.0	47.5	52.5
No. 140	0.106		66.3	16.6	64.0	36.0
No. 200	0.075		16.8	4.2	68.3	31.7
< No. 200	-		127.0	31.7	100.0	

Cu :	-	Gravas :	0.0	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-2-4 (0)
Cc :	-	Arenas :	68.3	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	SM
		Finos :	31.7		Arena limosa

Observaciones :

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

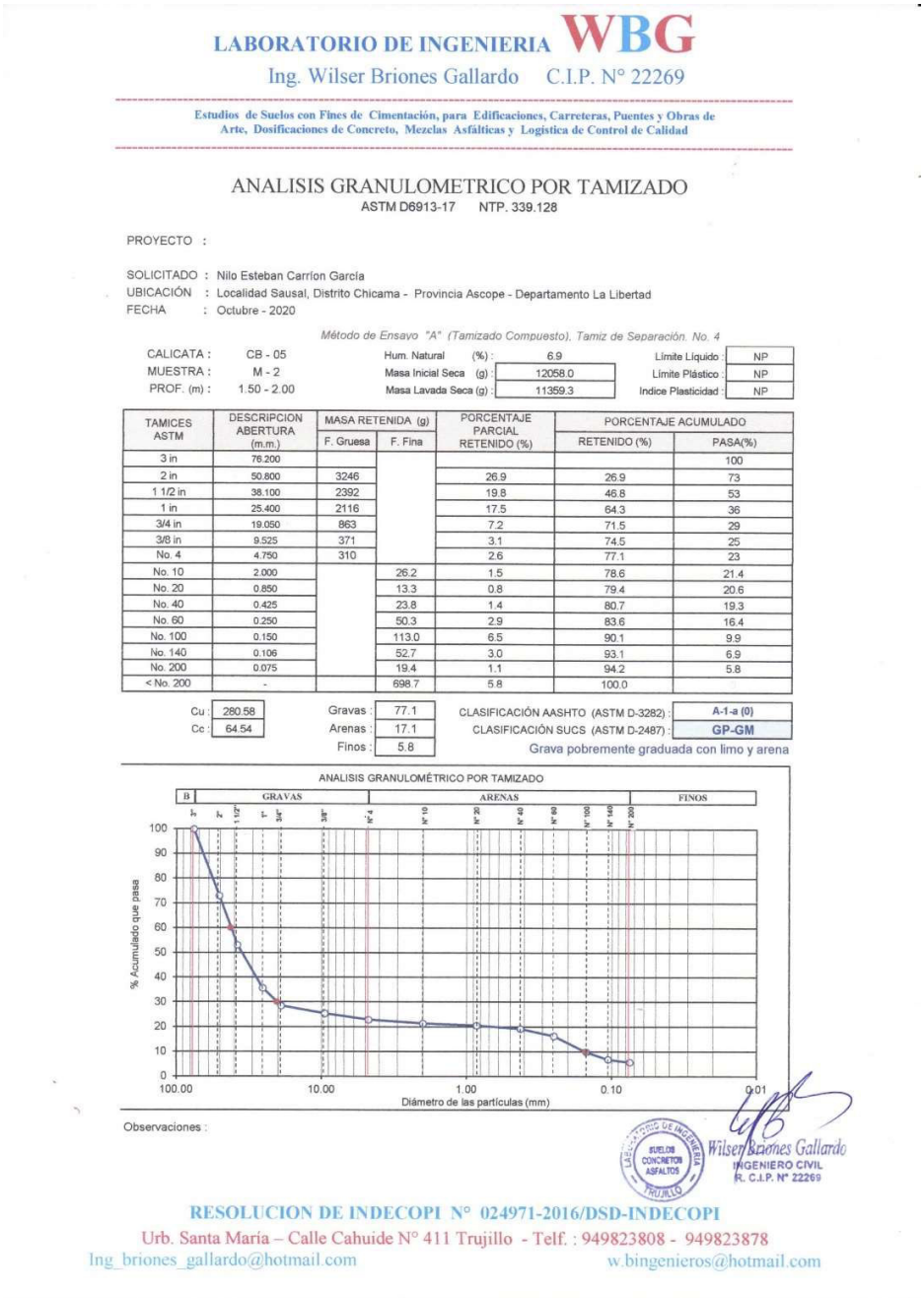
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 24

Análisis granulométrico por tamizado, calicata CB-05, muestra 2



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D6913-17 NTP. 339.128

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

Método de Ensayo "A" (Tamizado Compuesto), Tamiz de Separación. No. 4

CALICATA :	CB - 05	Hum. Natural (%) :	6.9	Límite Líquido :	NP
MUESTRA :	M - 2	Masa Inicial Seca (g) :	12058.0	Límite Plástico :	NP
PROF. (m) :	1.50 - 2.00	Masa Lavada Seca (g) :	11359.3	Indice Plasticidad :	NP

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	MASA RETENIDA (g)		PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
		F. Gruesa	F. Fina		RETENIDO (%)	PASA(%)
3 in	76.200					100
2 in	50.800	3246		26.9	26.9	73
1 1/2 in	38.100	2392		19.8	46.8	53
1 in	25.400	2116		17.5	64.3	36
3/4 in	19.050	863		7.2	71.5	29
3/8 in	9.525	371		3.1	74.5	25
No. 4	4.750	310		2.6	77.1	23
No. 10	2.000		26.2	1.5	78.6	21.4
No. 20	0.850		13.3	0.8	79.4	20.6
No. 40	0.425		23.8	1.4	80.7	19.3
No. 60	0.250		50.3	2.9	83.6	16.4
No. 100	0.150		113.0	6.5	90.1	9.9
No. 140	0.106		52.7	3.0	93.1	6.9
No. 200	0.075		19.4	1.1	94.2	5.8
< No. 200	-		698.7	5.8	100.0	

Cu :	280.58	Gravas :	77.1	CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D-3282) :	A-1-a (0)
Cc :	64.54	Arenas :	17.1	CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D-2487) :	GP-GM
		Finos :	5.8	Grava pobremente graduada con limo y arena	

Observaciones :

SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

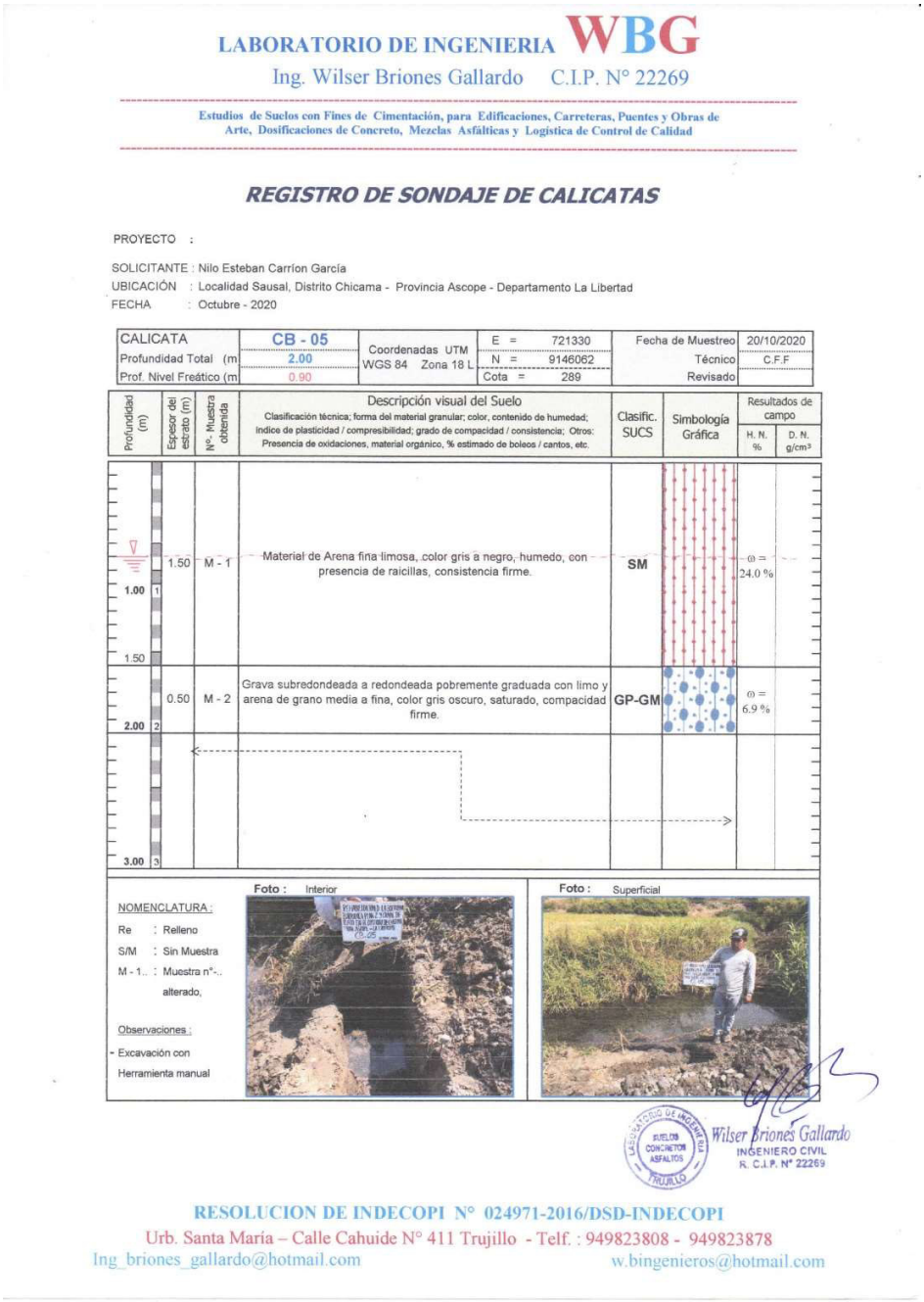
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 25

Registro de sondaje, calicata CB-05, muestra 1 y muestra 2



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

REGISTRO DE SONDAJE DE CALICATAS

PROYECTO :

SOLICITANTE : Nilo Esteban Carrion García

UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad

FECHA : Octubre - 2020

CALICATA	CB - 05	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L	E = 721330	Fecha de Muestreo	20/10/2020
Profundidad Total (m	2.00		N = 9146062	Técnico	C.F.F
Prof. Nivel Freático (m	0.90		Cota = 289	Revisado	

Profundidad (m)	Espesor del estrato (m)	N°. Muestra obtenida	Descripción visual del Suelo: Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, % estimado de boleos / cantos, etc.	Clasific. SUCS	Simbología Gráfica	Resultados de campo: H. N. %	Resultados de campo: D. N. g/cm³
1.00 1	1.50	M - 1	Material de Arena fina limosa, color gris a negro, humedo, con presencia de raicillas, consistencia firme.	SM		ω = 24.0 %	
1.50							
2.00 2	0.50	M - 2	Grava subredondeada a redondeada pobremente graduada con limo y arena de grano media a fina, color gris oscuro, saturado, compacidad firme.	GP-GM		ω = 6.9 %	
3.00 3							

NOMENCLATURA :

Re : Relleno

S/M : Sin Muestra

M - 1.. : Muestra n°-.. alterado,

Observaciones :

- Excavación con Herramienta manual

Foto : Interior

Foto : Superficial

Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI

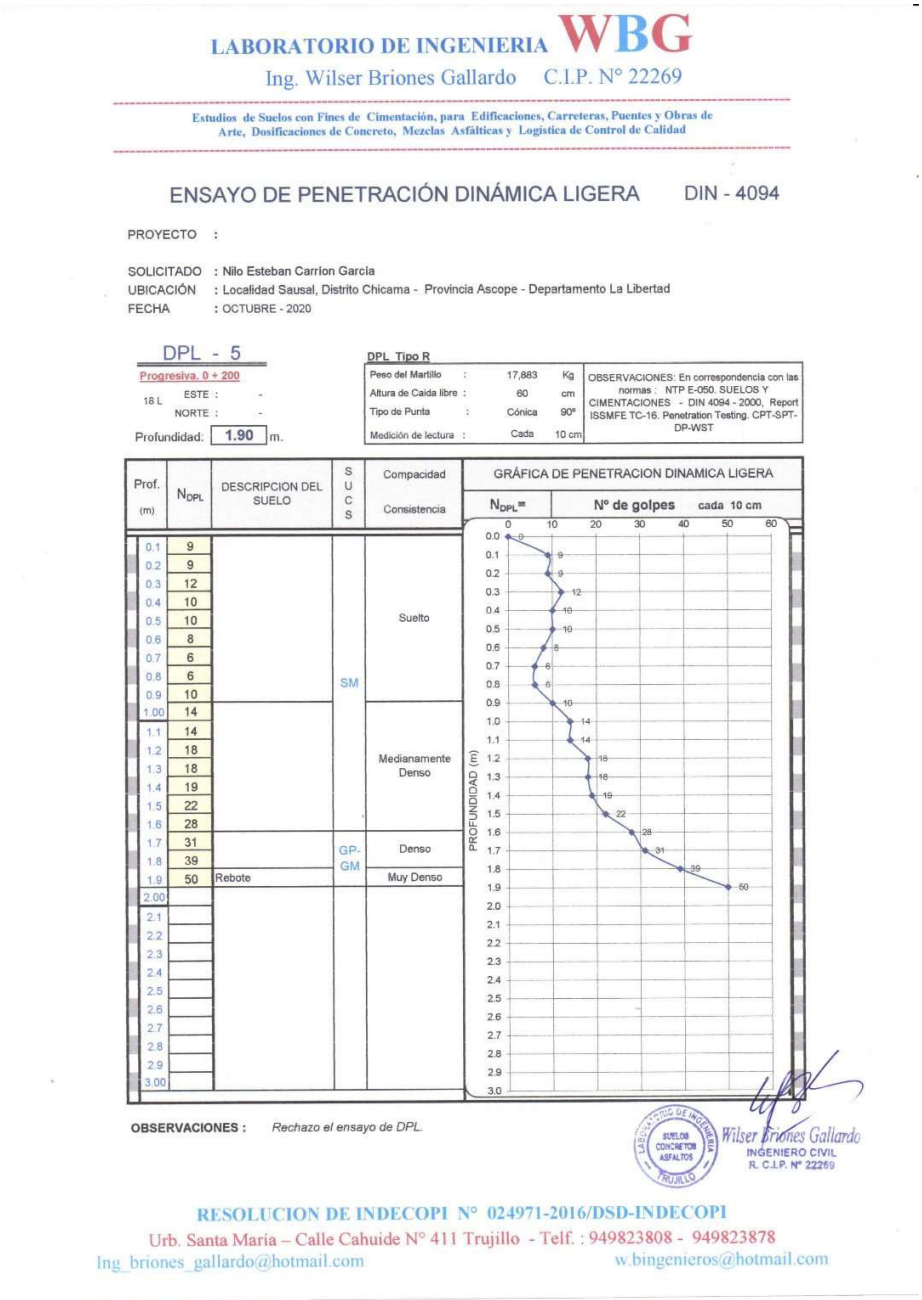
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878

Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 26

Ensayo de penetración dinámica ligera, punto DPL-05



LABORATORIO DE INGENIERIA WBG

Ing. Wilser Briones Gallardo C.I.P. N° 22269

Estudios de Suelos con Fines de Cimentación, para Edificaciones, Carreteras, Puentes y Obras de Arte, Dosificaciones de Concreto, Mezclas Asfálticas y Logística de Control de Calidad

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA DIN - 4094

PROYECTO :

SOLICITADO : Nilo Esteban Carrion Garcia
UBICACIÓN : Localidad Sausal, Distrito Chicama - Provincia Ascope - Departamento La Libertad
FECHA : OCTUBRE - 2020

DPL - 5
Progresiva. 0 + 200
18 L ESTE :
NORTE :
Profundidad: 1.90 m.

DPL Tipo R

Peso del Martillo	:	17,883	Kg
Altura de Caida libre	:	60	cm
Tipo de Punta	:	Cónica	90°
Medición de lectura	:	Cada	10 cm

OBSERVACIONES: En correspondencia con las normas : NTP E-050. SUELOS Y CIMENTACIONES - DIN 4094 - 2000, Report ISSMFE TC-16. Penetration Testing. CPT-SPT-DP-WST

Prof. (m)	N_{DPL}	DESCRIPCION DEL SUELO	SUCS	Compacidad / Consistencia
0.1	9		SM	Suelto
0.2	9			
0.3	12			
0.4	10			
0.5	10			
0.6	8			
0.7	6			
0.8	6			
0.9	10			
1.00	14			Medianamente Denso
1.1	14			
1.2	18			
1.3	18			
1.4	19			
1.5	22			
1.6	28			
1.7	31		GP-GM	Denso
1.8	39			
1.9	50	Rebote		Muy Denso
2.00				
2.1				
2.2				
2.3				
2.4				
2.5				
2.6				
2.7				
2.8				
2.9				
3.00				

GRÁFICA DE PENETRACION DINAMICA LIGERA

N_{DPL}= Nº de golpes cada 10 cm

PROFUNDIDAD (m)

OBSERVACIONES : *Rechazo el ensayo de DPL.*

LABORATORIO DE INGENIERIA SUELOS CONCRETOS ASFALTOS TRUJILLO

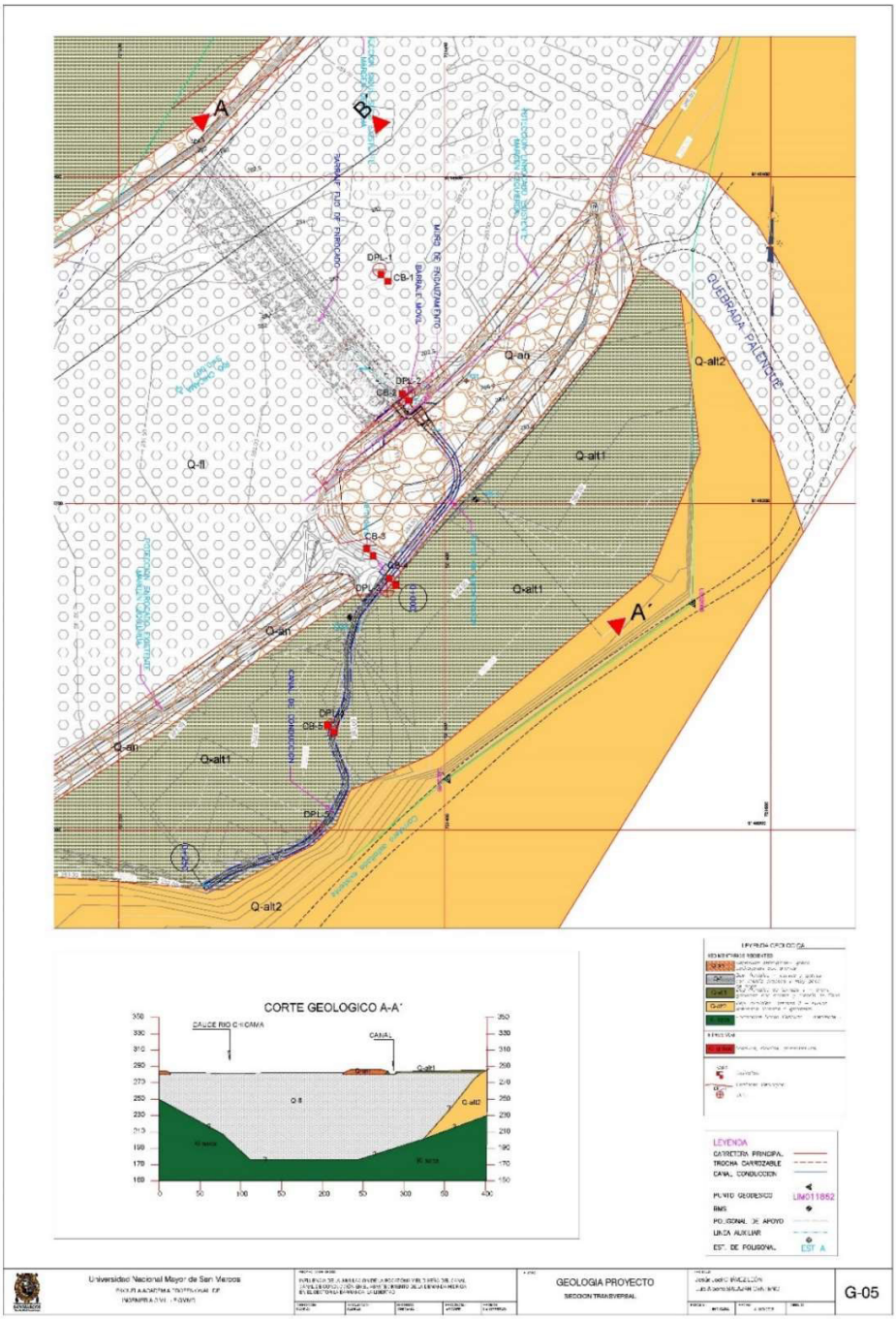
Wilser Briones Gallardo
INGENIERO CIVIL
R. C.I.P. N° 22269

RESOLUCION DE INDECOPI N° 024971-2016/DSD-INDECOPI
Urb. Santa María – Calle Cahuide N° 411 Trujillo - Telf. : 949823808 - 949823878
Ing_briones_gallardo@hotmail.com w.bingenieros@hotmail.com

Nota: Realizado por el laboratorio de Ingeniería WBG (2020)

Figura H 27

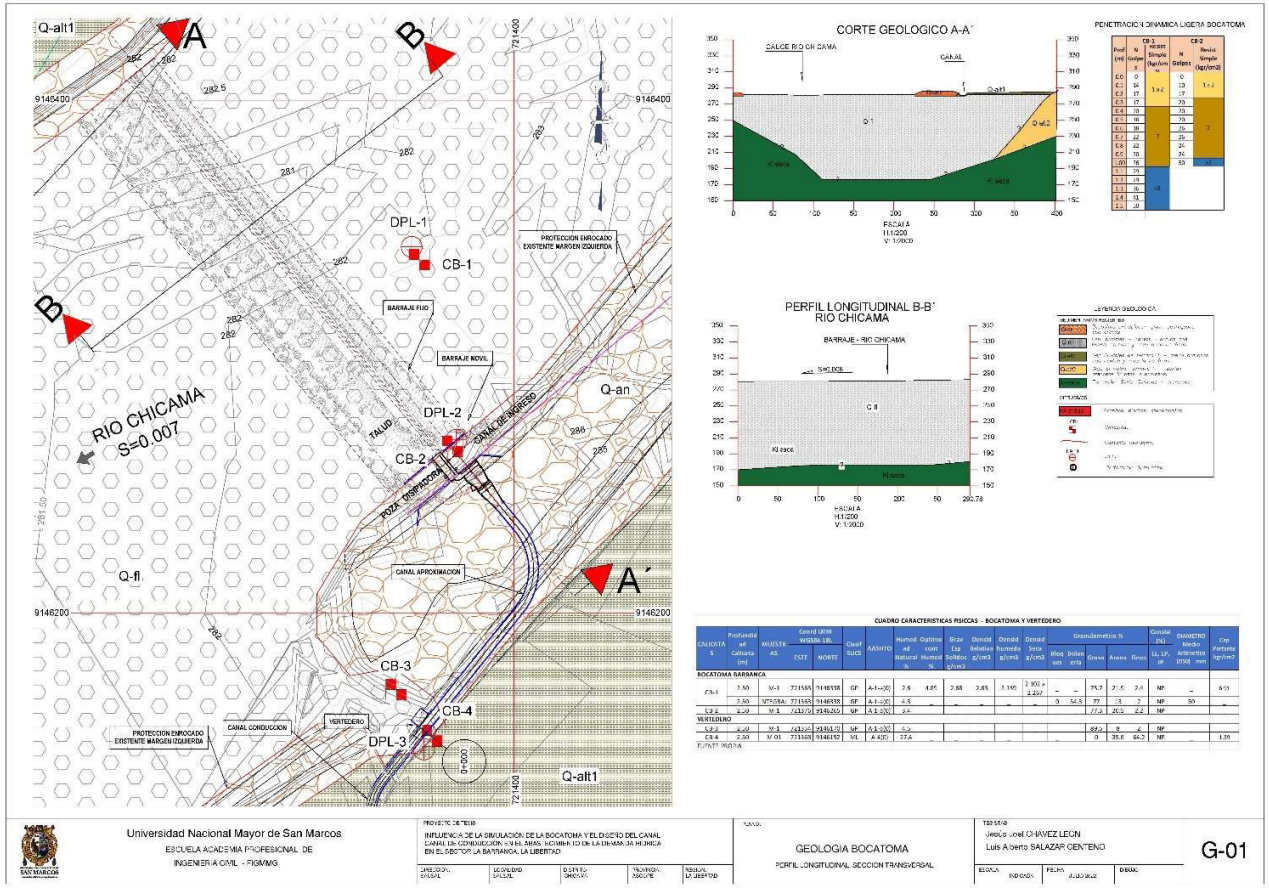
Plano geológico del área de estudio, incluyendo calicatas y sondeos DPL



Nota: Adaptado de Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17 (Cossío & Jaén, 1967), complementado con los resultados del estudio de suelos.

Figura H 28

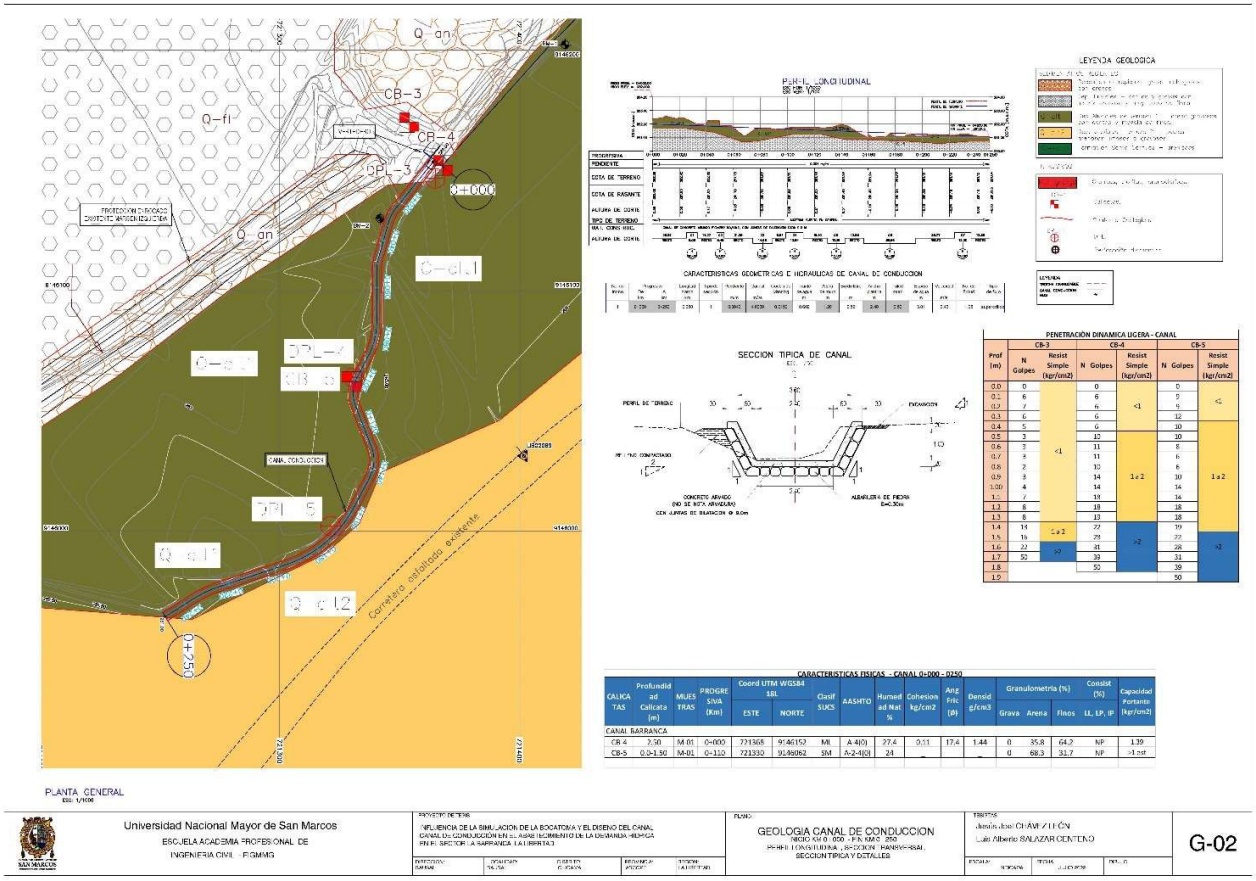
Plano geológico del área de estudio (Barraje, toma y canal de aproximación), incluyendo calicatas y sondeos DPL



Nota: Adaptado de Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17 (Cossío & Jaén, 1967), complementado con los resultados del estudio de suelos.

Figura H 29

Plano geológico del área de estudio (canal de conducción), incluyendo calicatas y sondeos DPL

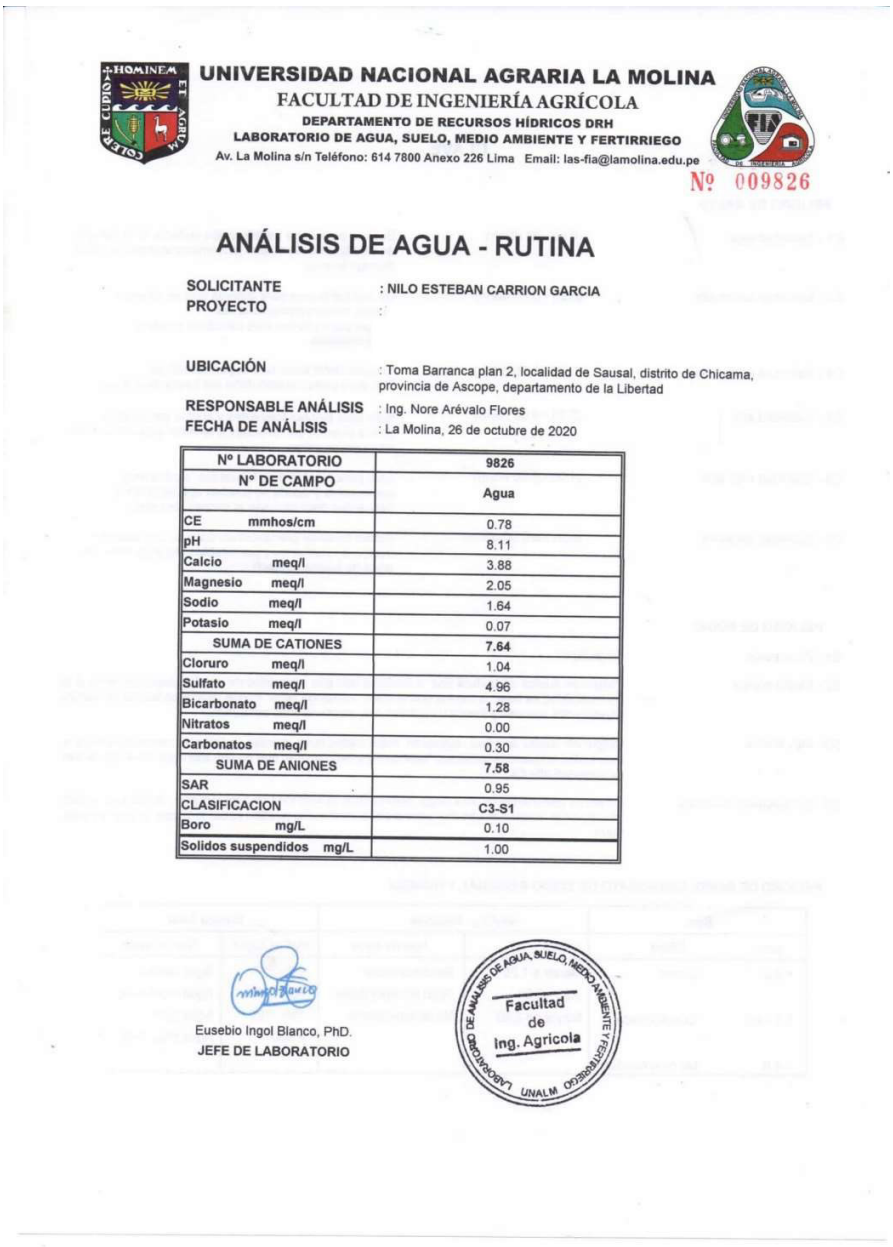


Nota: Adaptado de Geología de los cuadrángulos de Puémape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa – Boletín A 17 (Cossío & Jaén, 1967), complementado con los resultados del estudio de suelos.

9.9. Anexo I: Análisis de calidad de agua y suelo

Figura I 1

Análisis de la calidad del agua



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n Teléfono: 614 7800 Anexo 226 Lima Email: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 009826

ANÁLISIS DE AGUA - RUTINA

SOLICITANTE : NILO ESTEBAN CARRION GARCIA
PROYECTO :

UBICACIÓN : Toma Barranca plan 2, localidad de Sausal, distrito de Chicama, provincia de Ascope, departamento de la Libertad
RESPONSABLE ANÁLISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 26 de octubre de 2020

Nº LABORATORIO	9826
N° DE CAMPO	Agua
CE mmhos/cm	0.78
pH	8.11
Calcio meq/l	3.88
Magnesio meq/l	2.05
Sodio meq/l	1.64
Potasio meq/l	0.07
SUMA DE CATIONES	7.64
Cloruro meq/l	1.04
Sulfato meq/l	4.96
Bicarbonato meq/l	1.28
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.30
SUMA DE ANIONES	7.58
SAR	0.95
CLASIFICACION	C3-S1
Boro mg/L	0.10
Solidos suspendidos mg/L	1.00

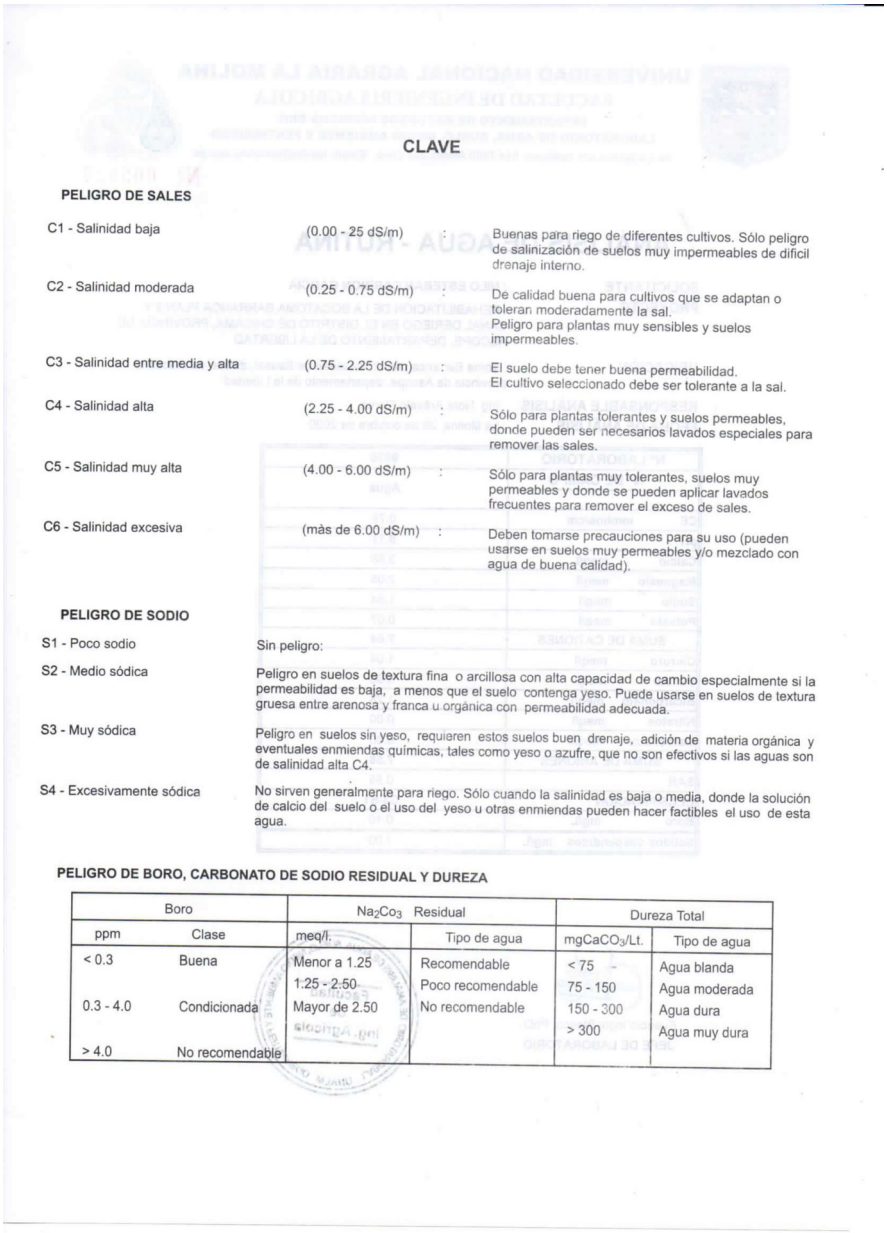
Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agrícola
UNALM

Nota: Realizado por el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, Universidad Nacional Agraria La Molina (2020)

Figura I 2

Análisis de la calidad del agua (Hoja clave)



CLAVE

PELIGRO DE SALES

C1 - Salinidad baja	(0.00 - 25 dS/m)	:	Buenas para riego de diferentes cultivos. Sólo peligro de salinización de suelos muy impermeables de dificil drenaje interno.
C2 - Salinidad moderada	(0.25 - 0.75 dS/m)	:	De calidad buena para cultivos que se adaptan o toleran moderadamente la sal. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
C3 - Salinidad entre media y alta	(0.75 - 2.25 dS/m)	:	El suelo debe tener buena permeabilidad. El cultivo seleccionado debe ser tolerante a la sal.
C4 - Salinidad alta	(2.25 - 4.00 dS/m)	:	Sólo para plantas tolerantes y suelos permeables, donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover las sales.
C5 - Salinidad muy alta	(4.00 - 6.00 dS/m)	:	Sólo para plantas muy tolerantes, suelos muy permeables y donde se pueden aplicar lavados frecuentes para remover el exceso de sales.
C6 - Salinidad excesiva	(màs de 6.00 dS/m)	:	Deben tomarse precauciones para su uso (pueden usarse en suelos muy permeables y/o mezclado con agua de buena calidad).

PELIGRO DE SODIO

S1 - Poco sodio	Sin peligro:
S2 - Medio sódica	Peligro en suelos de textura fina o arcillosa con alta capacidad de cambio especialmente si la permeabilidad es baja, a menos que el suelo contenga yeso. Puede usarse en suelos de textura gruesa entre arenosa y franca u orgánica con permeabilidad adecuada.
S3 - Muy sódica	Peligro en suelos sin yeso, requieren estos suelos buen drenaje, adición de materia orgánica y eventuales enmiendas químicas, tales como yeso o azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta C4.
S4 - Excesivamente sódica	No sirven generalmente para riego. Sólo cuando la salinidad es baja o media, donde la solución de calcio del suelo o el uso del yeso u otras enmiendas pueden hacer factibles el uso de esta agua.

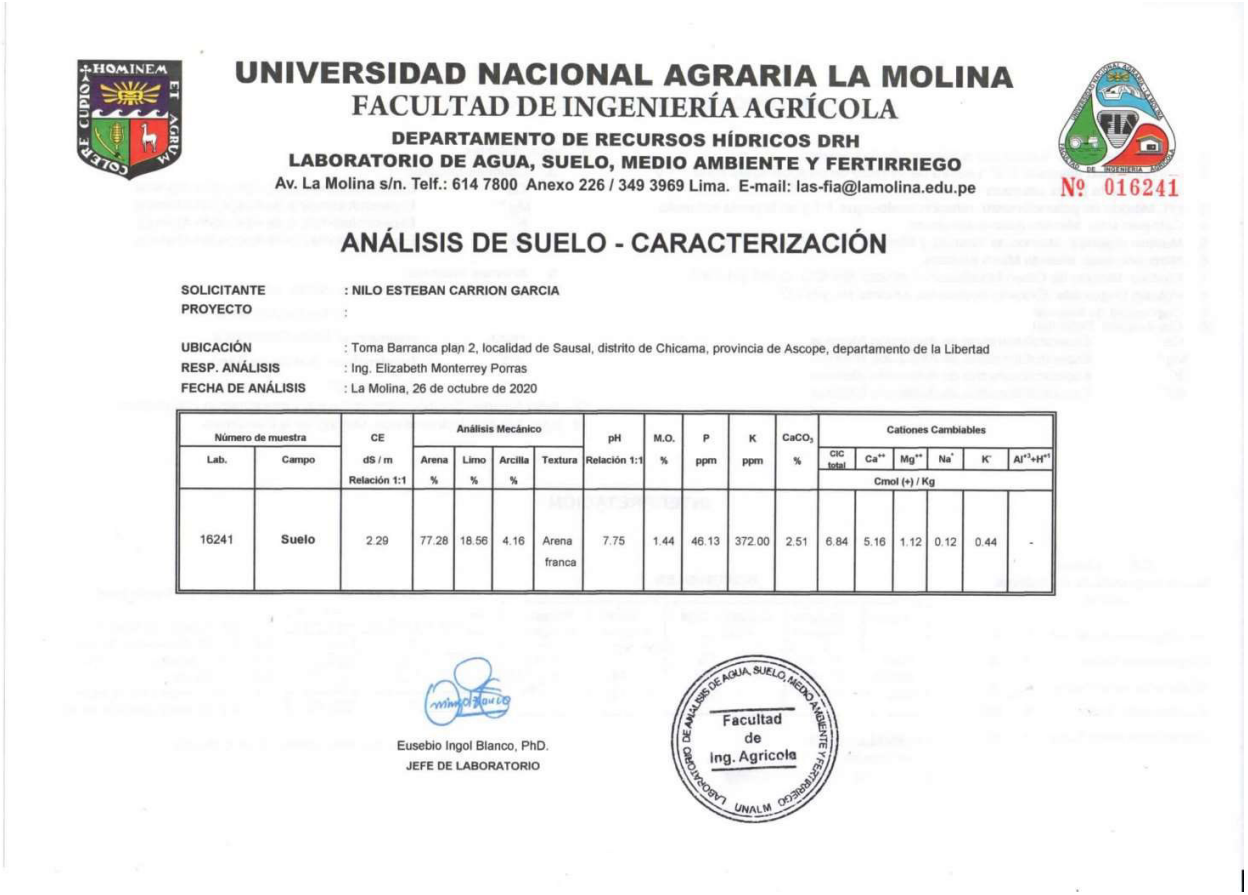
PELIGRO DE BORO, CARBONATO DE SODIO RESIDUAL Y DUREZA

Boro		Na_2Co_3 Residual		Dureza Total	
ppm	Clase	meq/l.	Tipo de agua	$mgCaCO_3/Lt.$	Tipo de agua
< 0.3	Buena	Menor a 1.25	Recomendable	< 75	Agua blanda
		1.25 - 2.50	Poco recomendable	75 - 150	Agua moderada
0.3 - 4.0	Condicionada	Mayor de 2.50	No recomendable	150 - 300	Agua dura
				> 300	Agua muy dura
> 4.0	No recomendable				

Nota: Realizado por el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, Universidad Nacional Agraria La Molina (2020)

Figura I 3

Análisis de la caracterización del suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n. Telf.: 614 7800 Anexo 226 / 349 3969 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 016241

ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : NILO ESTEBAN CARRION GARCIA
PROYECTO :

UBICACIÓN : Toma Barranca plan 2, localidad de Sausal, distrito de Chicama, provincia de Ascope, departamento de la Libertad
RESP. ANÁLISIS : Ing. Elizabeth Monterrey Porras
FECHA DE ANÁLISIS : La Molina, 26 de octubre de 2020

Número de muestra		CE	Análisis Mecánico				pH	M.O.	P	K	$CaCO_3$	Cationes Cambiables					
Lab.	Campo	dS / m	Arena	Limo	Arcilla	Textura	Relación 1:1	%	ppm	ppm	%	CIC total	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{-}	$Al^{+3}+H^{+1}$
		Relación 1:1	%	%	%							Cmol (+) / Kg					
16241	Suelo	2.29	77.28	18.56	4.16	Arena franca	7.75	1.44	46.13	372.00	2.51	6.84	5.16	1.12	0.12	0.44	-

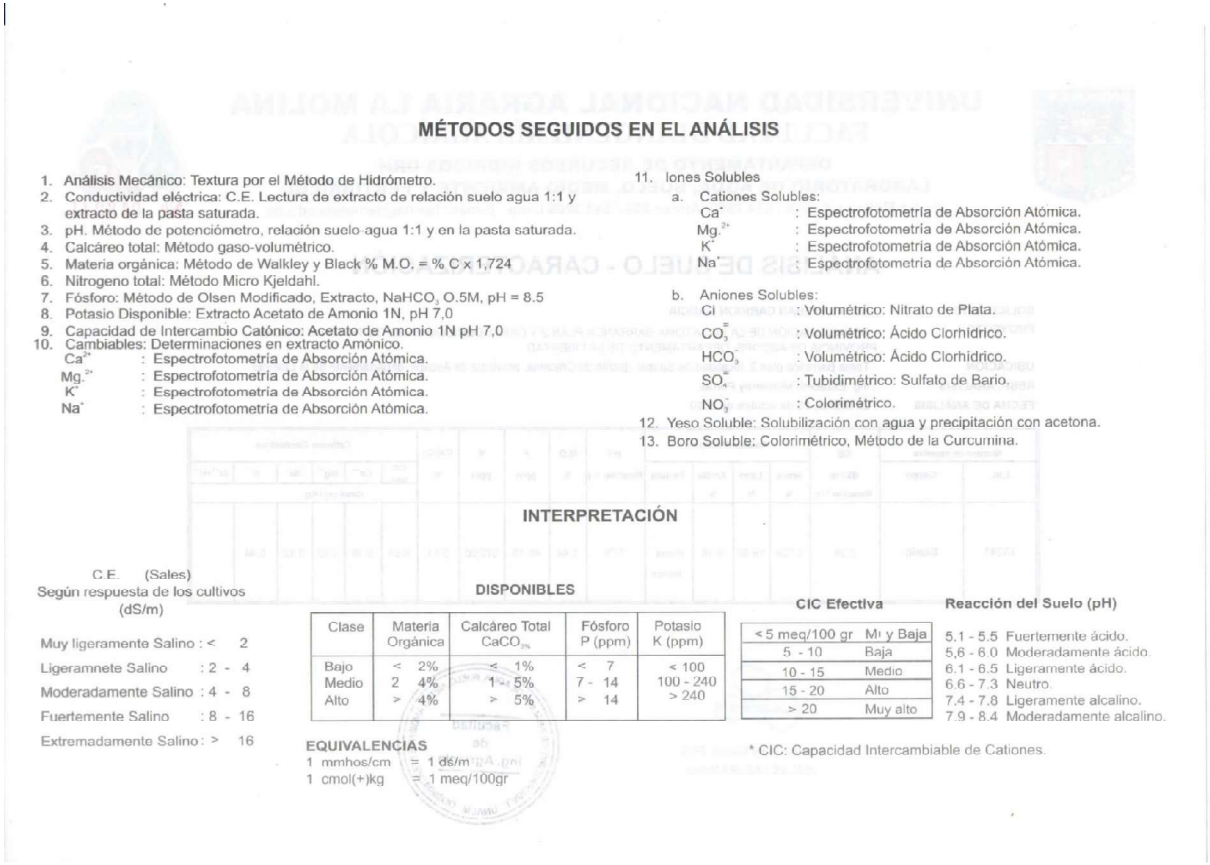
Eusebio Ingol Blanco, PhD.
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Facultad de Ing. Agrícola
UNALM

Nota: Realizado por el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, Universidad Nacional Agraria La Molina (2020)

Figura I 4

Análisis de la caracterización del suelo (Hoja clave)



MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS

1. Análisis Mecánico: Textura por el Método de Hidrómetro.
2. Conductividad eléctrica: C.E. Lectura de extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
3. pH. Método de potenciómetro, relación suelo-agua 1:1 y en la pasta saturada.
4. Calcáreo total: Método gaso-volumétrico.
5. Materia orgánica: Método de Walkley y Black % M.O. = % C x 1,724
6. Nitrogeno total: Método Micro Kjeldahl.
7. Fósforo: Método de Olsen Modificado, Extracto, $NaHCO_3$ O.5M, pH = 8.5
8. Potasio Disponible: Extracto Acetato de Amonio 1N, pH 7,0
9. Capacidad de Intercambio Catónico: Acetato de Amonio 1N pH 7,0
10. Cambiables: Determinaciones en extracto Amónico.
    - Ca^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - K^{+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - Na^{+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
11. Iones Solubles
    a. Cationes Solubles:
    - Ca^{+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - Mg^{2+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - K^{+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.
    - Na^{+} : Espectrofotometría de Absorción Atómica.

    b. Aniones Solubles:
    - Cl^{-} : Volumétrico: Nitrato de Plata.
    - $CO_3^{=}$: Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
    - HCO_3^{-} : Volumétrico: Ácido Clorhídrico.
    - $SO_4^{=}$: Tubidimétrico: Sulfato de Bario.
    - NO_3^{-} : Colorimétrico.
12. Yeso Soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona.
13. Boro Soluble: Colorimétrico, Método de la Curcumina.

INTERPRETACIÓN

C.E. (Sales)
Según respuesta de los cultivos (dS/m)

Muy ligeramente Salino	< 2
Ligeramnete Salino	2 - 4
Moderadamente Salino	4 - 8
Fuertemente Salino	8 - 16
Extremadamente Salino	> 16

DISPONIBLES

Clase	Materia Orgánica	Calcáreo Total $CaCO_3$%	Fósforo P (ppm)	Potasio K (ppm)
Bajo	< 2%	< 1%	< 7	< 100
Medio	2 4%	1 - 5%	7 - 14	100 - 240
Alto	> 4%	> 5%	> 14	> 240

CIC Efectiva

< 5 meq/100 gr	Muy Baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Medio
15 - 20	Alto
> 20	Muy alto

Reacción del Suelo (pH)

5,1 - 5.5	Fuertemente ácido.
5,6 - 6.0	Moderadamente ácido.
6.1 - 6.5	Ligeramente ácido.
6.6 - 7.3	Neutro.
7,4 - 7,8	Ligeramente alcalino.
7.9 - 8.4	Moderadamente alcalino.

EQUIVALENCIAS
1 mmhos/cm = 1 dS/m
1 cmol(+)kg = 1 meq/100gr

* CIC: Capacidad Intercambiable de Cationes.

Nota: Realizado por el Laboratorio de Agua, Suelo, Medio Ambiente y Fertirriego, Universidad Nacional Agraria La Molina (2020).