

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
DEL C.P. BOROQUEÑA - TACNA”**

TESIS

Presentada Por:

Bach. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

TACNA-PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUEÑA-TACNA”

SUSTENTADA Y APROBADA EL 27 DE ABRIL DEL 2016, SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:


PRESIDENTE :


.....
Ing. LUIS ALBERTO ALFARO RAVELLO

SECRETARIO :


.....
MSc. EDGAR CHURA AROCUTIPA

VOCAL :


.....
Ing. JOSÉ RAÚL ARDILES FLORES

ASESOR :


.....
Ph.D. EDWIN MARTÍN PINO VARGAS

DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y la sabiduría para cumplir mis metas.

A mis Padres por su esfuerzo, sacrificio, apoyo incondicional y comprensión.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a todos los docentes que han contribuido con sus enseñanzas compartidas en las aulas de la escuela de Ingeniería Civil.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I : GENERALIDADES	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS	3
1.3.1. VARIABLES	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5. OBJETIVOS	4
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	5
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. VULNERABILIDAD.....	6
2.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	6
2.3. AMENAZA	7
2.4. AMENAZAS PRODUCIDAS POR EL HOMBRE O ANTROPOGÉNICAS.....	7
2.4.1. RELACIONADAS CON LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO ...	7
2.4.2. AJENAS A LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO.	10
2.4.3. VULNERABILIDAD – CONFIABILIDAD.....	10
2.4.4. VULNERABILIDAD E ÍNDICE DE RESILIENCIA.....	10
2.5. MODELADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON EPANET	11
2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO HIDRÁULICO	12
2.6. TUBOS PVC.....	13
2.6.1. VIDA ÚTIL	13

2.6.2. PROPIEDADES FÍSICAS	13
2.6.3. RESISTENCIA MECÁNICA DEL MATERIAL	15
2.7. AMENAZAS NATURALES.....	15
2.7.1. HUAYCOS.....	16
2.7.2. SISMO.....	16
2.8. NIVEL O GRADO DE PELIGROSIDAD A INUNDACIÓN POR HUAYCOS.	16
2.9. LA VULNERABILIDAD PUEDE SER EXPLICADA POR TRES FACTORES.....	17
2.10. CLASIFICACIÓN DE LAS QUEBRADAS CON RESPECTO AL RIESGO ..	20
2.10.1. CLASIFICACIÓN POR LOCALIZACIÓN.....	20
2.10.2. CLASIFICACIÓN POR PENDIENTE	21
2.10.3. CLASIFICACIÓN POR ÁREA.....	21
2.10.4. CLASIFICACIÓN POR NATURALEZA DEL SUELO	22
2.11. METODOLOGÍA ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA Y VULNERABILIDAD DE TUBERÍAS	22
2.11.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA.....	23
2.11.2. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.....	24
2.12. NIVEL DE RIESGO.....	27
2.13. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	28
2.14. CALIDAD DE AGUA	28
CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO	30
3.1.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	30
3.1.2. FASE DE CAMPO	31
3.1.3. FASE DE GABINETE:	32
3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	33
3.2.1. UBICACIÓN	33
3.2.2. RUTA DE ACCESO.....	33
3.2.3. CLIMA	35
3.2.4. POBLACIÓN	35

3.2.5. VIVIENDA.....	36
3.2.6. EDUCACIÓN.....	37
3.2.7. SERVICIOS BÁSICOS	37
3.3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	38
3.3.1. CAPTACIÓN	38
3.3.2. LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	39
3.3.3. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.....	40
3.3.4. CÁMARA ROMPE PRESIÓN	41
3.3.5. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	42
3.3.6. TRATAMIENTO.....	45
3.3.7. OFERTA Y LA DEMANDA	46
3.3.8. CALIDAD DE AGUA ABASTECIDA.....	48
3.3.9. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD ADMINISTRADORA	50
3.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	53
3.4.1. GEOLOGÍA	53
3.4.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	55
3.4.3. GEOMORFOLOGÍA	57
3.4.4. TOPOGRAFÍA.....	59
3.4.5. GEODINÁMICA.....	59
3.4.6. SISTEMA DE PROTECCIÓN EXISTENTE.....	72
3.4.7. HIDROLOGÍA.....	75
3.5. MODELADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE.....	82
3.5.1. PARÁMETROS PARA MODELAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE	82
3.5.2. MODELADO LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EPANET 2.0	84
3.6. ANÁLISIS DE AMENAZAS PRODUCIDAS POR EL HOMBRE Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN	88
3.6.1. AMENAZAS RELACIONADAS CON OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	88
3.6.2. AMENAZAS AJENAS A LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.....	94

3.7. VULNERABILIDAD OPERATIVA Y MANTENIMIENTO	95
3.7.1. RESILIENCIA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	95
3.7.2. ANÁLISIS DEL ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	95
3.7.3. CONECTIVIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	96
3.8. ANÁLISIS DE FENÓMENOS NATURALES Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN	97
3.8.1. PELIGRO SÍSMICO	98
3.8.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA	99
3.8.3. PELIGRO DE HUAYCO	103
3.8.4. VULNERABILIDAD ANTE HUAYCOS	105
3.8.5. VULNERABILIDAD A DESLIZAMIENTO	116
3.9. RIESGO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	119
CAPÍTULO IV : ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	121
4.1. MODELADO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	121
4.2. DE LA VULNERABILIDAD ANTE HUAYCOS	122
4.3. DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA	124
4.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	125
4.4.1. OBRAS DE DRENAJE	128
4.4.2. MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	130
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
5.1. CONCLUSIONES	134
5.2. RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA	136
ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Unidades de presión	9
Tabla 2: Tubos PVC 7.5.....	14
Tabla 3: Características Técnicas de la tubería para presión NTP-ISO-4422	15
Tabla 4: Periodo de retorno	17
Tabla 5: Nivel de vulnerabilidad a huaycos	18
Tabla 6: Nivel de vulnerabilidad a sismo	19
Tabla 7: Clasificación de quebradas por riesgo	20
Tabla 8: Clasificación por Localización	21
Tabla 9: Clasificación por Pendiente.....	21
Tabla 10: Clasificación por Área	21
Tabla 11: Clasificación por Naturaleza del Suelo.....	22
Tabla 12: Valores de ponderación para los diferentes parámetros	22
Tabla 13: Factor de amenaza por tipo de perfil de suelo (FTPS)	23
Tabla 14: Factor de amenaza por licuefacción potencial (FLPS)	23
Tabla 15: Factor de amenaza por deformación permanente del suelo (FDPS) ..	24
Tabla 16: Factores de corrección por tipo de material (FCM).....	25
Tabla 17: Matriz de riesgo	28
Tabla 18: Parámetros de calidad y límites máximos de agua potable	29
Tabla 19: Vías de acceso	34
Tabla 20: Tabla climática	35
Tabla 21: Población del C.P. Borogueña	36
Tabla 22: Viviendas del centro poblado Borogueña	36
Tabla 23: Instituciones Educativas.....	37
Tabla 24: Características físico químicas de las fuentes de agua potable	39
Tabla 25: Características de reservorio	41
Tabla 26: Longitud de tuberías	43
Tabla 27: Características de la Red de Distribución.....	45

Tabla 28: Análisis Físico Químico.....	48
Tabla 29: Resultados de muestra de agua potable del C. P. Borogueña	49
Tabla 30: Sismos 1582-2001	63
Tabla 31: Descripción de daños según Intensidad de Mercalli Modificada.....	65
Tabla 32: Recurrencia del fenómeno El Niño.....	69
Tabla 33: Características de las quebradas C. P. Borogueña.....	77
Tabla 34: Precipitación Máxima de 24 horas	78
Tabla 35: Distribución de frecuencias para la PPM _{ax} de 24 horas	78
Tabla 36: Valores de delta tabular y teórico de la distribución de frecuencias....	79
Tabla 37: Precipitación máxima 24 horas para diferentes periodos de retorno – distribución gamma de 2 parámetros.....	79
Tabla 38: Precipitaciones Máximas para distintas duraciones de tormentas (mm).....	80
Tabla 39: Intensidades en mm/h para distintas duraciones de tormentas.....	80
Tabla 40: Caudales de máxima avenida Borogueña (m ³ /s).....	82
Tabla 41: Población actual total en el área de estudio	83
Tabla 42: Presión de golpe de ariete	93
Tabla 43: Impactos de un sismo de gran intensidad sobre otras estructuras de abastecimiento	101
Tabla 44: Nivel de vulnerabilidad sísmica	103
Tabla 45: Nivel de peligro de las quebradas	105
Tabla 46: Valorización de daños por inundación de huaycos dentro del área urbana del C.P. Borogueña	111
Tabla 47: Impacto de precipitaciones sobre estructuras de abastecimiento....	112
Tabla 48: Nivel de exposición y fragilidad	112
Tabla 49: Nivel de vulnerabilidad a huaycos	113
Tabla 50: Estudios para reducción de vulnerabilidad	126
Tabla 51: Presupuesto Anual para CASS-Borogueña.....	133

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Tipos de amenazas en los sistemas de abastecimiento de agua.....	7
Figura 2: Índice de daños por propagación de ondas sísmicas en tubería de hierro fundido según intensidad Mercalli modificada.....	25
Figura 3: Índice de daños por propagación de ondas sísmicas y deformación permanente del suelo en tubería de hierro fundido según intensidad Mercalli modificada.....	26
Figura 4: Esquema de relación peligro, vulnerabilidad y riesgo.....	27
Figura 5: Ubicación de la zona de estudio	34
Figura 6: Captación Tomacucho	38
Figura 7: Captación Cupine (Vilalalca- Soncota).....	39
Figura 8: Línea de conducción desde la captación Tomacucho a Borogueña....	40
Figura 9: Reservoirio de 25 m ³ (2008)	41
Figura 10: Cámara rompe presión	42
Figura 11: Grietas de la Cámara rompe presión	42
Figura 12: Inspección de la red de distribución de agua potable en la calle El Mirador	43
Figura 13: Sección del relleno de la red de distribución	44
Figura 14: Válvula de sectorización	44
Figura 15: Conexiones domiciliarias	45
Figura 16: Tanque donde se prepara la solución desinfectante	46
Figura 17: Balance Oferta-Demanda de producción de agua potable.....	47
Figura 18: Balance Oferta-Demanda de almacenamiento para regulación – agua potable.....	47
Figura 19: Estructura orgánica de la JASS-Borogueña.....	50
Figura 20: Distribuciones de máximas intensidades	62
Figura 21: Periodo de recurrencia e intensidad del fenómeno El Niño 1985 – 1998	70

Figura 22: Disipadores de energía en la quebrada Alta Misa	72
Figura 23: Dique en la quebrada Llusta Cahua instalada de forma inadecuada.	73
Figura 24: Detalle de un dique	73
Figura 25: Terrazas de formación lenta	74
Figura 26: Obras de protección con concreto	75
Figura 27: Quebradas existentes en el C. P. Borogueña	76
Figura 28: Histograma de PP máxima de 24horas- Estación Toquepala	77
Figura 29: Propiedades opciones hidráulicas, usando Epanet 2.0	85
Figura 30: Propiedades de la tubería PVC, usando Epanet 2.0	85
Figura 31: Tabla de propiedades de los nudos, usando Epanet 2.0.....	86
Figura 32: Sección típica de la zanja	86
Figura 33: Nomenclatura de los nudos en el modelo hidráulico	87
Figura 34: Nomenclatura de las tuberías del modelo hidráulico	87
Figura 35: Cotas del modelo hidráulico	88
Figura 36: Velocidades de la red de distribución Q_{mdh} 2015	89
Figura 37: Distribución de presiones de la red de distribución	89
Figura 38: Presiones bajas de la red de distribución de agua potable.....	90
Figura 39: Zona Exceso de Presión Q_{mdh} 2015	91
Figura 40: Esquema de la red de distribución de agua potable de C. P. Borogueña.....	96
Figura 41: Líneas principales y secundarias de la red de distribución de agua potable.....	97
Figura 42: Zona de estudio red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña.....	98
Figura 43: Quebradas donde se presentan huaycos.....	103
Figura 44: Caudales esperados para periodo de retorno	104
Figura 45: Zonas vulnerables a inundaciones del C. P. Borogueña	106
Figura 46: Calle San Cipriano del C. P. Borogueña, se encuentra en el cauce de quebrada San Bartolomé	107
Figura 47: Calle San Juan del C. P. Borogueña.....	108
Figura 48: Calle 3 de Mayo del C. P. Borogueña	108

Figura 49: En la quebrada Alta Misa la red distribución de agua potable se encuentra expuesta	109
Figura 50: Zonas inundables ante avenida de huaycos para un periodo de retorno de 100 años.	110
Figura 51: Red de distribución de agua potable expuesta en la vía Nueva Visión próxima a la quebrada Alta Misa.....	118
Figura 52: Zona de la red distribución sin servicio sin sufre rotura de la red de distribución en la calle Nueva Visión.....	118
Figura 53: Protección a la red de distribución en la calle Nueva Visión.....	125
Figura 54: Detalle de captación-drenaje en calle San Cipriano	128
Figura 55: Drenaje de pantalla deflectoras para una pendiente de 30% en la calle San Cipriano	129
Figura 56: Detalle de alcantarillase debe instalar en la intersección con las vías	129
Figura 57: Las líneas de drenaje para la vía 3 de Mayo debe tener dados de anclaje.....	130
Figura 58: Esquema de una cámara rompe presión	131
Figura 59: Detalle de la válvula de purga.....	132

RESUMEN

La presente Tesis tiene como propósito el realizar el estudio de la vulnerabilidad operativa, sísmica y ante huaycos a la que está expuesta la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña. Para lo cual se recopiló la información y estudios del centro poblado de Borogueña principalmente de la Municipalidad Distrital de Ilabaya, se inspecciono el sistema de distribución de agua potable y la zona de estudio para evaluar la vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable.

Después de simular la red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña en el software Epanet 2.0, esta presenta condiciones vulnerables a deposición de partículas en las tuberías y presenta viviendas con presiones altas.

Las zonas vulnerables a inundación por huaycos son la calle San Juan, San Cipriano, 3 de mayo y Av. Nueva Visión en la quebrada Alta Misa dentro del área urbana. La vulnerabilidad sísmica de la red de distribución de agua potable es de un nivel alto según la exposición y fragilidad. En la zona de estudio se presentó un sismo histórico de máxima intensidad de IX grados en la escala de Mercalli, para este evento sísmico se espera 18 fallas en la red de distribución de agua potable del centro poblado Borogueña.

La medida de mitigación es proteger la red de distribución de agua potable, y como obra complementaria realizar obras de drenaje y capacitar a los pobladores en temas de prevención de desastres.

INTRODUCCIÓN

La red distribución de agua potable del C. P. Borogueña, se encuentra ubicada en el área de urbana de dicho centro poblado, la cual fue creada sin planificación urbana, presentando condiciones topográficas que no permite el buen funcionamiento de la red de distribución y se encuentra expuesto a amenazas naturales como sismos y huaycos, para ello se propone medidas de prevención y mitigación.

Para ello, se ha elaborado el presente estudio, cuyo informe comprende cinco capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

Capítulo I: Generalidades, se desarrolla los antecedentes, planteamiento del problema, la formulación de la Hipótesis, importancia, objetivos, alcances y limitaciones del estudio.

Capitulo II: Marco Teórico, se desarrollan los conceptos de vulnerabilidad, análisis de vulnerabilidad, amenaza y tipos de amenaza, amenazas producidas por el hombre o antropogénicas relacionadas con la operación y mantenimiento, amenazas naturales.

Capitulo III: Marco Metodológico, se describe la metodología de trabajo, características generales de la zona de estudio, infraestructura existente, características físicas de la zona de estudio, modelo de la red de distribución de agua potable, análisis de amenazas relacionadas con la operación y mantenimiento, análisis de fenómenos naturales y medidas de mitigación.

Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados, se analizó los resultados y discutieron los mismos.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones, se desarrolló las conclusiones y se propone algunas recomendaciones fruto de la investigación.

Esta investigación incluye finalmente la bibliografía utilizada y anexos donde se incluyen los planos finales.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El pueblo de Borogueña fue reconocido como comunidad campesina de Borogueña el 10 de junio 1964 (Res. Sup. N° 210) y como centro poblado el 16 de junio de 1989 (Resolución Municipal N °014).

La localidad de Borogueña hasta el año 1990 se abastecía de agua de la acequia encima empleada para riego del área agrícola.

En el año 1990 se captó agua potable del manantial Cupine- Soncota a 3 km de la localidad de Borogueña y se instaló dos piletas públicas en el ingreso del pueblo y en la losa deportiva de la IE Túpac Amaru II, en el año 1991 se instaló las redes de distribución de agua potable y las conexiones domiciliarias con el apoyo del Ministerio de Salud a cargo de la Dirección de Saneamiento Básico Rural de Arequipa y los trabajos se realizaron en forma comunitaria.

En el año 1993 la Municipalidad Provincial Jorge Basadre construyó el primer reservorio de almacenamiento y se adecuó la red de distribución de agua potable, la comunidad aportó la mano de obra.

En el año 2006 la Municipalidad Distrital de Ilabaya ejecutó el proyecto: mejoramiento red de agua potable y conexiones domiciliarias CPM Borogueña. En el año 2008 dicha municipalidad captó agua del manantial Tomacucho para

compensar el déficit del abastecimiento, se construyó captación, línea de conducción desde el manantial Tomacucho pasando por Coraguaya, Vilalaca llegando al reservorio nuevo en C.P. Borogueña.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El centro poblado de Borogueña fue creada sin planificación urbana asociada con la topografía accidentada, es un problema que ocasiona variación de presiones (sobrepresiones) que afectan al usuario, para lo cual es necesario identificar las zonas vulnerables de la red de distribución de agua potable.

La administración del servicio de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Borogueña está a cargo de pobladores de Borogueña que no tienen la capacitación ni experiencia en la operación y mantenimiento de redes de distribución de agua potable.

El centro poblado Borogueña presenta quebradas de incidencia que sometidas a lluvias temporales que se presentan en la zona alto andina de la región Tacna, que podrían afectar a la red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña además, la zona de estudio se ubica en una zona de alta actividad sísmica.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña no cuenta con estudio de vulnerabilidad.

1.3. HIPÓTESIS

Mediante el presente trabajo de investigación se determinará el grado de vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable el cual permitirá adoptar las medidas de mitigación correspondiente, de ser el caso.

1.3.1. VARIABLES

Variable independiente:

- Caudal de máxima demanda horaria: Es el escenario de máxima demanda de la red de distribución de agua potable donde se aprecia la velocidad máxima y la presión dinámica mínima.
- Topografía: La zona de estudio presenta pendientes pronunciadas, en promedio de 25 %.
- Amenaza sísmica: La zona de estudio se ubica en una zona de alta actividad sísmica.
- Amenaza de huaycos: En la zona de estudio se han presentado huaycos en el año 1998.
- Precipitaciones: En la zona de estudio se presentan precipitaciones en el periodo entre diciembre y marzo.
- Geología y geotecnia de la zona de estudio
- Geomorfología, la zona de estudio se ubica en un flanco disectado, quebradas.

Variable dependiente:

- Vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La inversión económica tan alta que consiste en construir una red de distribución de agua potable propiamente dicha y obras conexas justifica invertir también en trabajos de investigación que determinen las zonas vulnerables que podrían comprometer la obra y poner en riesgo la inversión hecha.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de la vulnerabilidad operativa, sísmica y ante huaycos a la que está expuesta la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y analizar las amenazas producidas por el hombre sobre la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.
- Identificar y describir los fenómenos naturales que contribuyen a la vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.
- Formular propuestas de prevención y mitigación para reducir la vulnerabilidad.
- Elaborar el mapa de peligros de la red de distribución de agua potable.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación, permitirá a los pobladores de Borogueña contar con información relacionada a la vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable, además permitirá tomar decisiones para adoptar medidas y acciones correctivas.

La existencia de información de la zona de estudio es limitada, pero se logró adquirir dicha información a través de las diferentes divisiones de estudios de la Municipalidad Distrital de Ilabaya, comité administrador de servicio saneamiento Borogueña, Municipalidad del C.P. Borogueña (Plano catastral del área urbana actual).

No existe información de la demanda horaria y las curvas de variación horaria del caudal, para realizar la evaluación de la vulnerabilidad operativa se estimó el caudal de máxima demanda horaria.

La presente investigación, abarcó el estudio de la vulnerabilidad sísmica y ante huaycos porque fueron los principales fenómenos naturales que históricamente se presentaron en la zona de estudio. Además la vulnerabilidad operativa para conocer el funcionamiento de la red distribución de agua potable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. VULNERABILIDAD

INDECI (2006) “La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada”.

Según la dirección general del observatorio ambiental unidad de estudios territoriales (2012), “Vulnerabilidad: Se define como la fragilidad o la incapacidad de los sistemas expuestos para absorber los impactos que puedan producir los fenómenos naturales. Por esa razón, la vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que pudiera producir la ocurrencia efectiva del riesgo sobre un territorio determinado”.

“La vulnerabilidad: es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividad socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza” (Reglamento de la Ley N° 29664, Título I, art. 2.20).

2.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

OPS/OMS (1998), define el Análisis de Vulnerabilidad: “Proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción, de edificaciones, instalaciones y sistemas, o de grupos humanos, y las medidas de emergencia y mitigación a tomarse ante las amenazas”.

2.3. AMENAZA

CEPIS (1996), define la Amenaza: “Fenomeno natural o provocado por la actividad humana que se torna peligroso para las personas, propiedades, instalaciones y para el medio ambiente”.

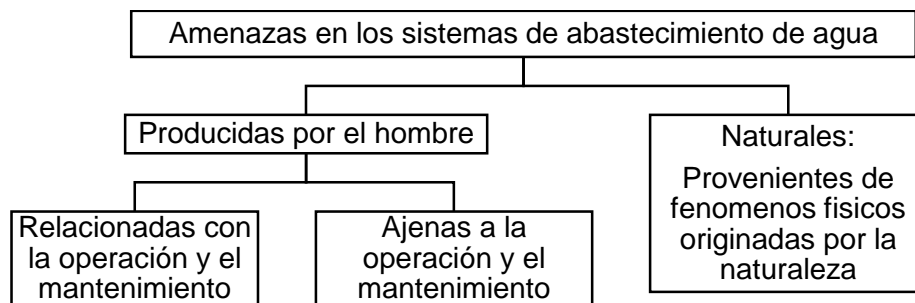


Figura 1: Tipos de amenazas en los sistemas de abastecimiento de agua
Fuente: Análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua, Morales y Gonzáles (2001).

2.4. AMENAZAS PRODUCIDAS POR EL HOMBRE O ANTROPOGÉNICAS

Según la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011), las amenazas antropogénicas tienen el concepto de “Las fallas de construcción y diseño, aun cuando en muchas oportunidades están más íntimamente ligadas al funcionamiento de los sistemas que a los aspectos físicos del mismo, son causa de múltiples emergencias en los sistemas de agua y saneamiento”.

2.4.1. RELACIONADAS CON LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO

2.4.1.1. GOLPE DE ARIETE

WIKIPEDIA (2015), El golpe de ariete se origina debido a que el fluido es ligeramente elástico (aunque en diversas situaciones se puede considerar como

un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería. Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se ha detenido, cesa el impulso que la comprimía y, por tanto, ésta tiende a expandirse. Por otro lado, la tubería que se había ensanchado ligeramente tiende a retomar su dimensión normal. Conjuntamente, estos efectos provocan otra onda de presión en el sentido contrario. El fluido se desplaza en dirección contraria pero, al estar la válvula cerrada, se produce una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el fluido puede pasar a estado gaseoso formando una burbuja mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se ve disipada, por ejemplo, en un depósito a presión atmosférica, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del fluido y la dilatación de la tubería.

CEPIS/OPS (2004), El golpe de ariete puede calcularse mediante diversas metodologías; sin embargo, por su simplicidad puede aplicarse la teoría de Allieve.

2.4.1.2. PRESIÓN (falta de presión suficiente y exceso de presiones).

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; PRONASUR;

MINDES; FONCODES (2004), En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5 m y la presión estática no será mayor de 50 m .

Según el O.S 050, En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m y la presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red.

Tabla 1: Unidades de presión

	Atm	kgf/cm ²	bar	m.c.a.	Psi	Pa
Atm	1	1,033	1,01325	10,33	14,70	101325
Kgf/cm ²	0,9678	1	0,98	10,00	14,22	98 100
Bar	0,987	1,02	1	10,20	14,5	10 ⁵
m.c.a.	0,096	0,10	0,098	1	1,42	10 ⁴
Psi	0,068	0,070	0,0689	0,7031	1	6894,7
Pa	0,987x10 ⁻⁵	0,102x10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	0,00014	1

Fuente: Elaboración propia a partir de múltiples tablas de conversión de unidades

Psi: Libras por pulgada cuadrada

Pa (Pascal) = newton/m²

1mPa = 10⁶Pa = 1 newton/mm² = 10,2 Kgf/cm² = 102 m.c.a.

Kpa = 10³ Pa = 0,0102 kgf/cm² = 0,102 m.c.a

La Comisión Nacional del Agua (2007), recomienda que “La presión en cualquier punto de la red debe ser mayor a una mínima (h_{\min}) para que el agua llegue a los domicilios y menor a una máxima (h_{\max}) para evitar la rotura de tuberías y

excesivos gastos de fugas. Se recomienda que estas presiones extremas sean de 10 y 30 m respectivamente”.

- Poco o ningún mantenimiento, etc.

2.4.2. AJENAS A LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO.

- Accidentes: Falla en construcción, explosiones, incendios y choques.
- Contaminación química o biológica de los sistemas de abasto.

2.4.3. VULNERABILIDAD – CONFIABILIDAD

Según Morales & Gonzáles (2001), “La vulnerabilidad es el grado de incapacidad de un componente de un sistema para cumplir sus objetivos bajo determinada condición operacional, constituyendo la inversa de la confiabilidad”.

2.4.4. VULNERABILIDAD E ÍNDICE DE RESILIENCIA

Saldarriaga, Romero & Ochoa (2008), Índice de resiliencia, El I_r es un indicador de la vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable frente a la posibilidad de dejar ciertos nodos del sistema sin referencia en caso de ocurrir una falla. Se fundamenta en la relación existente entre la resiliencia de un sistema y la cantidad de energía que se disipa. A menor energía disipa, mayor será la capacidad de respuesta del mismo debido a la cantidad de energía disponible.

Saldarriaga *et al* (2008), Para determinar el I_r se deben tener en cuenta las fugas en el sistema. En la siguiente ecuación se presenta la potencia de salida con fugas, la cual incluye el caudal asociado al emisor $q_{f,i}$ (la forma de representar las

fugas es mediante emisores). El emisor se modela mediante una relación potencial de la presión en el nodo $q_{f,i}=C_f \cdot h_i^{x_f}$. Finalmente la ecuación utilizada para calcular el I_r es la siguiente:

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^{n_n} (q_i + q_{f,i})(h_i - h_{i,abj})}{\sum_{i=1}^{n_e} Q_i H_i^* - \sum_{i=1}^{n_n} (q_i + q_{f,i}) h_{i,abj}^*} \dots\dots (1)$$

Dónde: n_e = número de embalses en la red, Q_i : Caudal de los embalses de n_e , H_i^* : línea de gradiente hidráulico de cada uno de los embalses n_e , n_n : nodos de consumo de la red, q_i : Caudal de los nudos de consumo n_n , h_i^* : línea de gradiente hidráulico en cada uno de los nodos de consumo n_n y $h_{i,abj}^*$: línea de gradiente hidráulico mínima.

Valle (2014), “Recomienda considerar como parámetro normativo el índice de resiliencia para el diseño de redes de abastecimiento de agua potable, como valor máximo recomendado de 0,50”.

2.5. MODELADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE CON EPANET

EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nodos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red durante un determinado periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo. (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), s.f.)

EPANET está diseñado para ser una herramienta de desarrollo en el aumento del

conocimiento relacionado con el movimiento y el destino de los constituyentes del agua en una red de distribución. De hecho puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. (U.S. Environmental Protection Agency (EPA), s.f.)

2.5.1. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO HIDRÁULICO

Según el manual usuario EPANET 2, nos indica que tiene las siguientes características:

- No existe límite en el tamaño de la red de distribución de agua potable que se desea analizar.
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy- Manning
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Modela bombas funcionando tanto a velocidad de giro constante como a velocidades de giro variables
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, válvulas de retención, válvulas de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría (por ejemplo que la sección del tanque sea variable con la altura del mismo).

- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Modela consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores.
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.

2.6. TUBOS PVC¹

2.6.1. VIDA ÚTIL

Los tubos de PVC se diseñan para una vida útil de 50 años. Este concepto está fundamentado en el comportamiento real del material comprobado en conducciones en servicio proyectadas hace más de 30 años.

2.6.2. PROPIEDADES FÍSICAS

- Peso Específico : 1,44 g / cm³ a 25° C
- Absorción de agua : < 40 g / m²
- Estabilidad dimensional a 150° C : < 5 %
- Coeficiente de Dilatación térmica : 0,06 - 0,08 mm / m / ° C

¹ Catálogo de Tubos y Accesorios PVC - U Presión NTP - ISO 4422 (2006)

- Constante dieléctrica a 103 - 106 HZ : 3 - 3,8
- Inflamabilidad : Autoextinguible
- Coeficiente de fricción: n = 0,009 Manning, C = 150 Hazen -Williams.
- Punto Vicat : $\geq 80^{\circ}$ C
- Características Mecánicas
- Tensión de Diseño : 100 kgf/cm²
- Resistencia a la tracción : 480-560 kgf / cm²
- Resistencia a la compresión : 610-650 kgf/cm²
- Módulo de elasticidad : 30 000 kgf / cm²

En la Tabla 2, se muestran características físicas de las tuberías de PVC, como dimensiones de diámetro, longitud, espesor y peso.

Tabla 2: Tubos PVC 7.5

Diámetro nominal Dn (mm)	Diámetro exterior De (mm)	Diámetro interior Di (mm)	Espesor e (mm)	Longitud total Lt (m)	Longitud útil Lu (m)	Peso mínimo (kg)
3	63,0	58,4	2,3	6,00	5,88	3,684
75	75,0	69,4	2,8	6,00	5,87	5,335
90	90,0	83,4	3,3	6,00	5,86	7,550
110	110,0	102,0	4,0	6,00	5,85	11,189
140	140,0	129,8	5,1	6,00	5,83	18,156
160	160,0	148,4	5,8	6,00	5,82	23,602
200	200,0	185,4	7,3	6,00	5,80	37,122
250	250,0	231,8	9,1	6,00	5,76	57,851
315	315,0	292,2	11,4	6,00	5,74	91,335
355	355,0	329,2	12,9	6,00	5,72	116,459
400	400,0	371,0	14,5	6,00	5,70	147,610

Fuente: Catálogo de Tubos y Accesorios PVC - U Presión NTP - ISO 4422, 2006

2.6.3. RESISTENCIA MECÁNICA DEL MATERIAL

La resistencia de la tubería a la presión interna del fluido se denomina clase de la tubería.

Las distintas clases de tuberías a seleccionar son función de la máxima presión que puede presentarse en ellas.

Mayormente la presión máxima no ocurre en condiciones de operación, sino cuando se presenta una carga estática, al estar cerrada la válvula de control de la tubería.

Tabla 3: Características Técnicas de la tubería para presión NTP-ISO-4422

Clase	Presión máx. de prueba (m)	Presión Max. de trabajo(m)	Factor de seguridad
5	50	35	1,4
7,5	75	50	1,5
10	105	70	1,5
15	150	100	1,5

Fuente: Catálogo de Tubos y Accesorios PVC - U Presión NTP - ISO 4422, 2006

2.7. AMENAZAS NATURALES

Morales & Gonzáles (2001), definen las amenazas naturales, “Como las provenientes de fenómenos físicos originados por la naturaleza y sus elementos”.

Ballesteros & Rodríguez (2003), Si estos fenómenos no afectan al ser humano, se denominan simplemente “fenómenos naturales”. Si estos se tornan peligrosos, se denominan “amenazas naturales”. Si esta amenaza provoca daños o pérdidas estamos en un escenario de un “desastre natural”. (OPS, 2002) La interacción entre las amenazas naturales y los sistemas de agua y saneamiento ha dejado en

evidencia cuán expuestos se encuentran éstos a ser dañados. Además, generalmente en los procesos de desarrollo no se ha considerado el efecto de los desastres sobre estos sistemas.

2.7.1. HUAYCOS

El huayco, es un término peruano de origen quechua, que significa quebrada. El huayco es un tipo de aluvión de baja magnitud, que se registran con frecuencia en las cuencas hidrográficas del país, generalmente durante el periodo de lluvias. Lloclla, término quechua, es más apropiado que huayco (INDECI, 2006).

2.7.2. SISMO

Sismo, es la liberación súbita de energía mecánica generada por el movimiento de grandes columnas de rocas en el interior de la Tierra, entre su corteza y manto superior y, se propaga en forma de vibraciones, a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externos o internos de la Tierra (INDECI, 2006).

2.8. NIVEL O GRADO DE PELIGROSIDAD A INUNDACIÓN POR HUAYCOS

INDECI (2011), "El peligro está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad".

$$\text{Peligro por inundación} = f(\text{Intensidad} \times \text{Probabilidad de ocurrencia}) \dots (2)$$

La intensidad y los efectos potenciales de las inundaciones dependen de varios aspectos, no sólo de aspectos meteorológicos, sino también de las características propias del terreno, como son los tipos y usos del suelo, el tipo y la distribución de

la vegetación, la litología, las características de la red de drenaje, magnitud de las pendientes de la cuenca, obras realizadas en los cauces, entre otros (INDECI, 2011).

La frecuencia o recurrencia de inundaciones o cada cuanto se inunda una determinada zona dependerá esencialmente de la frecuencia de precipitaciones excepcionalmente fuertes (INDECI, 2011).

Tabla 4: Periodo de retorno

NIVEL	Periodo de retorno (T)
Muy alta	$1 < T < 5$ años
Alta	$5 < T < 15$ años
Media	$15 < T < 50$ años
Baja	$50 < T < 200$ años a más.

Fuente: Manual de estimación del Riesgo ante inundaciones fluviales-INDECI, 2011

2.9. LA VULNERABILIDAD PUEDE SER EXPLICADA POR TRES FACTORES

1° Exposición: Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad (Lozano, 2011).

2° Fragilidad: Está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre

construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad (Lozano, 2011). Ver la Tabla 5 y la Tabla 6.

Tabla 5: Nivel de vulnerabilidad a huaycos

		FRAGILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	
		<ul style="list-style-type: none"> ·El diseño de la obra permite el ingreso de flujos de huayco ·Los niveles de la obra favorecen la acumulación de lodos ·No cuenta con muro de protección. 	<ul style="list-style-type: none"> ·El diseño de la obra limita parcialmente el ingreso de flujos de huayco. ·Los niveles de la obra impiden la acumulación de lodos. ·Tiene muro de protección o algún otro elemento de defensa 	<ul style="list-style-type: none"> ·El diseño de la obra no permite el impacto directo o el ingreso de flujos de huayco. ·Los niveles de la obra impiden la acumulación de lodos. ·Tiene muro de protección o algún otro elemento de defensa. 	
GRADO DE EXPOSICIÓN	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra está dentro del cauce de la quebrada por donde discurren huaycos o cercana a dicho cauce. ·El cauce está borrado, estrechado u obstruido lo cual facilita que el huayco descargue su material en un área amplia fuera del cauce. El cauce está colmatado, y con taludes de material deleznable que facilita la erosión de las riberas y/o el desborde. 	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA
	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra está en el cono de depósito pero fuera del cauce de la quebrada por donde discurren huaycos. ·La obra se localiza en terreno alto, por encima del cauce de huayco. ·El cauce es relativamente estrecho, está parcialmente colmatado, tiene taludes altos y de material poco deleznable, lo cual permite que el huayco discurra por su cauce y menos probabilidad de desborde 	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA
	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra se localiza fuera del cono de depósito de alguna quebrada. ·El cauce más cercano está canalizado, no está colmatado, lo cual permite que el huayco discurra libremente por su cauce. 	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD BAJA

(*) Previamente se ha estimado el potencial de huayco.

Fuente: Guía Metodológica para Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación del Desarrollo, 2011

Tabla 6: Nivel de vulnerabilidad a sismo

		FRAGILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	
		<ul style="list-style-type: none"> ·La obra usa materiales de construcción de baja resistencia sísmica y. ·No tiene elementos estructurales sismorresistentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra usa materiales de construcción de mediana resistencia al sismo y ·Tiene elementos estructurales pero su sismorresistencia no está asegurada 	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra usa materiales de construcción de alta resistencia al sismo y ·Tiene elementos estructurales sismorresistentes. 	
GRADO DE EXPOSICIÓN	ALTA	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra está en zona de falla geológica local o en zona con historial de epicentros sísmicos de gran intensidad ·La obra se localiza sobre suelos de arena propensos a la licuefacción de suelos o los asentamientos diferenciales ·La obra se localiza en suelos blandos, con poca capacidad portante y/o alto nivel freático, saturados de agua y/o factibles de colapsar ·La obra se localiza sobre, o al pie de una ladera inestable o con material mueble y/o rocas sueltas ·La obra se localiza sobre suelo de relleno en ladera sin muro de contención 	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA
	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra se encuentra cerca a epicentros sísmicos de mediana intensidad ·La obra se localiza sobre suelos granulares (grava) ·La obra se localiza en suelos parcialmente saturados de agua ·La obra puede ser afectada por laderas inestables o con material mueble y/o rocas sueltas ·La obra se ubica sobre suelo de relleno en ladera con muro de contención 	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA
	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> ·La obra se localiza en zona donde no hay falla geológica local o epicentros sísmicos cercanos. ·La obra se localiza sobre suelos compactos, secos o rocosos ·La obra está distante de laderas inestables 	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD BAJA

Fuente: Guía Metodológica para Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la Planificación del Desarrollo, 2011

3° Resiliencia: Es la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (Reglamento de la Ley N° 29664).

2.10. CLASIFICACIÓN DE LAS QUEBRADAS CON RESPECTO AL RIESGO

La presente clasificación se basó en características de diferentes quebradas ubicadas en el país propuesto por el Ing. Ada Arancibia (referenciado por Pino, 2013). Para la clasificación de quebradas se utilizó la información de la Tabla 7 basado en valores de ponderación:

Tabla 7: Clasificación de quebradas por riesgo

CLASE	RIESGO	VALORES DE PONDERACIÓN PUNTAJE
TIPO I	Alto	45-65
TIPO II	Medio	36-44
TIPO III	Bajo	21-35

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

El procedimiento a seguir es denominar un puntaje a cada parámetro que define una quebrada: Localización, Pendiente, Área, Naturaleza del suelo, Tipo de vía; según las tablas presentados a continuación:

2.10.1. CLASIFICACIÓN POR LOCALIZACIÓN

Debemos clasificar la quebrada para una respectiva vertiente según sea su ubicación. Una vez ubicada la vertiente correspondiente se procede a realizar las

combinaciones según la Tabla 8.

A: Si se dan las combinaciones: aa o ab

B: Si se dan las combinaciones: bb o ac

C: Si se dan las combinaciones: cc, ad o bc

D: Si se dan las combinaciones: bd, cd o dd

Tabla 8: Clasificación por Localización

Vertiente del Pacífico			Vertiente del Atlántico	Vertiente del lago Titicaca	
Norte b	Centro C	Sur D	A	c	
Chala o Costa	b		Omagua o Selva Baja	b	
Yunga	a		Selva Alta	a	
Quechua	a		Yunga Fluvial	b	
Suni	b		Quechua	a	
Puna	c		Suni	b	Suni b
Janca	d		Puna	c	Puna c
			Janca	d	Janca d

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

2.10.2. CLASIFICACIÓN POR PENDIENTE

Tabla 9: Clasificación por Pendiente

A Fuerte	$40\% < S$
B Media	$10\% < S < 40\%$
C Suave	$S < 10\%$

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

2.10.3. CLASIFICACIÓN POR ÁREA

Tabla 10: Clasificación por Área

A: Grande	$50 \text{ Km}^2 < A < 150 \text{ Km}^2$
B: Mediana	$2.5 \text{ Km}^2 < A < 50 \text{ Km}^2$
C: Pequeña	$A < 2.5 \text{ Km}^2$

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

2.10.4. CLASIFICACIÓN POR NATURALEZA DEL SUELO

Investigadores Canadienses reportan las siguientes características de acuerdo al grado potencial de contribución de material sólido.

Tabla 11: Clasificación por Naturaleza del Suelo

A: Alta contribución	Material de laderas: suelos no cohesivos, sueltos, áreas de avalancha, con alturas >5m y con $S_{laderas} > 35^\circ$
B: Moderada contribución	Material de laderas en suelos cohesivos y densos con alturas > 5m. En suelo no cohesivos y sueltos < 5m y con $S_{laderas}$ entre 15° y 45°
C: Baja contribución	Lechos de roca sana, y o fracturada, material de las riberas denso con alturas <5 m y con $S_{laderas} < 15^\circ$

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

Una vez denominado la letra A, B, C o D para los diferentes parámetros, obtenemos sus puntajes de la Tabla 12.

Tabla 12: Valores de ponderación para los diferentes parámetros

LOCALIZACIÓN	A	5	B	4	C	3	D	2
PENDIENTE	A	4	B	3	C	2		
AREA	A	3	B	2	C	1		
SUELO	A	3	B	2	C	1		
TIPO DE VIA	A	50	B	30	C	15		
		Duales y 1ra clase		2da y 3ra clase		Trochas		

Fuente: Arancibia (referenciado por Pino, 2013)

Para el presente trabajo de investigación la ubicación de las redes de distribución de agua potable se encuentra ubicada en tipo de vía de primera clase.

Finalmente, obtenemos la suma de los valores de ponderación para los diferentes parámetros, clasificando a la quebrada según la Tabla 7. (Tipo I, II o III).

2.11. METODOLOGÍA ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA Y VULNERABILIDAD DE TUBERÍAS

A continuación se presenta, una metodología para estimar la amenaza sísmica a

que se verán expuestas las tuberías, empleada en el estudio de caso: terremoto del 22 de abril de 1991 Limón, Costa Rica (CEPIS/OPS/OMS, 1996) y en la tesis: Evaluación de análisis y propuesta técnica de solución en un estudio de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tacna (Llanque, 2006).

2.11.1. EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA

Tabla 13: Factor de amenaza por tipo de perfil de suelo (FTPS)

Denominación	Descripción	FTPS
Rocoso	Estratos rocosos o suelos muy consolidados, con velocidades de propagación de ondas de corte en exceso a 750 m/s .	1,0
Firme	Estratos de suelos bien consolidados, o blandos con espesor menor a 5 metros.	1,5
Blando	Estratos de suelos blandos con espesores en exceso de 10 metros.	2,0

Fuente: Guías Para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 1996

Tabla 14: Factor de amenaza por licuefacción potencial (FLPS)

Denominación	Descripción	FLPS
Baja	Suelos bien consolidados y con alta capacidad de drenaje, estratos subyacentes sin contenido de arenas apreciable.	1,0
Moderada	Suelos con moderada capacidad de drenaje, estratos subyacentes con contenido de arenas moderado.	1,5
Alta	Suelos mal drenados, niveles freáticos altos, estratos subyacentes con alto contenido de arenas, zonas deltaicas de ríos y depósitos aluviales.	2,0

Fuente: Guías Para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 1996

Tabla 15: Factor de amenaza por deformación permanente del suelo (FDPS)

Denominación	Descripción	FDPS
Baja	Suelos bien consolidados, terrenos con pendientes bajas, rellenos bien compactados, áreas alejadas de cauces de ríos o fallas geológicas.	1,0
Moderada	Suelos consolidados, terrenos con pendientes menores al 25%, rellenos compactados, áreas cercanas a cruces de ríos o fallas geológicas.	1,5
Alta	Suelos mal consolidados, terrenos con pendientes superiores al 25%, áreas ubicadas muy cerca o dentro de cauces de ríos o fallas geológicas.	2,0

Fuente: Guías Para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 1996

De acuerdo a este procedimiento, el factor de amenaza sísmica (FAS) del área es caracterizada por el producto:

$$(FAS) = (FTPS) \times (FLPS) \times (FDPS) \dots (3)$$

Valores de (FAS) inferiores a 2 se consideran de baja amenaza sísmica; entre 2 y 4 amenaza sísmica moderada; iguales o mayores que 4, amenaza sísmica alta.

2.11.2. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad de sistemas de tuberías a las acciones sísmicas viene expresada por el número esperado de fallas por kilómetro de longitud (CEPIS/OPS/OMS, 1996).

Para estimar daños se debe seguir el siguiente procedimiento:

Paso 1: Se toma como base la tubería de hierro fundido y se estima el índice de daños; si la zona analizada está en un área de poca amenaza se utiliza la Figura 2 porque se considera que es poca la probabilidad de que se presente tanto el

fenómeno de propagación de ondas sísmicas. Para una zona de amenaza moderada a alta se utiliza la Figura 3 porque hay mayor probabilidad de que se presente tanto fenómeno de propagación de ondas sísmicas como el fenómeno de deformaciones permanentes del suelo (CEPIS/OPS/OMS, 1996).

Una vez estimado el índice de daños para la tubería de hierro fundido se le aplican los factores de multiplicación de la Tabla 16 según el material de la tubería.

Tabla 16: Factores de corrección por tipo de material (FCM)

Material	FCM
Acero Dúctil (AD)	0,25
Hierro Fundido (HF)	1,00
Cloruro de Polivinilo (PVC)	1,50
Asbesto Cemento (AC)	2,60
Concreto Reforzado (CR)	2,60

Fuente: Guías Para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 1996

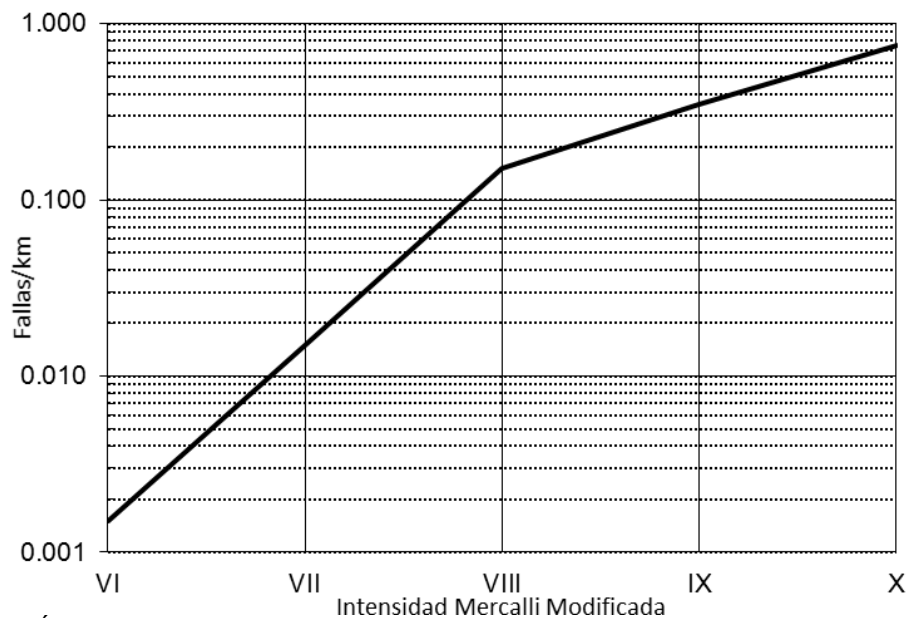


Figura 2: Índice de daños por propagación de ondas sísmicas en tubería de hierro fundido según intensidad Mercalli modificada

Fuente: O'Rourke (citado en el Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991 Limón Costa Rica, 1996)

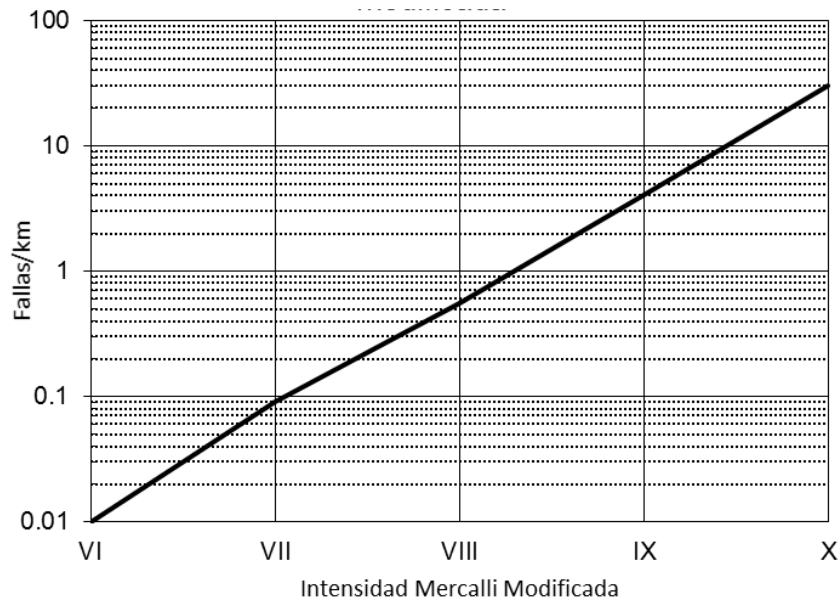


Figura 3: Índice de daños por propagación de ondas sísmicas y deformación permanente del suelo en tubería de hierro fundido según intensidad Mercalli modificada
Fuente: O'Rourke (citado en el Estudio de Caso: Terremoto del 22 de abril de 1991 Limón Costa Rica, 1996)

Paso 2: Debe estimarse la edad de la tubería y el estado general de la misma con el fin de determinar, un porcentaje de aumento que deberá aplicarse a la cifra calculada en el paso 1. Por ejemplo, para el caos de tuberías viejas o en mal estado, el porcentaje de aumento podrá ser de 50%; para tuberías en estado regular el porcentaje será de 25% y para tuberías en buen estado no se aplicara aumento. El aumento total puede calcularse como promedio ponderado entre porcentajes de tubería en mal, regular y buen estado. (CEPIS/OPS/OMS, 1996).

Paso 3: Se recomienda aplicar 50% de aumento; para tuberías mayores de 75mm pero menores que 200mm (diámetros grandes) no se aplica aumento en daños esperados. El aumento total puede calcularse como como un promedio ponderado entre los porcentajes de tubería distribuida según el diámetro (CEPIS/OPS/OMS, 1996).

2.12. NIVEL DE RIESGO

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesto el área de estudio, y realizado los respectivos análisis de vulnerabilidad, se procede a la conjunción de éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio. Es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados, ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico (INDECI, 2006).

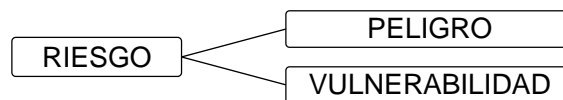


Figura 4: Esquema de relación peligro, vulnerabilidad y riesgo
Fuente: Elaboración propia, 2015

Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo. El criterio a considerar, se basa fundamentalmente en la aplicación probabilística de la siguiente ecuación:

$$R = f (P , V) \dots (4)$$

Donde:

R = Riesgo

f = En función

P = Peligro

V = Vulnerabilidad

Se considera riesgo muy alto cuando el objeto de estudio no presente ninguna resistencia, ante una amenaza inminente.

Tabla 17: Matriz de riesgo

		Vulnerabilidad		
		Baja	Media	Alta
Peligro	Bajo	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo medio
	Medio	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
	Alto	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo alto

Fuente: Elaboración propia

2.13. RED DE DISTRIBUCIÓN

Según el RNE OS.050 define las Redes de distribución, “como un conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas”.

Según Garcia (2009), La red de distribución, “es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, que debe ser adecuada en cantidad y calidad. En poblados rurales no se incluye dotación adicional para combatir incendios”. (Saldarriaga, 2007), las redes de distribución de agua de una ciudad están compuestas de dos partes: la primera es una red matriz que está encargada de conducir el agua desde la planta de tratamiento hasta los diferentes tanques de almacenamiento y compensación localizados aguas arriba de los diferentes sectores de abastecimiento (redes abiertas). La segunda parte están conformadas por las redes de distribución secundaria o menores a través de las cuales el agua potable se mueve desde los tanques de almacenamiento hasta la acometida del usuario final (generalmente redes cerradas).

2.14. CALIDAD DE AGUA

Según Garcia (2009), la calidad del agua es una condición fundamental en

proyectos de agua potable. La calidad del agua se determina por tres parámetros que son: Físicos, Químicos y Bacteriológicos, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos de filtros y desinfección respectivamente, Los aspectos químicos no se pueden modificar por tanto son los de mayor cuidado.

Para las fuentes de agua para consumo humano con características naturales hidrogeológicas, la Autoridad de Salud podrá admitir concentraciones de Arsénico en el agua tratada, de hasta 0,05 miligramo/litro, siempre que no afecte la salud de las personas (MINSA, 2011).

Tabla 18: Parámetros de calidad y límites máximos de agua potable

Parámetros	Límite máximo permisible
Turbiedad	5
pH	6,5 a 8,5
Conductividad (umho/cm)	1500
Sólidos disueltos totales (mg/L)	1000
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	500
Cloruro (mg/L)	250
Sulfato (mg/L)	250
Aluminio (mg/L)	0,2
Hierro (mg/L)	0,3
Manganeso (mg/L)	0,4
Cobre (mg/L)	2
Sodio (mg/L)	200
Zinc (mg/L)	3
Antimonio (mg/L)	0,02
Arsénico (mg/L)	0,01
Bario (mg/L)	0,7
Boro (mg/L)	1,5
Cadmio (mg/L)	0,003
Cromo (mg/L)	0,05
Molibdeno	0,07
Níquel (mg/L)	0,02
Plomo (mg/L)	0,01
Selenio (mg/L)	0,01

Fuente: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA, 2011

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología empleada consiste en las siguientes fases:

3.1.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Proyecto: Mejoramiento red de agua potable C.P.M. Borogueña, Plano: Red General de Agua Potable, Municipalidad Distrital de Ilabaya, Ing. Mateo A. Godiel Cuadros, 2004.
- Proyecto: Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de Borogueña, e Instalación del Sistema de Agua Potable en la Localidad de Vilalaca Distrito de Ilabaya – Jorge Basadre – Tacna, Unidad Formuladora de la Municipalidad Distrital de Ilabaya responsable Ing. Debra Sosa Fegari- Ing. César Augusto R. Luque Pérez, 2007.
- Proyecto: Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogueña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre – Tacna, Municipalidad Distrital de Ilabaya, responsable Ing. Alejandro Pampa Velasquez - Ing. Rolly Esquivel Urviola, 2012.
- Proyecto: Mejoramiento de las Capacidades Institucionales Para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Rural en los Centros Poblados

de Mirave, Cambaya Borogueña e Ilabaya Capital - Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre – Tacna, Plano: Propuesta Centro Poblado de Borogueña, Equipo Técnico de la Municipalidad Distrital de Ilabaya, 2011.

- Estudio geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de Borogueña, Plano 02: Plano Geológico y Geodinámica Externa, Responsable Ing. F. Cabrera O., Municipalidad Distrital de Ilabaya, 2008.
- Proyecto: Estudio para prevención de desastres naturales en el distrito de Ilabaya y centros poblados, Lamina 15-B: Mapa Geológico Cambaya, Borogueña y Centros Poblados y Lamina 3-B: mapa geomorfológico Cambaya, Borogueña y Centros Poblados, Fuente INGEMMET, Elaborado por el Ing. Oscar Paredes Chacón; Lamina 16-C: C.P.M. Borogueña-Plano de Zonificación Geotécnica de Suelos, Fuente COFOPRI, Elaborado Ing. J. Barriga Gamarra, Municipalidad distrital de Ilabaya, 2005.
- Censo Población y Vivienda 2007, Empadronamiento distrital de poblacional y vivienda 2012-2013 (SISFHO), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) consultado en la oficina del INEI en Tacna, 2015.
- Informe de ensayos N° 0635, Dirección General de Salud Ambiental /Dirección Regional de Salud Ambiental –Tacna (DIGESA/DIRESA-Tacna), 2014.

3.1.2. FASE DE CAMPO

- Se realizó el reconocimiento del área de estudio, como la presencia de quebradas, topografía, tipo de suelo y el sistema de protección existente.

- Se realizó la inspección del sistema de distribución de agua potable del centro poblado Borogueña tipo de material de las redes de distribución e infraestructura existente como reservorio, cámara rompe presión, válvulas se ubicó en el plano.
- Se tomaron fotografías de la infraestructura existente sistema de distribución de agua potable y diques instaladas en las quebradas incidentes al poblado de Borogueña.
- Se obtuvo estudios de obras ejecutadas y por ejecutar de la municipalidad distrital de Ilabaya relacionadas con el servicio de saneamiento y gestión de riesgo de la localidad de Borogueña.

3.1.3. FASE DE GABINETE:

- Se verificó la información existente de la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.
- Se describió las características generales, infraestructura existente y características de físicas de la zona de estudio.
- Se calculó la oferta y demanda de agua potable para la red de la distribución de agua potable del C.P. Borogueña.
- Se Modeló la red de distribución de agua potable existente en el software EPANET2.0, para determinar las condiciones hidráulicas de funcionamiento. Se analizó los resultados obtenidos y relaciono con la actividad humana.

- Se analizó la documentación existente con referente a gestión de riesgos y se analizó con relación a la red de distribución.
- Se determinó el nivel de vulnerabilidad ante fenómenos naturales, como evento sísmico y ante huaycos, identificó las zonas vulnerables.
- Analizo los resultados obtenidos y propuso medidas de mitigación.
- Se redactó el informe final.
- Se elaboró los planos correspondientes.

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.2.1. UBICACIÓN

La red de distribución de agua potable está ubicada políticamente en el centro poblado de Borogueña, distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, región de Tacna, ver la Figura 5. Comunalmente en la comunidad campesina de Borogueña.

3.2.2. RUTA DE ACCESO

El acceso a la zona de estudio a partir de la ciudad de Tacna, se realiza por la Panamericana Sur hasta Puente Camiara, para continuar por la carretera vecinal llegando a la villa Locumba, Mirave, Ilabaya, Toco Grande, Cambaya y hasta la localidad de Borogueña, con un estimado de 157,36 km de recorrido y 3.5 a 4:00 horas de viaje. En la Tabla 19 se indica detalladamente las vías de acceso a la zona de estudio.

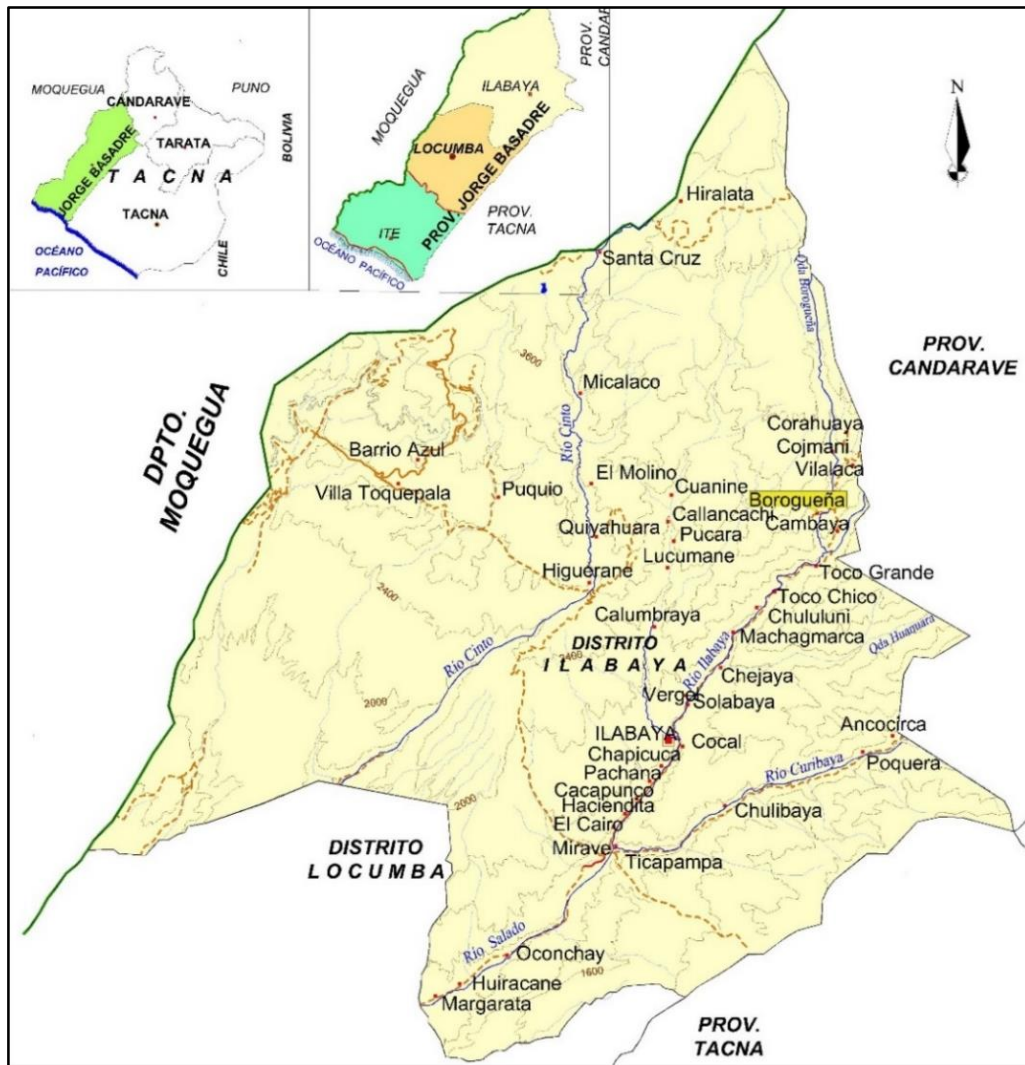


Figura 5: Ubicación de la zona de estudio
Fuente: Barriga (2005), DIFOP-Municipalidad distrital de Ilabaya

Tabla 19: Vías de acceso

Tramo	Denominación	Condiciones de la vía	Distancia (Km)
Tacna - Puente Camiara	PE 1S	Asfaltado	80,16
Puente Camiara - Locumba	TA -102	Asfaltado	12,80
Locumba - Margarata	TA -102	Asfaltado	20,80
Margarata-Mirave - Ilabaya	TA -102	Asfaltado	12,90
Ilabaya-Borogueña	TA -102	Trocha C.	30,70
		Total	157,36

Fuente: Clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras - ministerio de transporte y comunicaciones –MTC (referenciado por Mamani, 2013)

3.2.3. CLIMA

La zona de estudio está comprendida en la región quechua (2300 a 3500 m.s.n.m) de clima seco y lluvias estacionales.

Tabla 20: Tabla climática

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
°C	13,3	13,4	12,9	12,1	10,5	9,2	8,8	9,4	11,0	11,7	12,8	13,3
°C (min)	6,2	6,4	5,7	4,2	2,2	0,5	0,1	0,7	2,7	3,3	4,6	5,4
°C (max)	20,5	20,4	20,2	20,0	18,8	17,9	17,5	18,2	19,3	20,2	21,0	21,2

Fuente: <http://es.climate-data.org/location/1022148/>

La localidad de Borogueña se encuentra a una altura de 2700 m.s.n.m. poseen temperaturas que varían de 12°C a 22°C, pero en temporada de invierno se registran temperatura hasta 0 °C, siendo las temperaturas mínimas en los meses de junio y julio y la temperaturas máximas en septiembre, octubre y noviembre, las precipitaciones fluviales se presentan en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. Estas precipitaciones convergen en las cárcavas existentes para luego desembocar en la zona urbana del centro poblado de Borogueña.

3.2.4. POBLACIÓN

Según la oficina del INEI Tacna la población residente 2012-2013, del centro poblado Borogueña es de 348 habitantes y La población estimada para el año 2015 es de 378 habitantes. La población residente se dedica principalmente a la actividad agrícola y pecuaria, ocasionalmente se presenta actividades relacionadas a la construcción ejecutadas por la Municipalidad Distrital de Ilabaya y la Municipalidad Provincial Jorge Basadre.

Tabla 21: Población del C.P. Borogueña

DESCRIPCIÓN	NUMERO	%
Ubicación		
Centro poblado	Borogueña	
Código de ubigeo y centro poblado	2303020007	
Distrito	Ilabaya	
Provincia	Jorge Basadre	
Departamento	Tacna	
Población		
Población residente 2012-2013	348	
Características de la población		
Hombres	174	50
Mujeres	174	50

Fuente: Empadronamiento distrital de poblacional y vivienda 2012-2013 (SISFHO)- Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO)- Registro Nacional de Municipalidades (RENAMU)- IV censo nacional agropecuario 2012 (CENAGRO), Elaborado por la Oficina del INEI, Tacna (2015).

3.2.5. VIVIENDA

En la localidad de Borogueña en un 40,39 % las viviendas son de material noble, estas viviendas en su gran mayoría fueron de un nivel construidas por el apoyo Banco de Materiales después del Sismo ocurrido en junio del 2001.

Tabla 22: Viviendas del centro poblado Borogueña

CATEGORÍA	1 NIVEL	2 NIVEL *	3 NIVEL **	Total	%
Concreto	72	47	5	124	40.39%
Adobe y Calamina	183	0	0	183	59.61%
* Las viviendas de 3er nivel, 4 techos de calamina					
** Las viviendas de 2do nivel, 25 techos de calamina					

Fuente: Elaboración Propia en base del plano catastral del C. P. Borogueña, 2011

Cada lote posee más de una edificación, mayormente las viviendas de concreto son empleadas como dormitorio, las viviendas de adobe como almacén, cocina y también de dormitorio. El puesto de salud, la institución educativa Túpac Amaru II, institución educativa inicial, el centro cultural, la iglesia y el mercado fueron construidos de concreto armado.

3.2.6. EDUCACIÓN

En la localidad de Borogueña existe centros educativos inicial, primaria y secundaria, por lo que la población en edad escolar se encuentran estudiando, la cantidad de alumnos por salón es relativamente bajo.

Tabla 23: Instituciones Educativas

Institución Educativa	Gestión	Nº/Nombre	Alumnos
I.E.I.	Estatal	347	16
Inicial	privado	Rayitos de sol	9
I.E.P.	Estatal	Túpac Amaru II	31
I.E.S.	Estatal	Túpac Amaru II	16

Fuente: Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogueña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre – Tacna, 2012

3.2.7. SERVICIOS BÁSICOS

Sistema de abastecimiento de agua potable, línea de conducción de 10,80 km y 2,85 km de la red de distribución, todas las viviendas cuentan con conexiones agua potable.

Sistema de alcantarillado, cuenta con buzones de inspección, Redes Colectoras de PVC y CSN, Redes de Distribución con tubería PVC, con sus respectivas conexiones domiciliarias, las cuales fluyen y llegan a los Tanques Sépticos los cuales se derivan a los pozos percoladores (Cervantes, 2008).

Servicio de Electricidad, este se encuentra distribuido a nivel de conexiones domiciliarias en las viviendas y locales de servicios públicos, cuenta con medidor esos cuales son administrados por la Empresa Electro Sur S.A.

3.3. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

3.3.1. CAPTACIÓN

Actualmente la población del centro poblado Borogueña se abastece de dos fuentes de agua una proviene del río Borogueña (Sector Tomacucho) y la otra de un manantial denominado Cupine (Vilalaca-Soncota), anteriormente se tenía la captación en un manantial al costado del río Borogueña denominado Tomacucho, sin embargo esta fuente secó, lo cual ha obligado a los pobladores a instalar una captación precaria directamente en el río Borogueña.

- LICENCIA DE AGUA POTABLE

La resolución directoral N° 103-2011-ANA/AAA I C-O, emitida el 18 de marzo del 2011 otorgo la licencia de agua para uso poblacional por un volumen anual de 35,038.08 m³ anual, al comité Administrador de servicio de saneamiento Borogueña (Anexo N°05-A).



Figura 6: Captación Tomacucho
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya, 2012



Figura 7: Captación Cupine (Vilalalca- Soncota)
Fuente: Municipalidad distrital de Ilabaya, 2012

Tabla 24: Características físico químicas de las fuentes de agua potable

Parámetro	Tomacucho	Vilalalca
Potencial de hidrogeno (pH)	7,6	7,0
Conductividad (uS/cm)	88,5	168,1
Cloruros (mg/l)	2,0	2
Sulfatos (mg/ml)	8,0	15
Dureza total (mg/l)	22,0	46
Dureza Cálctica (mg/l)	15,0	30
Solidos Totales (mg/l).	102,0	160
Turbidez (NTU)	1,1	0,8
Arsénico (mg/l)	0,001	0,003
Alcalinidad (CaCO ₃ mg/l)	30,0	57,0
Nitrógeno-nitratos (mg/l)	0.027	1,235
Color (UC)	1,0	1,0

Fuente: Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogueña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre – Tacna, 2012

3.3.2. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

El agua captada del río Borogueña en el sector Tomacucho es conducido mediante una tubería HDPE de 63 mm por 6 500,00 ml hasta la cámara rompe presión Vilalaca en el cual el caudal es derivado para el reservorio Vilalaca y continúa la línea de conducción por 4 300,00 ml hasta el reservorio del centro poblado de Borogueña.

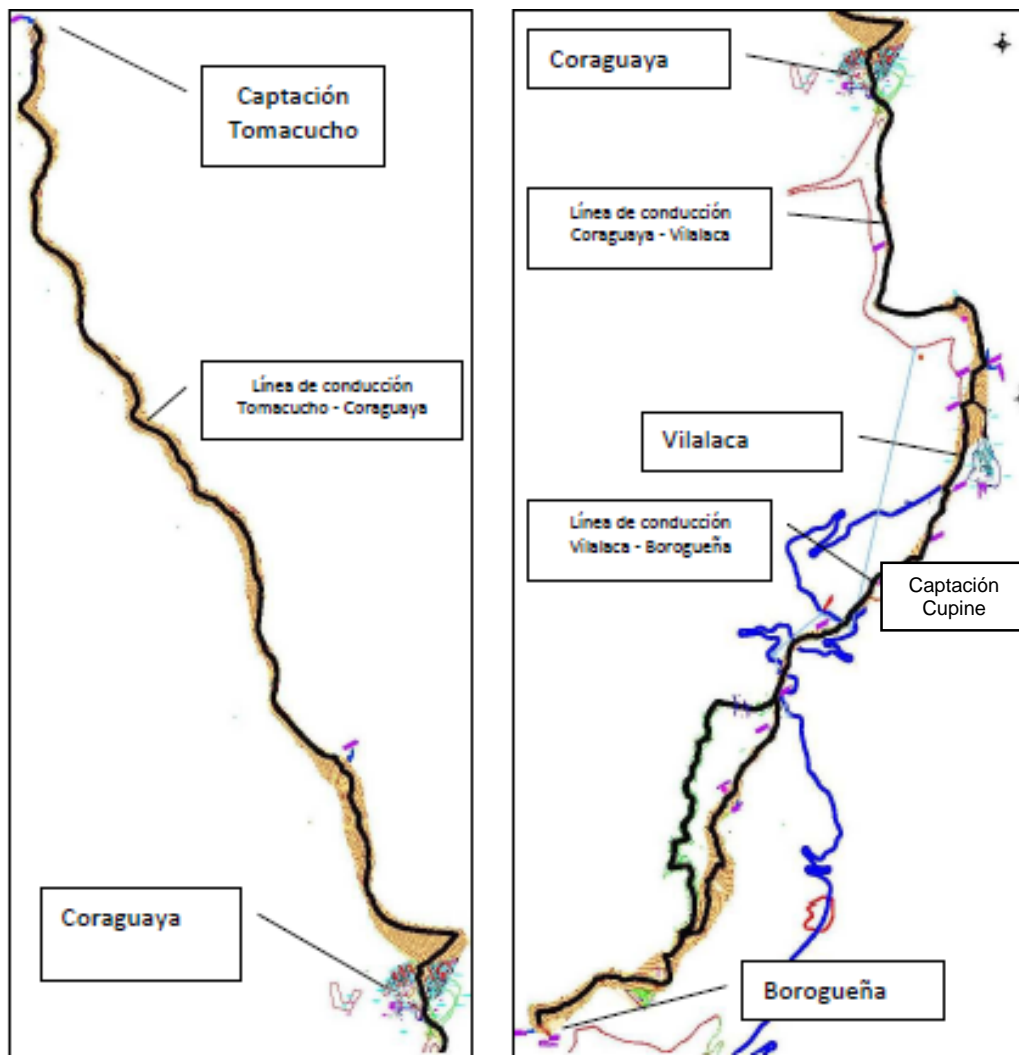


Figura 8: Línea de conducción desde la captación Tomacucho a Borogueña
Fuente: Municipalidad Distrital de Ilabaya, 2012

3.3.3. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

Reservorio N° 01: R-1(25 m³)

Se encuentra ubicada en la parte superior del R-2 (Reservorio N°02) barrio Jorge Basadre del centro poblado de Borogueña, es una estructura de concreto armado de sección rectangular, del tipo apoyado. Existe una caja de válvulas de maniobra

y las tuberías son de PVC. Cuenta con cerco perimétrico de 10x10 m² y una H= 2 m de perfiles y malla metálica.



Figura 9: Reservorio de 25 m³ (2008)
Fuente: Elaboración propia, 2015

Reservorio N° 02: R-2 (25-30 m³)

Se encuentra ubicada en la parte superior del barrio Jorge Basadre del centro poblado de Borogueña, es una estructura de concreto armado construido en 1993, es alimentado por el reboce del reservorio N° 01, esto fue adecuada por los usuarios para tener mayor volumen de almacenamiento.

Tabla 25: Características de reservorio

Reservorio	Características			
	Volumen	Tipo	Sección	Estado
R-1	25	Apoyado	Rectangular	Bueno
R-2	25	Apoyado	Rectangular	Regular

Fuente: Elaboración propia, 2015

3.3.4. CÁMARA ROMPE PRESIÓN

Se encuentra ubicada en la línea de aducción, es una estructura de concreto, con tapa metálica, con una boya regulara del caudal. La cámara rompe presión no presenta un cerco de protección, la línea de aducción es de ø2" hasta la cámara

rompe presión, después continua con diámetro $\varnothing 3''$.



Figura 10: Cámara rompe presión
Fuente: Elaboración propia, 2015

La cámara rompe presión con boya para el control del nivel de agua, como se observa en la Figura 11, presenta grietas por donde se desperdicia el agua potable, la ventilación de la cámara rompe presión se encuentra rota.



Figura 11: Grietas de la Cámara rompe presión
Fuente: Elaboración propia, 2015

3.3.5. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

La red de distribución de agua potable fue instalada en el año 1990 por primera vez, y se renovado la red de distribución en un 100% en el año 2006, por el

proyecto: Mejoramiento red de agua potable y conexiones domiciliarias CPM Borogueña, donde se instalaron las líneas principales de 3" y las secundarias de 2". La red de distribución tiene una antigüedad de 10 años (En el año del 2004 fue diseñado para un horizonte de 15 años de vida).

Tabla 26: Longitud de tuberías

Diámetro [Ø]	Longitud [m]	Material
2"	1185,00	PVC
3"	1660,00	PVC

Fuente: Elaboración propia, 2015

La inspección de la red de distribución se hizo en la trocha El Mirador, es la única vía donde no presenta pavimento rígido, ni flexible es solo de tránsito peatonal.



Figura 12: Inspección de la red de distribución de agua potable en la calle El Mirador
Fuente: Elaboración propia, 2015

El diámetro de la tubería es de $\varnothing 3''$, lo que se observó el relleno, presenta una cama arena no definida, el resto de relleno es del mismo material de terreno sin piedras grandes, pero existe presencia de pequeñas rocas próximas.

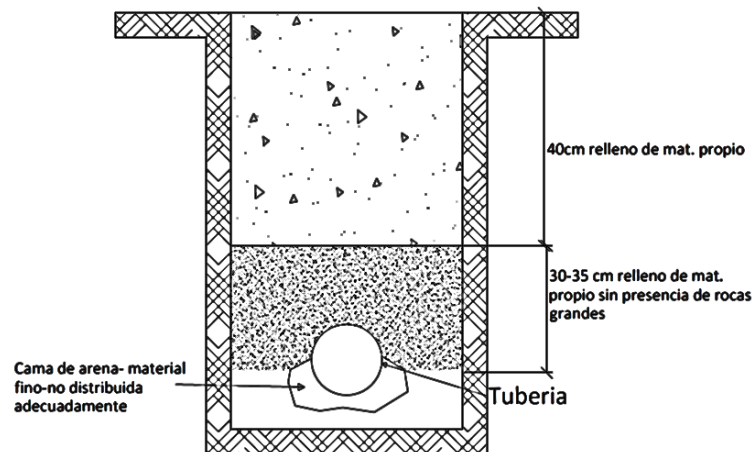


Figura 13: Sección del relleno de la red de distribución
Fuente: Elaboración propia, 2015

Las redes hidráulicas cuentan con válvulas de sectorización las cuales se encuentran ubicada en el área urbana, como se observa la Figura 14, no han recibido mantenimiento ni manipulación desde su instalación.



Figura 14: Válvula de sectorización
Fuente: Elaboración propia, 2015

Las conexiones domiciliarias no han recibido manipulación ni operación por parte de la entidad administradora o por parte de los usuarios, las conexiones domiciliarias no cuenta con medidor, para contabilizar el consumo de agua potable, como se puede observar en la Figura 15.

La red de distribución de agua potable no presenta válvulas de purga, ni grifos contra incendios que permitan la purga del agua de la red de distribución.



Figura 15: Conexiones domiciliarias
Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 27: Características de la Red de Distribución

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Estado actual	El sistema presenta características que muestran el buen estado, las tuberías y demás accesorios se encuentran en buenas condiciones para su correcto funcionamiento.
Antigüedad	Sistema es relativamente nuevo, instalado inicialmente hace más de 21 años pero renovado en el año 2006, en donde se realizó un rediseño y cambio de todos los elementos tubería y conexiones.
Mantenimiento	El mantenimiento de la red de distribución, es nula porque no se posee un plan estricto de mantenimiento.
Material de construcción	La mayoría de tuberías que conforman el sistema, son de PVC C-7.5, un material termoplástico bastante versátil y de gran durabilidad.

Fuente: Elaboración propia, 2015

3.3.6. TRATAMIENTO

Respecto del tratamiento de agua para potabilizarlo, solo se realiza la desinfección en el reservorio nuevo, por lo que se deduce que la desinfección es insuficiente, ello se confirma por el hecho que la preparación de la solución desinfectante (hipoclorito de calcio) se realiza encima del reservorio y por goteo es adicionado al agua, esta operación no se realiza adecuadamente porque la atención del operario es inconstante. La municipalidad distrital de Ilabaya realiza la dotación de cloro.



Figura 16: Tanque donde se prepara la solución desinfectante
Fuente: Elaboración propia, 2015

3.3.7. OFERTA Y LA DEMANDA

La demanda en la situación actual se obtiene en base al consumo promedio de los usuarios del servicio en el centro poblado de Borogueña, para luego proyectar la demanda y la oferta existente con respecto a los servicios de agua potable, dicha proyección es proporcional a la proyección de la población hasta el año veinte.

El Balance Demanda - Oferta nos indica que existe una demanda satisfecha de agua potable en cuanto a cantidad para un horizonte de 8 años, como se aprecia en las figuras siguientes en base al Anexo N° 01-E: Calculo del balance entre la oferta-demanda.

En la Figura 17: balance oferta-demanda de producción de agua potable, la oferta de producción se considera el valor del caudal aforada que llega al reservorio, la demanda de producción de agua potable son proyecciones del caudal máxima demanda diaria.

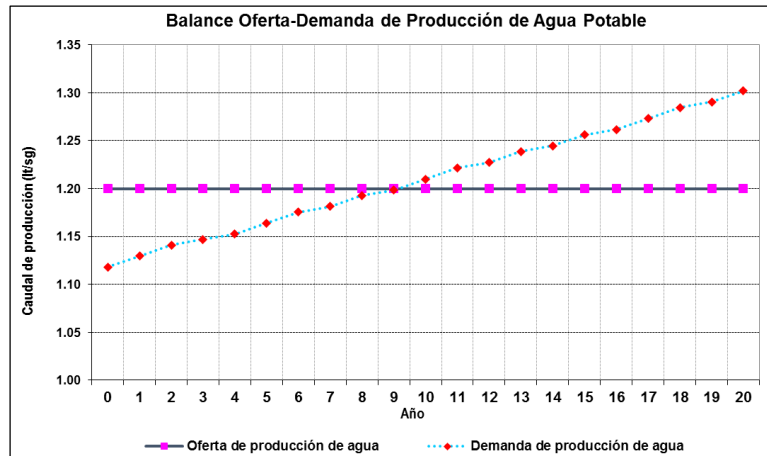


Figura 17: Balance Oferta-Demanda de producción de agua potable
Fuente: Elaboración propia, 2015

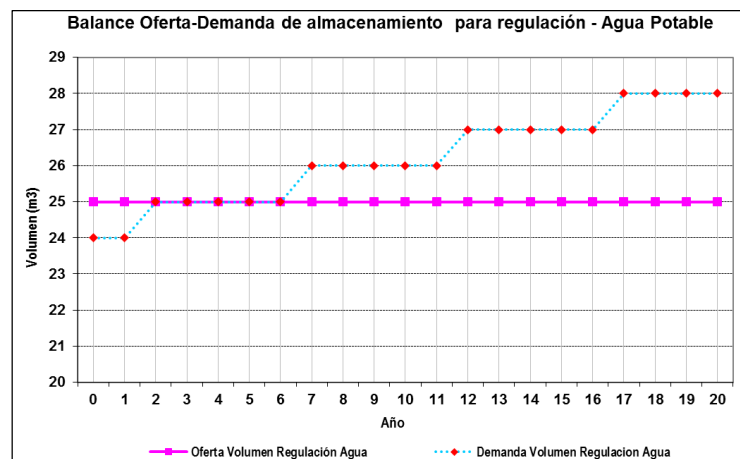


Figura 18: Balance Oferta-Demanda de almacenamiento para regulación – agua potable.
Fuente: Elaboración propia, 2015

En la Figura 18: Balance oferta-demanda de almacenamiento para regulación-agua potable, la oferta de volumen para regulación es la cantidad de almacenada en el reservorio (R-1), que se dispone para abastecer al centro poblado de agua potable, el volumen de la demanda para almacenamiento son proyectadas para los 20 años siguientes.

Según la Figura 17 y la Figura 18 en el futuro presentara un déficit de agua para

el servicio continuo de agua potable, el Comité Administrador de servicio de saneamiento Borogueña debe exigir la Ejecución del PIP: “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogueña, Coraguaya y Vilalaca, distrito de Ilabaya - Jorge Basadre – Tacna”, plantea captar el agua del manantial Sajahuayllani mediante una captación de manantial tipo ladera de concreto armado para captar 2,79 l/s.

3.3.8. CALIDAD DE AGUA ABASTECIDA

De acuerdo al Informe de Ensayo No 2151 emitido con Informe No 016 04 JSA DSB DESA/DRST/GOB.REG.TACNA, realizados por DIGESA, se concluyó que de los parámetros evaluados, están dentro de los límites máximos permisibles siendo entonces considerada agua de buena calidad físico química.

Tabla 28: Análisis Físico Químico

Parámetro	Cód. 2151-01	NPT 214.003	Ley G. A 17752 (1)	OMS 1995(2)
pH 20 C	7,6	6,5 – 8,5	10,6	6,5 – 9,5
Color (U.C.)	<6		20	15
Conductividad (Umhos / Cm)	373,0			<1000
Turbidez UNT	0,15	15	10	5
Alcalinidad Total (mg/l CaCO ₃)	104		120	
Dureza Total (mg/l CaCO ₃)	202			200
Dureza Cálcica (mg/l CaCO ₃)	101	200		
Sólidos Totales Disueltos (mg/l)	199	1000	1000	1000
Cloruros (mg /l Cl)	14	250	250	250
Sulfatos (mg /l SO ₄)	28,3	250	250	250
Cadmio (mg /l Cd)	<0,01			0,003
Cobre (mg /l Cu)	<0,005	1	3	2(P)
Cromo (mg /l Cr)	<0,05	0,05	0,05	0,05(P)
Hierro (mg /l Fe)	<0,106	0,3	0,5(*)	0,3(P)
Manganeso (mg /l)	<0,025	0,1		0,1(P)
Plomo (mg /l Pb)	<0,025	0,05	0,1	0,01
Zinc (mg /l Zn)	0,383		15	

Fuente: Informe de Ensayo No 2151 emitido con Informe No 016 04 JSA DSB DESA/DRST/GOB.REG.TACNA

De acuerdo al anexo N° 05-B: Resultado de ensayos de agua potable C. P. Borogueña, El muestreo se realizó en el caño del mercado de abastos Borogueña el 09 de octubre del 2014, los resultados del análisis de la muestra de agua para el consumo de agua potable del centro poblado de Borogueña, las cuales fueron analizadas en laboratorio de control ambiental de la DIGESA. A continuación se adjunta la Tabla 29, con los resultados de dicho análisis.

Tabla 29: Resultados de muestra de agua potable del C. P. Borogueña

PARÁMETRO	Cod. Lab. 4077
Plata (mg/l)	<0,003
Aluminio (mg/l)	0,124
Boro (mg/l)	0,075
Bario (mg/l)	0,008
Berilio (mg/l)	<0,0004
Cadmio (mg/l)	<0,001
Cobalto (mg/l)	<0,007
Cromo (mg/l)	<0,002
Cobre (mg/l)	<0,004
Hierro (mg/l)	0,068
Litio (mg/l)	<0,058
Magnesio (mg/l)	2,50
Manganeso (mg/l)	0,002
Molibdeno (mg/l)	<0,007
Sodio (mg/l)	11,1
Níquel (mg/l)	<0,006
Plomo (mg/l)	<0,009
Silicio (mg/l)	20,8
Vanadio (mg/l)	0,004
Zinc (mg/l)	<0,019
Arsénico (µg/l)	3,3
Dureza total como CaCO ₂	28,4
Cloruro(mg/l)	3,50

Fuente: Informe de ensayo N°0635, Laboratorio de control ambiental-DIGESA-MINSA (2014)

En el anexo N° 05-C: Análisis microbiológico de aguas del C. P. Borogueña, los puntos de muestra son del reservorio principal de Borogueña y pilones de familia.

3.3.9. DESCRIPCIÓN DE LA ENTIDAD ADMINISTRADORA

El Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña, reconocida por la Municipalidad Distrital de Ilabaya en el año 2010, actualmente tiene como presidente al Señor Cesar Limache Mamani (2015). Actualmente el Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña (CASS-Borogueña) también tiene la denominación de Junta Administradora de Servicios de Saneamiento Borogueña (JASS-Borogueña).

3.3.9.1. LEGISLACIÓN Y NORMATIVAS VIGENTES:

- Resolución de alcaldía N° 371-2010 MDI
- Reglamento de la junta de servicios de saneamiento Borogueña.

3.3.9.2. ESTRUCTURA ORGÁNICA

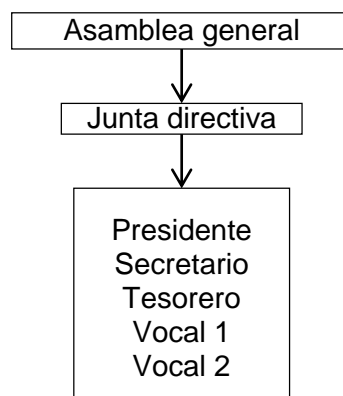


Figura 19: Estructura orgánica de la JASS-Borogueña
Fuente: Elaboración propia, 2015

Según el Reglamento de la junta de servicios de saneamiento Borogueña las Funciones de los miembros del consejo directivo:

- a) El presidente es el encargado de convocar al consejo directivo y de ejercer la representación JASS Borogueña, acompañado su firma con la del tesorero o uno de los dos (2) vocales.
- b) El secretario es el encargado de la redacción y certificación de las actas de la asamblea general y del consejo directivo y de llevar actualizado el padrón de miembros. Asimismo es el encargado de la custodia de los libros y archivos de la JASS Borogueña.
- c) El tesorero es el encargado de la recaudación de las cuotas familiares y demás ingresos de la JASS Borogueña, el pago de los bienes y servicios necesarios para el funcionamiento de los servicios necesarios para el funcionamiento de los servicios de saneamiento y la operación de la organización.
 - El tesorero está obligado a emitir recibos a nombre de la JASS Borogueña, por el pago de la cuota familiar.
- d) El primer vocal se encarga de la organización y difusión de las actividades sociales necesarias para la recaudación de fondos adicionales para conservar y mejorar los servicios de saneamiento y financiar el funcionamiento cotidiano de la JASS Borogueña.
- e) El segundo vocal se encarga de las actividades de promoción de la salud, educación e higiene sanitaria.

3.3.9.3. DESCRIPCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

- ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL

El comité administrador de servicio de saneamiento Borogueña, la única documentación que presenta es el cuaderno de acta, donde se presenta el reglamento, se encuentra registrada las reuniones llevadas entre la directiva y los usuarios.

- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Hasta la actualidad no se han implementado programas de operación y mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, capacitación.

No dispone stock de almacén de materiales y accesorios, mucho menos dispone maquinaria y equipos para realizar mantenimiento.

- ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

Disponibilidad financiera, los usuarios del servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado no tiene la costumbre de pagar los servicios prestados, la cuota familiar aprobada para el año 2015 es de S/ 12,00 (doce nuevos soles anuales).

- CAPACIDAD DE RESPUESTA

Como la organización institucional, la operación y mantenimiento, administración financiera, la capacidad de respuesta del comité administrador es prácticamente nula.

3.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.4.1. GEOLOGÍA

El área de estudio se desarrolla dentro de un ambiente geológico volcánico, sedimentario y de rocas intrusivas (Plano P-01).

3.4.1.1. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

3.4.1.1.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q_{al})

Pequeños depósitos aluviales están cubriendo el cauce del río de Borogueña, Ilabaya, Camilaca y las quebradas tributarias, principalmente en los márgenes de los ríos, zona donde el aporte de materiales se da además con el aporte de quebradas pequeña.

3.4.1.1.2. DEPÓSITOS DELUVIALES (Q_{de})

Estos depósitos se forman por la erosión de las rocas, gravedad y viento, y comprenden capas de suelo fino con arenas limosas con inclusiones de fragmentos pequeños a medianos, encima de pequeños deslizamientos de las partes altas de las rocas intemperizadas, como en el caso de Borogueña (Barriga, 2005).

3.4.1.2. GRUPO TOQUEPALA –VOLCÁNICO QUELLAVECO SERIE ALTA (KTi-q_{sa})

Con esta denominación se reúne a un conjunto de rocas volcánicas de la parte

superior del Grupo Toquepala que rodean el poblado de Borogueña.

La Serie Alta, es un miembro medio del volcánico Quellaveco siendo el más extenso y está básicamente compuesto de andesitas, y en los niveles más bajos de riolitas de color gris a rosado y marrón, generalmente de aspecto macizo, aunque en algunos niveles son de aspecto brechoide (Barriga, 2005).

3.4.1.3. GRUPO TOQUEPALA –VOLCÁNICO PARALAUQUE (KTi-vpa)

La mayor exposición de los afloramientos de esta Formación se hallan ubicado en contacto con la Falla Incapuquio, formando los cerros Incapuquio, Totoral Caramolle y otros. Se compone de gruesos derrames de andesitas, dacita y riolita de color marrón, rosado, blanco grisáceo, verdoso, etc. La roca tiene textura porfirítica y contiene inclusiones de pequeños fragmentos rocosos (Barriga, 2005).

Son las rocas más antiguas que afloran en la región y se les asigna una edad del Cretácico superior al terciario inferior (Barriga, 2005).

3.4.1.4. VOLCÁNICO HUAYLILLAS (Ts-vhu)

Esta Formación aflora mayormente en las cumbres, en la parte alta de esta región a manera de alargados sombreros sobre rocas más antiguas, observándose afloramientos en la zona de Borogueña y parte alta de Toco.

Es de origen volcánico y está compuesta de niveles de tobas e ignimbritas. Estas rocas presentan un color rosado salmón, que es característico de los niveles ignimbríticos. Dentro de su composición, contiene un gran porcentaje de cristales

bien desarrollados de cuarzo y, en un menor porcentaje, biotita, plagioclasa, pómez y fragmentos líticos dentro de una matriz afanítica (Barriga, 2005).

3.4.1.5. ROCAS INTRUSIVAS (KTi-di/gd)

En la región afloran rocas intrusivas alineadas al sistema de fallamiento Incapuquio en forma de un importante Stock en contacto con la falla Incapuquio en Calumbraya hacia el NorOeste, y en la margen derecha del río Colocaya hasta el propio río Ilabaya. Están constituidas básicamente por una gradación de Dioritas a Granodioritas (Barriga, 2005).

3.4.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL²

La zona de estudio y los alrededores han estado sometidas al tectonismo y movimientos epeirogénicos que originaron los plegamientos y el emplazamiento de la masa de los Andes.

Los principales rasgos estructurales en la zona de estudio y alrededores están constituidos por pliegues y fallas. Estas deformaciones se han sucedido en diferentes fases tal como se describirá en el acápite de Geología Histórica.

3.4.2.1. PLEGAMIENTOS

En la zona es evidente la presencia de un anticlinal denominado Cairani y que se ha desarrollado en la formación sedimentaria de Hualhuani es asimétrico ya que

² Estudio de geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de Borogueña, 2008

su flanco Suroeste está afectado por una falla de rumbo el rumbo general de su eje es de N60° O, el flanco Noreste posee inclinaciones de 30° a 45° al Norte. Al parecer este plegamiento se produjo antes de la deposición de la Formación Toquepala.

3.4.2.2. FALLAMIENTO

La falla Incapuquio más importante se ubican a 10,00 km al Sur del poblado de Borogueña, la fallas es de carácter regional que ha sido mapeada desde la frontera con Chile y tiene un rumbo general de N70°O, se caracteriza por tener un alineamiento casi recto y plano de fracturamiento de alto ángulo. La falla Micalaco se ubica a 2,20 km al Noroeste del poblado de Borogueña.

3.4.2.3. DEFORMACIÓN DE LA SERIE SEDIMENTARIA, VOLCÁNICA Y COBERTURA CUATERNARIA

Luego de la deposición de las rocas volcánicas de la Formación Huaylillas que sepultaron al grupo Toquepala; durante el Mioceno superior– Plioceno se produce el levantamiento epeirogénico de los Andes, la topografía de ese entonces se ve sometida a una intensa erosión que origina la formación hidrográfica del Pacífico.

Durante el Pleistoceno se produce el Levantamiento General de los Andes y a las crisis climáticas que actuaron sobre la topografía Pliocénica, el clima se caracterizaba por las lluvias intensas y periodos de sequía, la consecuencia de ello es la formación de una segunda generación de valles. Durante los períodos húmedos el paisaje es modelado intensamente por fenómenos de geodinámica

externa e interna, predominando el primero; siendo el agua el agente geodinámico desencadenante y se producen grandes deslizamientos y derrumbes debido a la saturación de la serie sedimentaria y volcánica siendo más vulnerable la primera debido a la presencia de niveles de areniscas arcillosas y la formación del “vacío” como consecuencia de la incisión del valle. En aquellos lugares donde se intruyeron los cuerpos subvolcánicos estos resistieron como columnas evitando el deslizamientos de grandes masas de roca. Las evidencias de que así ha sucedido se observa en depósitos de Coluvio-Deluvial que contienen bloques y cantos de diferente naturaleza litológica distinguiéndose los clastos de las Formaciones Hualhuani, Toquepala y Huaylillas.

3.4.3. GEOMORFOLOGÍA³

El valle interandino del río Borogueña geomorfológicamente se encuentra ubicado en el Flanco Disectado de los Andes que corresponde a la vertiente Pacífica.

3.4.3.1. UNIDAD GEOMORFOLÓGICA FLANCO DISECTADO DE LOS ANDES

Esta unidad se caracteriza por la intensa acción erosiva ejercida por el río Borogueña y sus numerosos tributarios, actividad que se inicia en el Plioceno cuyo clima es el gran responsable de la excavación de los valles con desniveles de hasta 1200 m. de profundidad lo que origina un relieve fuertemente quebrado y difícil. La incisión linear del río se incrementó debido al levantamiento general de los Andes y creó un “vacío” lo que produjo un desequilibrio en las rocas de los

³ Estudio de geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de Borogueña, 2008

flancos, produciendo deslizamientos y derrumbes en los flancos de los valles ese es el origen de la geofoma donde se encuentra la localidad de Borogueña.

Las partes altas de los valles rematan en superficies planas como la Pampa de Challacahua que constituyen remanentes de la superficie de Puna la cual fue sepultada por la Formación Huaylillas.

Los sectores altos muestran la presencia de deslizamientos antiguos inactivos, y algunas zonas de derrumbes activos debido a que el macizo rocoso se encuentra muy fracturado a extremadamente fracturado.

La pendiente media de los flancos pasan los 22° como es el sector donde se ubica el poblado de Borogueña, existen otros sectores con pendientes menores a 22° como son las áreas de cultivo, la parte alta remata en una cornisa de 35° a 45° , constituida por las tobas soldadas de la formación Huaylillas que sobreyacen por roca sedimentaria e intrusiva.

El perfil longitudinal del río Borogueña varía desde 10% aguas arriba de nuestra zona de estudio y pendientes mayores a 25% aguas abajo del sector de Borogueña.

El ensanchamiento y el encañonamiento que muestra el valle se debe al control geológico-estructural-geodinámico, en nuestra zona de estudio el valle es amplio y se debe a los derrumbes y deslizamientos antiguos mientras que aguas abajo y aguas arriba aflora roca más competente el valle se encañona debido a la presencia de rocas intrusivas.

3.4.4. TOPOGRAFÍA

Según el plano P-6: topografía y pendiente, El relieve general de la zona de estudio, tiene relieves accidentados y escarpados, quebradas muy profundas y erosionadas por donde discurren los huaycos. La topografía de las zonas urbanas del proyecto es de característica medianamente escarpada en Borogueña tiene un relieve más estable y presenta una pendiente aproximada de 25%.

3.4.5. GEODINÁMICA

Los procesos internos y externos que modifican la estructura superficial terrestre son estudiados por la geodinámica. Las condiciones fisiográficas muy complejas y una geología compleja que muestra el territorio peruano producidas por los procesos de geodinámica externa e interna a lo largo de su histórica geológica son de carácter cíclico. Los procesos que afectan a la zona de estudio son:

3.4.5.1. GEODINÁMICA INTERNA

Según Castillo & Alva (1993), El Perú está ubicado en una de las regiones de alta actividad sísmica que existe en la Tierra; por lo tanto se encuentra expuesta a constantes fenómenos sísmicos de gran magnitud, que ocasionan pérdidas humanas y materiales.

Nuestra zona de estudio se encuentra ubicada en el Cinturón de Fuego del Pacífico la cual es una región de alta actividad sísmica producto de la subducción de la placas Continental y de Nazca. El terremoto del 23 de junio del 2001 ocasionó daños como rajaduras en casas de adobe de construcción rústica.

3.4.5.1.1. ORIGEN DE LOS SISMOS

Según el Estudio para prevención de desastres naturales en el distrito de Ilabaya y centros poblados (2005), La sismicidad en el sur del Perú puede ser dividida en tres grupos:

Primera zona.- En esta zona los sismos son originados por la interacción de las placas de Nazca con la continental, la primera penetra por debajo de la placa continental, a razón de 8 cm/año, y con una pendiente aproximada de 45°, contacto denominado ZONA DE BENIOF. En este contacto las rocas están sujetas a esfuerzos compresionales, que al pasar el límite de su elasticidad se fracturan, liberando los esfuerzos en forma de energía calorífica (pequeña parte) y la mayor parte en forma de ondas elásticas denominadas sismos o terremotos. El epicentro de estos sismos se encuentran en el fondo marino, a profundidades menores de 50 km (sismos superficiales). Cuando estos sismos tienen magnitudes mayores de 6 grados Richter, pueden producir tsunamis.

Segunda zona.- Esta zona sismogénica está relacionada con el reajuste de la corteza terrestre, donde los esfuerzos son de carácter tensional. Estos sismos denominados también sismos intraplacas, pueden tener sus hipocentros intermedios a más de 70 y 300 km de profundidad y profundos cuando los hipocentros se encuentran a más de 300 km de profundidad. Estos eventos son producidos por las estructuras geológicas, y ocurren a lo largo de las fallas activas (ruptura de las rocas de la corteza terrestre) y tienen periodos de recurrencia cada mil años (L. Ocola: Deformación de la corteza terrestre en el Sur del Perú). Para

el caso de Tacna se tienen dos fallas activas: la Falla Incapuquio de orientación S-N y la falla Chulibaya en el Valle de Locumba. El epicentro de por lo menos tres réplicas del terremoto ocurrido el 23-06-01, han coincidido con la falla regional Incapuquio, demostrando así su plena vigencia tectónica. La Falla de Chulibaya está registrada como falla activa del neotectonismo. La sismicidad de estas estructuras implica alto riesgo para los pueblos y su infraestructura ubicados en sus inmediaciones.

Tercera zona.- Esta sismicidad está relacionada con la actividad Volcánica de la provincia de Candarave. Por su naturaleza estos sismos son de pequeña magnitud. En el área del presente estudio, el Instituto de Recursos Naturales de Francia IRD, ha monitoreo la sismicidad mediante 5 estaciones, registrando hasta 38 sismos por día. Esta frecuencia sísmica sería responsable de los continuos deslizamientos que vienen ocurriendo en la provincia de Candarave, afectando directamente a todos sus pueblos interandinos, y con mayor incidencia en el distrito de Ilabaya, sector de Chejaya a Cambaya y por sus características fisiográficas y geomorfológicas.

Mamani Llano, A. (2013) "Las características de la sismicidad del Perú, han sido descritas por diversos autores (Stauder, 1975; Bevis e Isacks, 1984; Tavera y Bufom, 1998) y entre las principales esta la relacionada con la distribución de los focos en superficie y en profundidad, la misma que ha sido clasificada en sismos con foco superficial ($h < 60$ km) intermedios ($60 < h \leq 350$ km) y profundos ($h > 350$ km)".

Según el mapa de isoaceleraciones confeccionado por Alva, J. y Castillo, J, (1993) en nuestra zona de estudio se esperan aceleraciones entre 0,38 a 0,40 g. De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 el área de estudio según el mapa de zonificación sísmica se ubica en la zona 3 (plano PS-04) cuyo factor de zona es igual a 0,4 g.



Figura 20: Distribuciones de máximas intensidades
Fuente: CISMID (Referenciado por la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres, 2014)

3.4.5.1.2. SISMICIDAD HISTÓRICA

La referencia de histórica de las intensidades sísmicas de los sismos se toma a partir de los trabajos de Silgado (1969). A continuación se detalla la relación de los sismos ocurridos en la región de Tacna y sus alrededores:

Tabla 30: Sismos 1582-2001

Fecha	Lugar	Intensidad (MM)
22 de enero de 1582	Socabaya Arequipa	X MM IX MM
16 de febrero de 1600	Volcán Huaynaputina Omate	IX X
24 de noviembre de 1604	Arequipa, Arica, Tacna, Moquegua.	VIII
18 de setiembre de 1833	Tacna	VII
13 de agosto de 1868	Caldera Arica Tacna, Moquegua y Arequipa	XI X IX
9 de mayo de 1877	Arica, Tacna, Ilo	VII
4 de mayo de 1906	Tacna Arica	VII VI
16 de junio de 1908	Tacna y Arica	VII
4 de diciembre de 1934	Tacna y Arica	VI
11 de mayo de 1948	Tacna y Arequipa	VI
3 de octubre de 1951	Tacna	VII
15 de enero de 1958	Arequipa	VIII
13 de enero de 1960	Arequipa	VIII
16 de febrero de 1979	Camaná y Corire	VII
23 de Junio del 2001	Tacna, Moquegua y Arequipa	VII

Fuente: Mamani, 2013

Cronología de los sismos más fuertes en Perú desde 1970

- 12 de noviembre 1996.- Centro y sur de Perú: 14 muertos en un terremoto de 6,4 grados Richter.
- 23 de junio 2001.- Seis departamentos del sur peruano sufrieron un movimiento telúrico de 6,9 grados que dejó 102 muertos y centenas de heridos.

- 7 de julio 2001.- Cerca de la costa de Perú se produce un terremoto de 7,1 grados.
- 15 de agosto 2007.- Un sismo de 8 grados Richter en la costa, causando 595 muertos, 318 desaparecidos y mil heridos. Las ciudades de Pisco, Ica, Chincha y Paracas quedaron muy afectadas con 37.612 viviendas destruidas.
- 28 de octubre 2011.- Un terremoto de 6,7 grados Richter sacude la costa central del país y deja más de 80 heridos.
- 25 de septiembre 2013.- Un sismo de 6,9 grados Richter, con epicentro en la costa cercana a la ciudad de Acary, sacude el centro y sur del Perú.

Como conclusión se puede mencionar que en la región de Tacna han ocurrido en los últimos 400 años intensidades de hasta IX en la escala Mercalli Modificada, las cuales han sido de consecuencias devastadoras en esta zona.

En el Sur del Perú, ocurrieron sismos importantes en el año 1600 (IX MM) y 1868 (IX MM) que destruyeron principalmente a las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y Norte de Chile. El terremoto del 13 de agosto de 1868 donde se liberó una gran cantidad de energía ocurrió hace 148 años, según Tavera y Bernal (2005) los periodos de recurrencia oscilan entre 50 y 150 años para sismos en el centro y sur del Perú. Los sismos severos se dan en periodos de 150 a 250 años (Nishenco); por esta razón la zona comprendida entre 15° a 17° de latitud Sur, está considerada como una zona de ocurrir un terremoto severo (Llanque, 2006).

A continuación se muestra la descripción de posibles daños según la intensidad

de Mercalli modificada:

Tabla 31: Descripción de daños según Intensidad de Mercalli Modificada

Intensidad	Descripción
I	Detectada por instrumentos muy sensibles
II	Sentido únicamente por personas es estado de reposo
III	Sentido en el interior de edificaciones mediante vibraciones similares al paso de un camión.
IV	Movimiento de platos, ventanas, lámparas
V	Ruptura de platos, ventanas y otros.
VI	Caída de acabados, chimeneas, daños estructurales menores
VII	Daños considerables en edificios mal construidos
VIII	Caída de paredes, monumentos, chimeneas.
IX	Movimiento de fundaciones en edificios de mampostería, grandes grietas en el suelo, rotura de tuberías.
X	Destrucción de la mayoría de mampostería, grandes grietas en el suelo, doblamiento de rieles de ferrocarril, derrumbes y deslizamientos.
XI	Solo muy pocas construcciones permanecen, ruptura de puentes.
XII	Daño total, presencia de ondas en la superficie, distorsión de líneas de nivel, objetos arrojados al aire.

Fuente: CEPIS, 1996

3.4.5.1.3. FRECUENCIA E INTENSIDAD SÍSMICA DE LA REGIÓN DE TACNA

La alta sismicidad que tiene la costa sur de América Latina, ha creado la necesidad de que las universidades o instituciones como el Instituto Geofísico del Perú, estén obligados a implementar observatorios para monitorear estos fenómenos naturales. Con este propósito la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, ha logrado la instalación de una estación sísmica analógica de componente vertical, cuyo monitoreo ha iniciado el año de 1984. La información analizada de los cuatro últimos años, ha permitido determinar que la frecuencia sísmica para Tacna es de 3 a 5 sismos instrumentales diarios y de 3 a 5 sismos sentidos durante el mes; las intensidades determinadas en su generalidad son menores de III grados en la escala modificada de Mercalli, con distancias epicentrales superiores

a 150 km de la estación sísmica ubicada en el Campus Universitario de la UNJBG (INDECI-UNJBG, 2002).

3.4.5.2. GEODINÁMICA EXTERNA

En nuestra zona de estudio los fenómenos de geodinámica externa (P-03: plano geológico y geodinámica externa) han participado y participan en el modelado de la superficie terrestre como resultado de la interacción de agentes geodinámicas como el agua, el sol, la gravedad, el viento y los organismos vivos y que ocurren bajo diferentes modalidades, son los siguientes:

- Fenómenos de Flujo Hídrico⁴
 - Erosión Fluvial

Producida por el río Borogueña y las cárcavas principales, que muestran fluctuaciones en su caudal a lo largo del año debido al régimen temporario de las precipitaciones. El río Borogueña origina erosión en los flancos de su cauce principalmente en la margen derecha donde se observan grietas que se han formado en los depósitos aluviales y en los derrumbes antiguos.

- Erosión por Escorrentía o Arroyada Difusa

Se evidencia por la formación de surcos en las laderas que son producidas por las precipitaciones pluviales y escurrimientos superficiales, donde actúa los componentes horizontales y verticales de la fuerza erosiva de la corriente, según

⁴ Estudio de geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de Borogueña, 2008

la pendiente del terreno y que actúan principalmente en los suelos sin cobertura vegetal y en las rocas extremadamente fracturadas.

- Flujos de Barro (Debris Flow)

Son avenidas intempestivas de agua turbia, turbulenta o flujos rápidos de barro, cargada de sólidos de diferentes tamaños de roca, provocados por saturación del suelo que corrieron por las cárcavas incidentes al pueblo de Borogueña.

- Proceso de Deposición

Los procesos de deposición datan del Cretáceo Inferior (Formación Hualhuani), durante el Cretáceo Superior y Terciario. El vulcanismo provocó la deposición de materiales sobre la superficie terrestre (Grupo Toquepala, Formación Huaylillas, etc.). El río Borogueña deposita materiales en bancos, los depósitos coluviales constituyen otro tipo de deposición mecánica, son materiales heterogéneos transportados y acumulados por la acción de la gravedad al pie de los taludes, escarpas y laderas.

3.4.5.2.1. HUAYCOS

Según la versión de la población mayor en el año 1968 se registró caída de huaycos con caudales muy altos caracterizados por abundante transporte de sedimentos, dicha caída se registró en las quebradas Tanpuni, Limache, San Bartolomé, Uyara, Alta Misa, Llusta Cahua y Huancarani, ocasionando daños a la infraestructura urbana, canales de riego y áreas agrícolas, creando zozobra y pánico a la población colindantes al cauce de las quebradas. Asimismo en los

años de 1997 y 1998 caracterizados por la presencia del fenómeno de El Niño se registraron caída de huaycos en las quebradas San Bartolomé lo que inundó la losa deportiva, canal de riego Encima y áreas agrícolas, otra de las quebradas que se activo fue Alta Misa inundando el local de club de madres Corazón de María falleciendo una persona en el interior.

3.4.5.2.2. PERIODO DE RECURRENCIA Y FENÓMENO DE EL NIÑO:

El Niño es una de las manifestaciones más significativas de la variabilidad interanual del clima de nuestro planeta. Hoy como ayer, es crucial para nuestro país entender y por supuesto poder predecir este fenómeno. Si bien en la actualidad contamos con mayor información al respecto, aún hay mucho por investigar y desarrollar para tener un enfoque más comprensivo de El Niño (SENAMHI, 2014).

El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) es un evento natural de la variabilidad climática en el que se interrelacionan el océano y la atmósfera en la región tropical del Océano Pacífico. Éste término se hizo conocido a partir de los años ochenta, cuando la comunidad científica demostró que había una interacción entre el océano y la atmósfera que lo explicaba (SENAMHI, 2014).

En la Tabla 32, se muestra los eventos del fenómeno El Niño y se indica la intensidad.

Según los antecedentes de la zona de estudio el periodo de recurrencia es de 30 años, según los antecedentes de la región de Tacna un fenómeno de El Niño se

presenta en promedio de 30 a 40 años.

Tabla 32: Recurrencia del fenómeno El Niño

Periodos	Fuerte	Muy Fuerte
1567-1568	X	
1630-1631	X	
1641	X	
1650	X	
1661		X
1694-1695		X
1715-1716	X	
1782-1784		X
1790-1793		X
1802-1804	X	
1827-1828	X	
1832-1833	X	
1844-1846		X
1864	X	
1867-1879	X	
1876.1878		X
1899-1900		X
1901-1902	X	
1913-1915	X	
1918-1920	X	
1940-1941		X
1972-1973	X	
1982-1983		X
1986-1988	X	
1997-1998		X

Fuente: Mamani, 2013

El fenómeno de El Niño en el Perú, como se observa en la Figura 21, se pronostica un eventual presencia del fenómeno del niño entre los años 2012 – 2017, de acuerdo a los antecedentes de las avenidas con características del fenómeno del niño, dicho pronóstico es necesario tomar en cuenta debido a las probables avenidas que ocasionan daños a la infraestructura social y productiva. Tomando en cuenta el pronóstico de las avenidas entre los años 2012 – 2017, el cual tendría punto medio de ocurrencia en el año 2015.

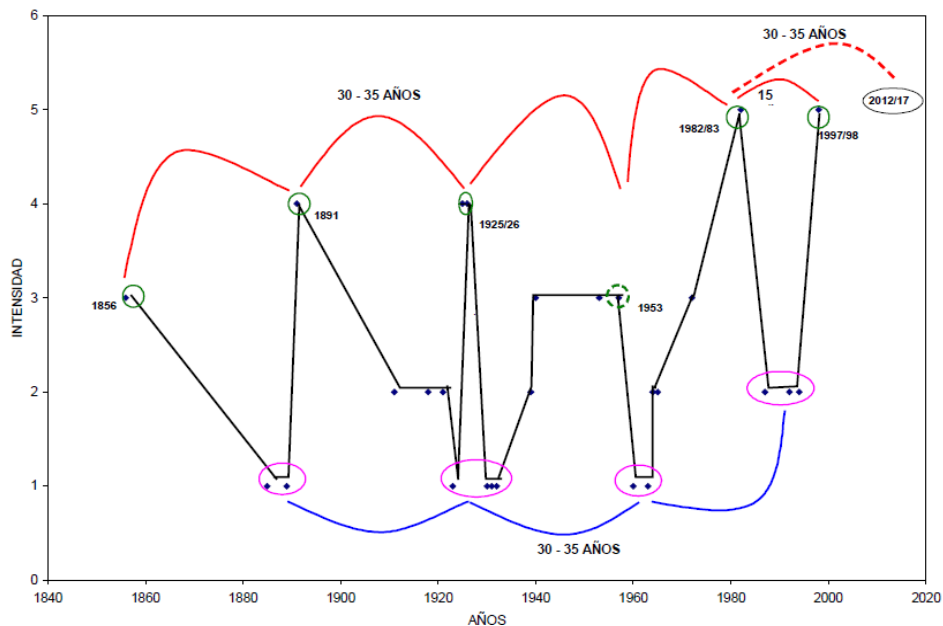


Figura 21: Periodo de recurrencia e intensidad del fenómeno El Niño 1855 – 1998
Fuente: Reducción de Desastres – Ing. Julio Kuroiwa (Referenciado por Mamani, 2013)

3.4.5.3. GEOTECNIA

3.4.5.4. ZONIFICACIÓN DE SUELOS

Según el Estudio Para Prevención de Desastres Naturales en el Distrito de Ilabaya y Centros Poblados, Borogueña, Está asentada sobre dos tipos de suelos (Ver el plano P-04: zonificación geotécnica de suelos).

En su zona alta (alrededores de la plaza principal y la capilla), está asentada sobre suelo residual de apariencia fina, clasificada como SM_1, de color pardo claro y con 0,50 m de espesor (Barriga, 2005).

La zona baja (ubicada desde dos cuadras arriba del colegio y entre las dos quebradas que se observan en el lugar, hasta el final del pueblo), está asentada sobre material del tipo flujo de lodos, de origen aluvial, compuestas por arenas

limosas con presencia de clastos de roca volcánica de color café claro amarillento, con denominación SM-SP, los clastos encontrados son de Ignimbritas y tobas, el espesor de este material llega hasta los 5,00 m, ubicado desde algunos metros, cotas arribas del límite predial en el cerro, hasta el término de las áreas de cultivo de la zona (Barriga, 2005).

Por último encontramos material con denominación GP de origen deluvial, de color café claro, formada de material fino y clastos, ubicado en las faldas de los cerros que se localizan en la zona (Barriga, 2005).

3.4.5.5. AMPLIFICACION SISMICA LOCAL

Según Barriga (2005), Zona de amplificación sísmica media: conformada por los depósitos de flujos de lodo de origen aluvial, geotécnicamente denominados como arenas mal graduadas con limos (SP-SM), y los depósitos gravosos de origen diluvial con clasificación geotécnica de gravas pobremente graduados, con valores de $1,01 \text{ kg/cm}^2$ a $2,0 \text{ kg/cm}^2$ en capacidades de carga. Están comprendidas dentro de la zona geotécnica II. Los encontramos cubriendo en su totalidad al pueblo, desde su parte baja hasta la superior, así como las laderas de los cerros.

Zona de amplificación sísmica baja: conformada por los depósitos de flujos de lodo de origen aluvial, que geotécnicamente están denominados como gravas pobremente graduados (GP), así como de las formaciones rocosas que se observan en el lugar, con capacidades de carga que van desde los $2,01 \text{ kg/cm}^2$, comprenden las zonas geotécnicas III y V, y se ubican en las zonas de quebrada, así como en las laderas de los cerros que se observan en la zona (Barriga, 2005).

3.4.6. SISTEMA DE PROTECCIÓN EXISTENTE

En el centro poblado de Borogueña presenta sistema de protección como se indica en el plano P-06: sistema de protección ante avenidas.

3.4.6.1. DIQUES TRANSVERSALES

Los diques transversales son barreras que cruzan un curso de agua o un conducto, para controlar el nivel y velocidad del agua. El objetivo de los diques son resistir el desgaste del fondo de las cárcavas o quebradas por efecto del arrastre ejercido por el agua; estabilizar las pendientes del lecho en las cárcavas o quebradas; y preparar las condiciones para la plantación y la siembra en cárcavas o quebradas. Los diques son de gaviones rellenos con piedras medianas, las cuales tendrán las siguientes características: El ancho de corona de los diques es de 1,00 m con una Altura efectiva de muros de 1,50 m y 2,00 m .



Figura 22: Disipadores de energía en la quebrada Alta Misa
Fuente: Elaboración propia, 2015

Los diques instalados en las diferentes quebradas no presenta poza disipadora, pero los diques próximo a las vías de transito presenta un colchón de disipación en las quebradas. El espaciamiento entre diques es de 10,00 m en promedio. Los diques de gaviones de control de erosiones deben estar instaladas adecuadamente deben estar anclados en los márgenes, como se ve en la Figura 23 el dique no está anclado en uno de sus márgenes.

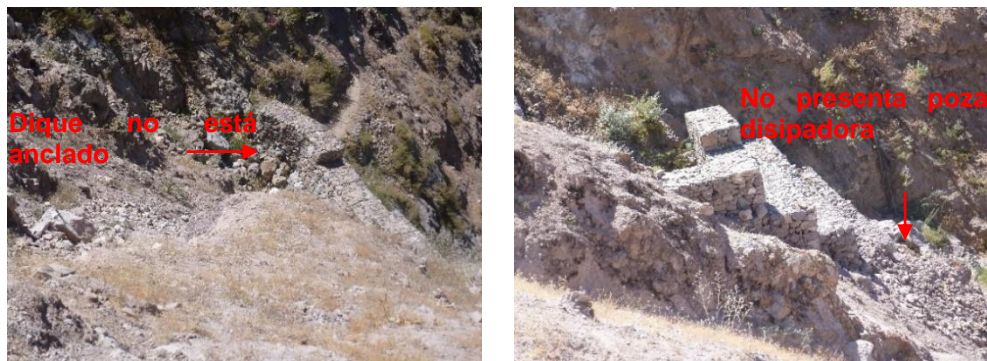


Figura 23: Dique en la quebrada Llusta Cahua instalada de forma inadecuada
Fuente: Elaboración propia

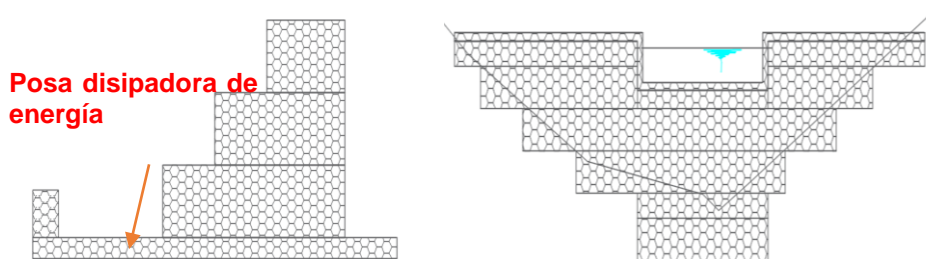


Figura 24: Detalle de un dique
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 24 es un detalle típico de un dique como debe estar instaladas en el cauce de las quebradas, es un muro conformado de gaviones de altura variada, presenta un vertedero en la parte central. Presenta base de cimentación, cuerpo del dique y colchón hidráulico para amortiguar la caída del agua de vertedor.

3.4.6.2. TERRAZAS DE FORMACIÓN LENTA



Figura 25: Terrazas de formación lenta
Fuente: Elaboración propia, 2015

Las terrazas de formación lenta modifican en forma progresiva el grado de pendiente del terreno. El principio es el aprovechamiento del efecto de arrastre de suelos por lluvias, o gravedad natural, y su período de formación puede demorar hasta 5 años de acuerdo al manejo y condiciones del medio ambiente. La distancia entre las terrazas varía de acuerdo al grado de la pendiente o ladera, el tipo de suelo, cantidad de precipitaciones y clase de cultivos.

Las terrazas de formación lenta son muros (pircas) siguiendo las curvas de nivel; la distancia entre muros es de tres metros (3,00 m) con respecto a la proyección horizontal. Estos muros, tiene la cimentación a 50 cm de profundidad y 50 cm de ancho, se levantan una altura 50 - 60 cm de altura del nivel de terreno natural, obteniendo un ancho de corona de 35 cm .

3.4.6.3. OBRAS DE PROTECCIÓN DE CONCRETO

En los cruces de la vía principal del centro poblado con los cauces de las quebradas cuentan con badenes de concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) de un espesor de 0,15 m de espesor. Estas estructuras tienen una forma longitudinal en “V” con pendientes bajas que permite el paso de vehículos pesados, forman un cauce que permita el pase del agua y lodo que pase por las quebradas.



Figura 26: Obras de protección con concreto
Fuente: Elaboración propia, 2015

Los canales existentes próximos al área de estudio se encuentran protegidos con tapas de concreto armado con un espesor de 0,15 m, lo que permitirá pasar el flujo de agua y lodo por los cruces de quebrada.

3.4.7. HIDROLOGÍA

El abastecimiento de agua para cualquier uso en el mundo se sustenta enteramente de la precipitación pluvial que se produce por la evaporación del agua de los mares, la cual precipita en áreas determinadas denominadas: cuencas, subcuencas y microcuencas.

Esta agua escurre, ya sea por escorrentía superficial o subterráneamente, nuevamente hacia los mares y/o lagos, para luego evaporarse e iniciar nuevamente el ciclo hidrológico del agua.

El escurrimiento superficial se origina de las precipitaciones que ocurren en la cuenca alta, en donde las precipitaciones se encuentran concentradas durante los meses de diciembre a marzo.

3.4.7.1. INFORMACIÓN DE LAS MICROCUENCAS

Según Parillo (2014), el centro poblado menor de Borogueña presenta siete quebradas cercanas a la zona urbana cuyos nombres son Huancarani, Llustacahua, Alta Misa, Uyara, San Bartolome; Limache y Tampuni.

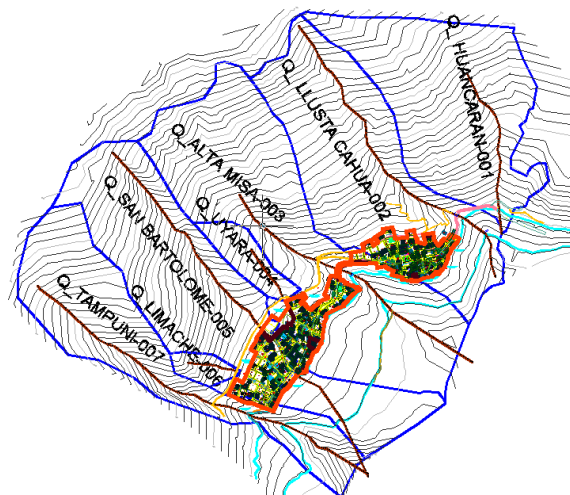


Figura 27: Quebradas existentes en el C. P. Borogueña
Fuente: Parillo, 2014

En el plano P-7: Ubicación de microcuencas – C. P. Borogueña, se observa las 7 quebradas próximas, pero el área de estudio está en el cauce de cuatro quebradas como son los cauces de las quebradas Alta Misa, Uyara, San Bartolomé y

Limache. En la Tabla 33 se muestran las características de las 7 microcuencas próximas al área de estudio.

Tabla 33: Características de las quebradas C. P. Borogueña

Quebrada	Longitud de cauce m	Longitud de cuenca (m)	S %	Área ha	Cota Mayor	Cota Menor	Altura
Tanpuni	932,25	1223,80	43,00	24,04	3467,32	2769,98	697,34
Limache	172,38	193,68	54,71	1,36	2967,48	2774,2	193,28
San Bartolome	668,04	812,61	45,10	18,12	3449,52	2772,39	677,13
Uyara	168,42	234,18	37,74	1,81	2935,62	2774,73	160,89
Alta Misa	812,59	890,66	44,10	35,64	3454,13	2752,26	701,87
Llusta Cahua	464,91	614,47	43,40	15,83	3204,8	2741,41	463,39
Huancarani	420,36	546,65	41,40	10,27	3035,17	2734,64	300,53

Fuente: Elaboración propia, 2015

3.4.7.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

La red de estaciones meteorológicas del área de estudio solamente tiene el carácter de pluviométricas, por cuanto el parámetro a usar para el cálculo de caudal de máxima avenida no se registra. La estación Toquepala que tiene las características deseadas y es la más próxima que se tiene registro continuo de precipitación máximo en 24h, los mismos que se muestran en la Tabla 34.

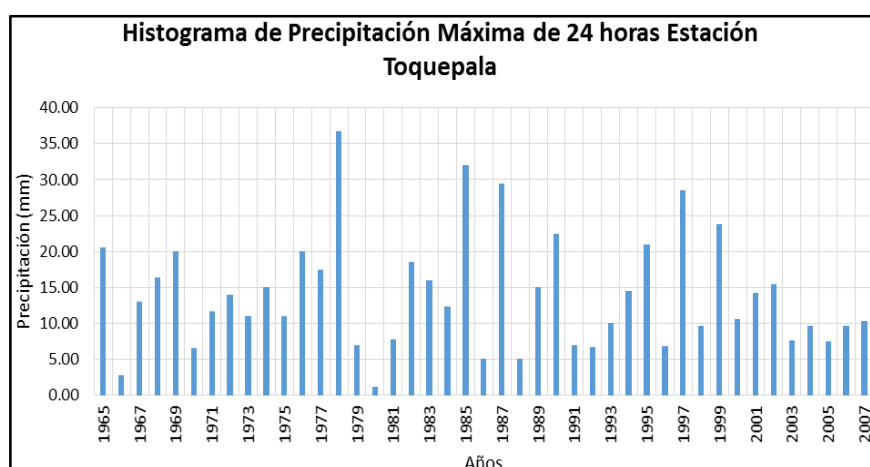


Figura 28: Histograma de PP máxima de 24horas- Estación Toquepala
Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Precipitación Máxima de 24 horas

AÑO	PP MAX	AÑO	PP MAX	AÑO	PP MAX	AÑO	PP MAX
1965	20,50	1976	20,00	1987	19,50	1998	9,90
1966	2,70	1977	17,50	1988	5,10	1999	23,80
1967	13,00	1978	36,70	1989	5,10	2000	10,60
1968	16,40	1979	7,00	1990	22,50	2001	14,20
1969	20,00	1980	1,20	1991	7,00	2002	15,40
1970	6,50	1981	7,80	1992	6,70	2003	7,60
1971	11,70	1982	18,50	1993	10,00	2004	9,60
1972	14,00	1983	16,00	1994	14,50	2005	7,50
1973	11,00	1984	12,30	1995	20,90	2006	9,60
1974	15,00	1985	32,00	1996	6,80	2007	10,30
1975	11,00	1986	5,00	1997	28,50		

Fuente: Estudio Hidrológico ALA Locumba Sama (Referenciado por Parillo, 2014)

3.4.7.3. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA

En base a la información de la Estación Toquepala PPMáx 24 hr, y con el Software HidroEsta para la determinación de la Distribución de Frecuencia para 2, 5, 10, 25,50, 100 y 500 años.

Tabla 35: Distribución de frecuencias para la PPMáx de 24 horas

T (años)	Distribución Normal	Log, Normal	Gumbel	Gamma 2 parámetros	Gamma 3 parámetros
2	13,51	11,32	12,25	12,04	12,24
5	19,98	19,63	19,04	19,28	19,32
10	23,36	26,18	23,54	23,99	23,81
25	26,97	35,58	29,22	29,75	29,22
50	29,30	43,38	33,43	33,89	33,07
100	31,39	51,85	37,62	37,90	36,77
500	35,63	74,38	47,29	46,79	44,90

Fuente: Elaboración propia

3.4.7.4. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE AVENIDA

Teniendo las precipitaciones anuales máximas para 24 horas, se procedió a ajustar para las distintas distribuciones, siendo la de mayor ajuste la distribución de Gamma de dos parámetros expuestos en la Tabla 36.

Tabla 36: Valores de delta tabular y teórico de la distribución de frecuencias

	D Teórico	D Tabular
Distribución Normal	0,1052	0,2074
Log, Normal	0,0823	0,2074
Gumbel	0,0622	0,2074
Gamma 2 parámetros	0,0433	0,2074
Gamma 3 parámetros	0,04989	0,2074
Log Pearson Tipo III	No se ajusta	No se ajusta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Precipitación máxima 24 horas para diferentes periodos de retorno – distribución gamma de 2 parámetros

T (años)	Gamma 2 parámetros
500	46,79
100	37,9
50	33,89
25	29,75
10	23,99
5	19,28
2	12,04

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de duraciones de tormentas menores a una hora, o cuando no se cuenta con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke, que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas, mediante la siguiente expresión:

$$P_d = P_{24h} * \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \dots (5)$$

Donde:

Pd = Precipitación Total (mm)

d = Duración en minutos

P24h = Precipitación máxima en 24 horas

La precipitación máxima para una duración de 6 horas es el valor con el cual se va a realizar el cálculo del caudal máximo.

Tabla 38: Precipitaciones Máximas para distintas duraciones de tormentas (mm)

T	PPmax 24horas	Duración en minutos								
		5	10	15	30	60	120	180	240	360
500	46,79	11,36	13,51	14,95	17,78	21,14	25,14	27,82	29,90	33,09
100	37,9	9,20	10,94	12,11	14,40	17,12	20,36	22,54	24,22	26,80
50	33,89	8,23	9,78	10,83	12,88	15,31	18,21	20,15	21,65	23,96
25	29,75	7,22	8,59	9,50	11,30	13,44	15,98	17,69	19,01	21,04
10	23,99	5,82	6,93	7,66	9,11	10,84	12,89	14,26	15,33	16,96
5	19,28	4,68	5,57	6,16	7,32	8,71	10,36	11,46	12,32	13,63
2	12,04	2,92	3,48	3,85	4,57	5,44	6,47	7,16	7,69	8,51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Intensidades en mm/h para distintas duraciones de tormentas

Periodo de retorno (T)	PPmax 24h	Duración en minutos								
		5	10	15	30	60	120	180	240	360
500	46,79	136,0	81,0	59,8	35,6	21,1	12,6	9,27	7,47	5,51
100	37,9	110,0	65,6	48,4	28,8	17,1	10,2	7,51	6,05	4,47
50	33,89	98,7	58,7	43,3	25,8	15,3	9,1	6,72	5,41	3,99
25	29,75	86,7	51,5	38,0	22,6	13,4	7,99	5,9	4,75	3,51
10	23,99	69,9	41,6	30,7	18,2	10,8	6,44	4,75	3,83	2,83
5	19,28	56,2	33,4	24,6	14,6	8,71	5,18	3,82	3,08	2,27
2	12,04	35,1	20,9	15,4	9,15	5,44	3,23	2,39	1,92	1,42

Fuente: Elaboración propia

La intensidad-duración-frecuencia está relacionada mediante la siguiente función matemática:

$$I = 122.74 \frac{T^{0.234}}{t^{0.750}} \dots (6)$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/hr)

T = período de retorno en años

t= duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Las descargas de máxima avenida para diferentes periodos de retorno, se ha determinado en base a las intensidades máximas de precipitación y a las características de la cuenca, recurriéndose al Método Racional, dado que las áreas de las microcuencas de estudio son pequeñas.

Método Racional

La fórmula racional fue desarrollada por Mulvaney en Irlanda (1847) para fines urbanos; posteriormente Ramser (1927) la adaptó para vertientes rurales, siendo mejorada por el Soil Conservation Service en 1947 (S.C.S.) la descarga máxima es calculada según la ecuación:

La descarga máxima instantánea ha sido determinada sobre la base de la intensidad máxima de precipitación y según la relación:

$$Q = \frac{CIA}{360} \dots (7)$$

Dónde:

Q = Descarga pico en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora.

A = Área de cuenca en ha.

Para efectos de la aplicabilidad de esta fórmula el coeficiente de escorrentía "C" y las intensidades varían de acuerdo a las características geomorfológicas de la

zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

Según Collas (2009), estima el coeficiente de escorrentía $C=0.343$ para las quebradas de Borogueña. Aplicando el Método Racional, con un coeficiente de escurrimiento, se tienen las descargas descarga máximas, tal como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40: Caudales de máxima avenida Borogueña (m^3/s)

Quebrada	tc Kirpich		Periodo de retorno (año)						
	hr	Min	500	100	50	25	10	5	2
Tanpuni	0,09	5,21	3,49	2,39	2,04	1,73	1,40	1,19	0,96
Limache	0,02	1,30	0,56	0,38	0,33	0,28	0,22	0,19	0,15
San Bartolomé	0,07	3,96	3,23	2,22	1,89	1,60	1,29	1,10	0,89
Uyara	0,02	1,47	0,68	0,47	0,40	0,34	0,27	0,23	0,19
Alta Misa	0,08	4,65	5,64	3,87	3,29	2,80	2,26	1,92	1,55
Llusta Cahua	0,05	3,04	3,44	2,36	2,01	1,71	1,38	1,17	0,95
Huancarani	0,05	2,87	2,33	1,60	1,36	1,16	0,93	0,79	0,64

tc: tiempo de concentración, hr: hora, min: minuto

Fuente: Elaboración propia

3.5. MODELADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE

Para determinar las condiciones de operación se debe modelar la red de distribución existente en el software Epanet 2.0, para lo cual se requiere datos de campo.

3.5.1. PARÁMETROS PARA MODELAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE

3.5.1.1. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

Según la oficina del INEI de Tacna, la población del centro poblado Borogueña es de 348 habitantes, es necesario proyectar la población censada el año 2012 hasta

el año 2015 con la tasa de crecimiento poblacional distrital el cual es negativo, pero para efectos del estudio se considera una tasa de 1% anual.

Sin embargo para tener una aproximación más exacta de la población de la localidad se debe considerar a la población flotante que viven durante todo el año, por diferentes motivos como por trabajo en las instituciones y que radican permanentemente en Borogueña, que representan un 5,1% adicional a la población local, con ello se tiene.

Tabla 41: Población actual total en el área de estudio

Localidad	Población 2012	Población 2015*	Población Flotante**	Población total	Viviendas 2015	Hab/Viv
Borogueña	348	359	19	378	158	2,39
* La población según el INEI 2012 Proyectado con tasa de crec. Pob. Del 1%						
**Población flotante que trabaja y radica en la localidad (5,1% de la población local)						

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA ACTUAL

Se determina el caudal de consumo, teniendo en consideración lo señalado en el reglamento de edificaciones, donde se indica que se considera como mínimo para sistemas con conexiones domiciliarias con una dotación 180 litros/habitantes/día en clima frío, siendo este el clima predominante en el centro poblado de Borogueña.

Por tanto para la población 2015 es de 378 habitantes, con una dotación de 180 litros/habitantes/día se tiene un caudal de diseño de 68 040,00 litros/día equivale a 0,79 lt/s.

Según la Norma Técnica del MINSA, el caudal de máxima demanda diaria será

de $1,30 \times 0,79 = 1,03$ l/s para las viviendas.

Según la norma técnica del MINSA, el caudal de máxima demanda horaria será de $2,00 \times 1,03 = 2,06$ l/s para las viviendas.

La distribución del caudal en cada nodo se efectuara de acuerdo al número de lotes y conexiones domiciliarias (158 lotes), para lo cual el aporte por lote será de 0,013 l/s por lote.

3.5.2. MODELADO LA RED DE DISTRIBUCIÓN EN EPANET 2.0

La distribución de la red de agua potable es de una red ramificada mediante el cual se abastece el servicio de agua potable a las viviendas del centro poblado de Borogueña. Ver el plano S-01: Red de distribución de agua potable existente del C. P. Borogueña.

Se muestran características geométricas de la red de distribución. Tramos, Longitudes, diámetros. se muestran en el Anexo N°01-C: características de la red de distribución (tuberías). Las demandas para los diferentes nodos de consumo está calculado en el anexo 01-B: cálculo de la demanda en los nodos de consumo para año 2015.

Para determinar las condiciones hidráulicos de funcionamiento se empleara el software Epanet 2.0.

3.5.2.1. OPCIONES HIDRÁULICAS EN EPANET 2.0

Configurar las opciones hidráulicas antes de procesar: Unidades de Caudal LPS,

formula de pérdidas Hazen-William (H-W).

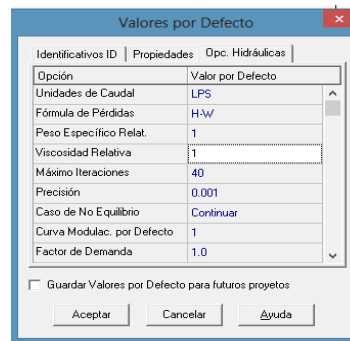


Figura 29: Propiedades opciones hidráulicas, usando Epanet 2.0
Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. PROPIEDADES DE NUDOS Y TUBERÍAS

Introducir en el cuadro de propiedades de la tubería, los parámetros a introducir son: la rugosidad del material PVC (C=150), el diámetro de la tubería en milímetros y la longitud de la tubería (m), a continuación se muestra la tabla de propiedades para una tubería en el esquema de la red de abastecimiento.

Propiedad	Valor
ID Tubería	p21
Nudo Inicial	c1
Nudo Final	2
Descripción	
Etiqueta	
Longitud	33.47
Diámetro	83.4
Rugosidad	150
Coef. Pérdidas Menores	0
Estado Inicial	Abierta
Coef. Reacción en el Medio	
Coef. Reacción en la Pared	
Caudal	Sin Valor
Velocidad	Sin Valor
Pérdida Unitaria	Sin Valor
Factor Fricción	Sin Valor
Velocidad de Reacción	Sin Valor
Calidad	Sin Valor
Estado	Sin Valor

Figura 30: Propiedades de la tubería PVC, usando Epanet 2.0
Fuente: Elaboración propia

Introducir en el cuadro de propiedades de nudo, los parámetros a introducir son: cota en metros, demanda base (l/s), a continuación se muestra la tabla de propiedades para nudo del esquema de la red de abastecimiento.

Propiedad	Valor
*ID Nudo de Caudal	2
Coordenada X	347251.17
Coordenada Y	8085485.14
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	2772.48
Demanda Base	0.0264
Curva Modul. Demanda	
Tipos de Demanda	1
Coefficiente del Emisor	
Calidad Inicial	
Intensidad de la Fuente	
Demanda Actual	Sin Valor
Altura Total	Sin Valor
Presión	Sin Valor
Calidad	Sin Valor

Figura 31: Tabla de propiedades de los nudos, usando Epanet 2.0
Fuente: Elaboración propia

La cota de solera de los depósitos se considerara la cota terreno, porque los reservorios son apoyados de en el terreno

La cota en los nodos de caudal, se considerara la cota terreno menos la profundidad de instalación de las redes de distribución de agua potable.

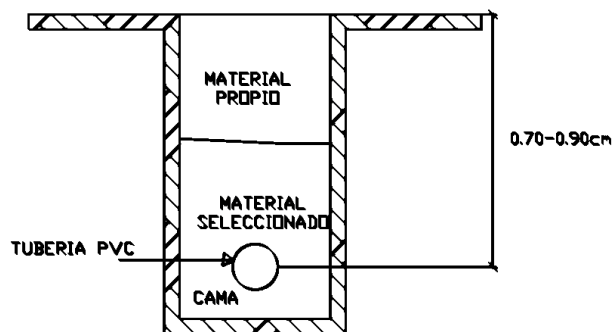


Figura 32: Sección típica de la zanja
Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En la Figura 33 se muestra la nomenclatura de los elementos hidráulicos: Reservorio, cámara rompe presión, tuberías, nodos de consumo

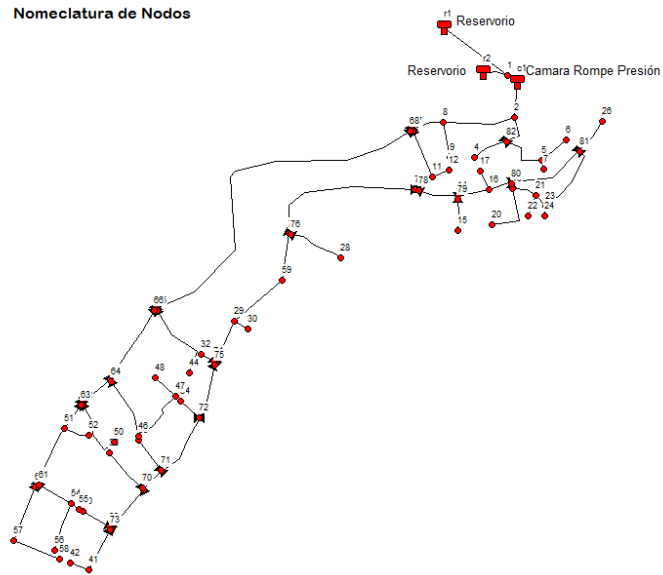


Figura 33: Nomenclatura de los nodos en el modelo hidráulico
Fuente: Elaboración propia usando Epanet 2.0

En la Figura 34 se muestra la nomenclatura del modelo hidráulico: tuberías y válvulas.

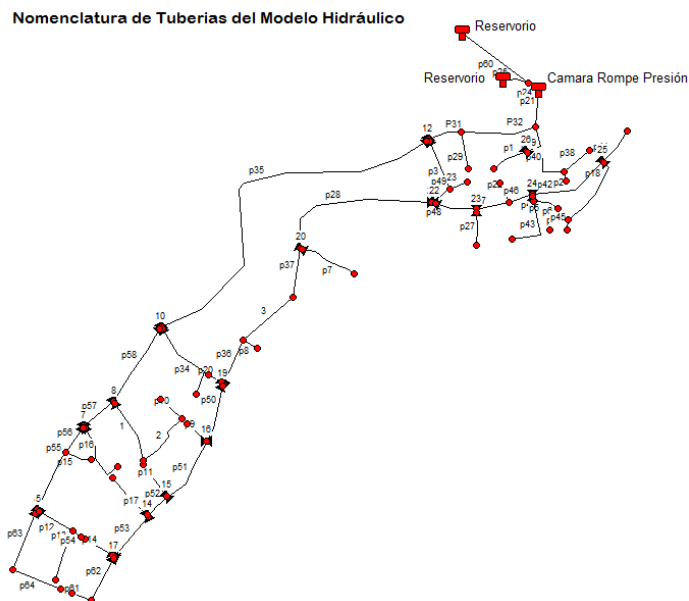


Figura 34: Nomenclatura de las tuberías del modelo hidráulico
Fuente: Elaboración propia usando Epanet 2.0

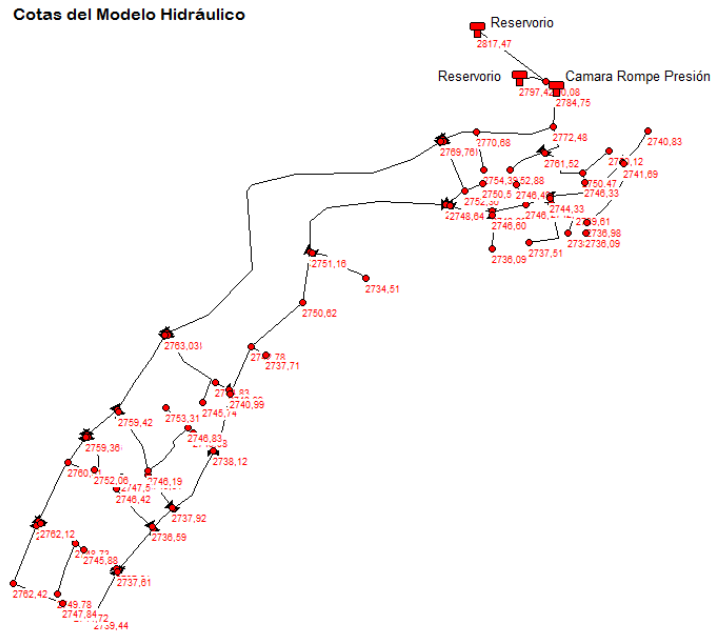


Figura 35: Cotas del modelo hidráulico
Fuente: Elaboración propia usando Epanet 2.0

3.6. ANÁLISIS DE AMENAZAS PRODUCIDAS POR EL HOMBRE Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

3.6.1. AMENAZAS RELACIONADAS CON OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evaluó el funcionamiento de la red de distribución de agua potable del centro poblado Borogueña en el escenario de máxima demanda horaria.

3.6.1.1. VELOCIDAD

La velocidad máxima de la red de distribución en un escenario de máxima demanda horaria es de 0,48 m/s este valor es mucho menor a la velocidad máxima de 5,00 m/s indicado en Norma técnica del MINSA. Las velocidades de 0,48 m/s permiten depósitos y sedimentación en la red de distribución de agua potable.

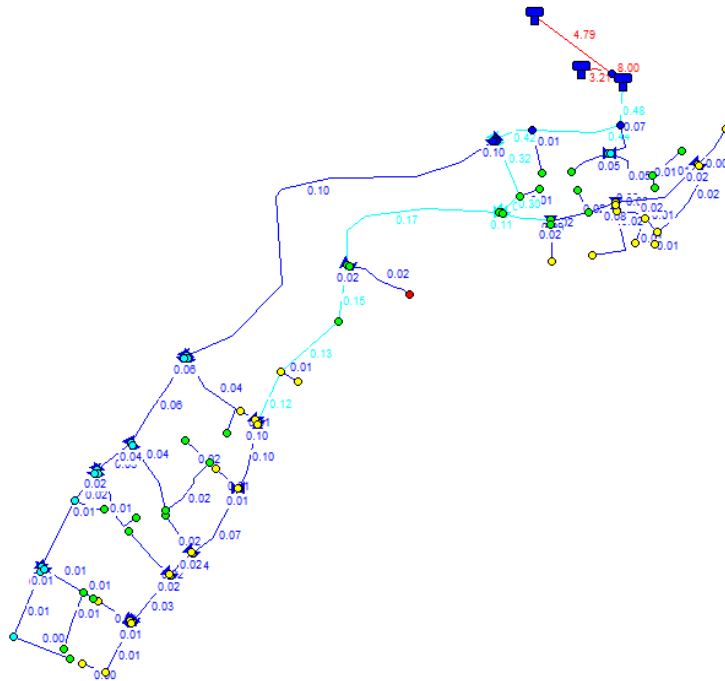


Figura 36: Velocidades de la red de distribución Q_{mdh} 2015
Fuente: Elaboración propia usando Epanet 2.0

3.6.1.2. PRESIÓN

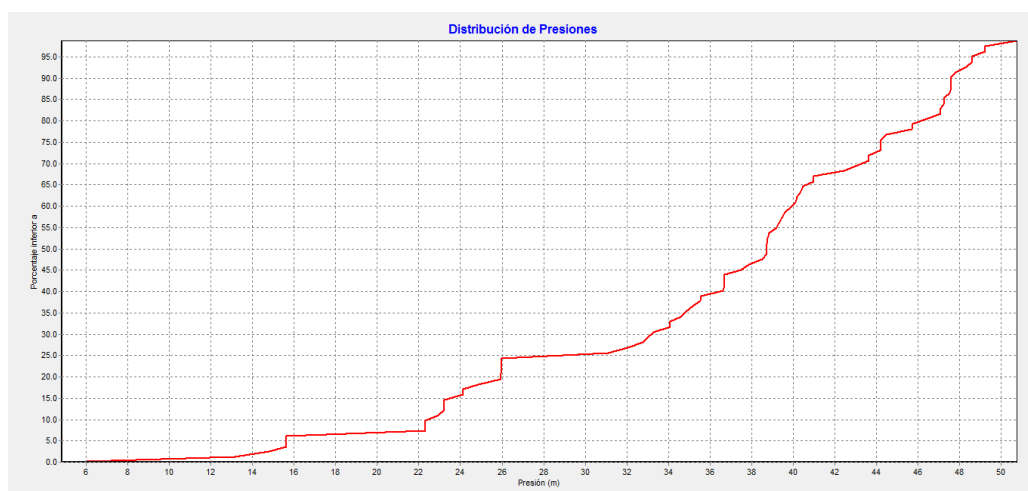


Figura 37: Distribución de presiones de la red de distribución
Fuente: Elaboración propia Epanet 2.0

La presión estática máxima en la red de distribución de agua potable es de 51,24

distribución como se ve en el PLANO S-2 no se ve puntos de consumo menores a la presión mínima de 10 m.c.a, el servicio de agua potable es continuo.

Como se puede ver en la Figura 38 las presiones están entre 13 -15 m.c.a, aparentemente está bien, pero según el plano S-01, las viviendas están ubicadas en una zona de cota mayor que el eje de la red de abastecimiento de agua potable.

3.6.1.4. EXCESO DE PRESIÓN

Como se observa en el plano S-2, el punto 28 de la red de distribución presenta una presión estática mayor a 50 m.c.a, en la Figura 39, se observa que presenta presiones dinámicas mayores a 40 m.c.a.

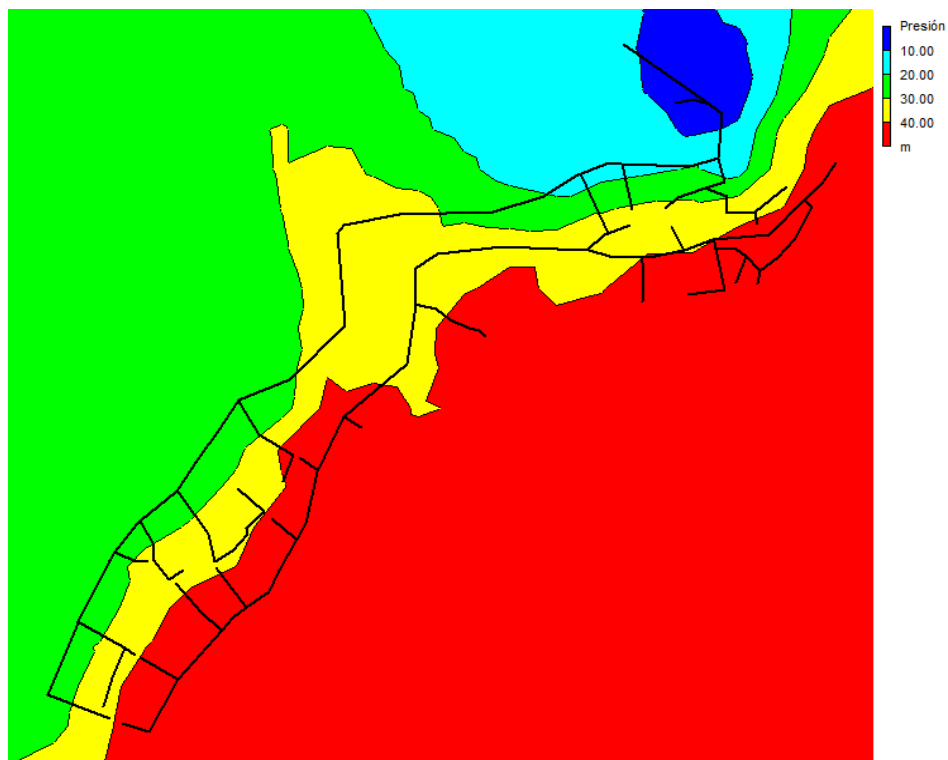


Figura 39: Zona Exceso de Presión Qmdh2015
Fuente: Elaboración propia usando Epanet 2.0

Como se puede ver en la Figura 39, la zona de color rojo es la zona crítica donde se han presentado un constante daño en las redes sanitarias de las viviendas y se presenta continua reparación de los SS HH de I. E. Túpac Amaru II y centro cultural.

Debido a que las conexiones domiciliarias no cuentan con medidor (caudalómetro), los usuarios no se preocupan realizar las reparaciones en el interior de sus domicilios, para evitar estos problemas se recomienda optimizar las presiones dinámicas en la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.

3.6.1.5. GOLPE DE ARIETE

Es la consecuencia de la manipulación de válvulas de sectorización y operación, en la apertura y cerrado, cuando ocurre esto varía bruscamente la velocidad del agua que circula por la red de distribución, se incrementa la presión. Las velocidades de circulación cuando la máxima demanda horaria, se da las velocidades son bajas, el incremento de presión (ΔP) máximo es la de 9,80 m.c.a.

En la Tabla 42, la presión total son menores a 50 m.c.a para mantener un buen funcionamiento y prolongar la operatividad de las válvulas de sectorización se deben realizar con un tiempo de maniobra mayores a 15 s, dan el valor mínimo de maniobra de válvulas de sectorización existente de la red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña. Se recomienda capacitar a los operadores de la red de distribución de agua potable y realizar mantenimiento de las válvulas.

Tabla 42: Presión de golpe de ariete

Válvula	Sobrepresión ΔP [m]	Presión estática D_n	Presión total	Tiempo de Maniobra T_c [s]
4	0,34	22,63	22,97	3,55
5	0,34	22,63	22,97	3,55
6	0,34	25,39	25,73	3,07
7	0,67	25,39	26,06	3,07
8	1,35	25,43	26,78	2,86
9	1,35	21,72	23,07	2,42
10	2,03	21,72	23,75	2,41
11	10,81	14,99	25,80	0,67
12	3,38	14,99	18,37	14,62
13	0,34	47,14	47,48	14,66
14	0,67	48,16	48,83	14,66
15	0,67	46,83	47,50	14,67
16	0,34	46,63	46,97	14,68
17	0,34	47,14	47,48	14,65
18	0,34	43,76	44,10	14,69
19	3,38	43,76	47,14	14,66
20	0,67	33,59	34,26	14,70
21	5,74	36,11	41,85	14,67
22	3,72	36,11	39,83	14,68
23	0,67	38,15	38,82	14,72
24	2,70	40,42	43,12	14,73
25	0,67	43,06	43,73	14,73
26	1,69	23,23	24,92	14,74

Fuente: Elaboración propia

3.6.1.6. ENVEJECIMIENTO DE LA TUBERÍA

La red de distribución de agua potable fue instalada en el año 1990 por primera vez, y se renovado la red de distribución en un 100% en el año 2006, la red de distribución tiene una antigüedad de 10 años, las tuberías de PVC tiene una vida útil de 50 años. (En el año del 2004 fue diseñado para un horizonte de 15 años de vida)

3.6.1.7. MANTENIMIENTO

El comité administrador de servicios de saneamiento Borogueña no cuenta con

personal de mantenimiento, pero la municipalidad distrital de Ilabaya apoya con un personal para la operación y mantenimiento de la captación y conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Borogueña.

La red de distribución de agua potable no presenta plan de operación y mantenimiento, no presenta un plan de purga de la red de distribución agua potable.

3.6.2. AMENAZAS AJENAS A LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Se describe de las amenazas ajenas a la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Falla de construcción

Captación en el río Borogueña sector Tomacucho, Se ha hecho una captación directa en el río Borogueña sin ninguna clase de estudio ni normativa por parte de los pobladores.

Reservorio, El R-2 presenta fisuras y ha sido construido no tomando en cuenta el reglamento nacional de edificaciones.

Red de distribución, En los trabajos de relleno y compactación se ha hecho de manera irregular.

- Contaminación química y/o biológica.

Captación Directa del río Borogueña, cámara rompe presión y reservorio, todas

estas estructuras se encuentran próximas a áreas de cultivo que son fumigadas periódicamente, puede producir enfermedades estomacales e intoxicación de los usuarios.

3.7. VULNERABILIDAD OPERATIVA Y MANTENIMIENTO

Vulnerabilidad operativa son las deficiencias en la prestación de los servicios de la red de distribución de agua potable a los usuarios.

3.7.1. RESILIENCIA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

El índice de resiliencia de la red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña es de 0,98, este valor es mayor a 0,50 esto nos indica que la red de distribución es vulnerable a fugas de agua potable. La zona vulnerable alta a fugas se ubica debajo de la Av. Tacna y Av. Túpac Amaru.

La confiabilidad cinética, las velocidades no están dentro del campo de la norma técnica del MINSA y el RNE Norma OS.050. Las velocidades menores 0,60m/s es vulnerable alta a sedimentación y deposición de partículas que perjudica la calidad del agua abastecida.

3.7.2. ANÁLISIS DEL ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña es de un esquema ramificado y presentan puntos muertos, presenta válvulas de sectorización que permite realizar las reparaciones correspondientes, no presenta válvulas de purga y no se realizado la purga desde su instalación.

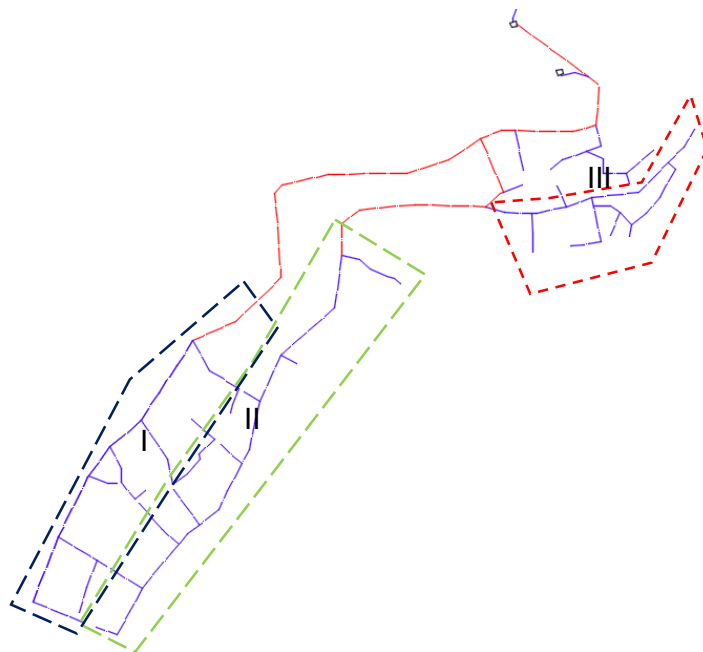


Figura 40: Esquema de la red de distribución de agua potable de C. P. Borogueña
Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la Figura 40, se señala las líneas más importantes porque son las únicas líneas que dependen el abastecimiento de las conexiones de los sectores I, II y III. Se debe de tomar cuenta la importancia en el análisis de los fenómenos naturales y la red de distribución.

En los puntos muertos se presenta deposición y concentración de partículas que perjudican la calidad de agua abastecida, debida a la poca circulación de agua en las redes por ser una red ramificada.

3.7.3. CONECTIVIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La conectividad de la red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña es de 0,96, nos indica que las uniones entre las tuberías son uniforme, ver la Figura 41 donde se aprecian las líneas principales de $\varnothing 3''$ (rojo), y

secundarias de Ø2”(verde). No se presenta pérdidas de carga por cambio de diámetro de las redes de distribución de agua potable.

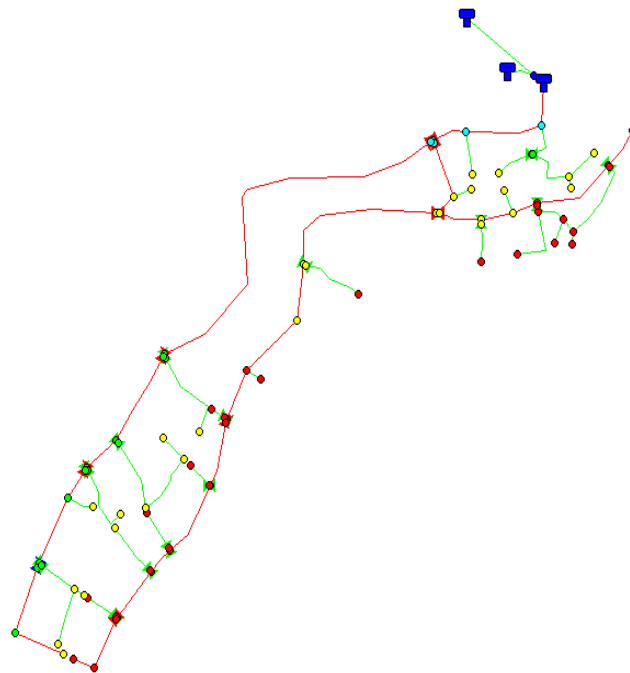


Figura 41: Líneas principales y secundarias de la red de distribución de agua potable
Fuente: Elaboración propia

La vulnerabilidad a mantenimiento es alta porque no se realiza mantenimiento desde su instalación, no presenta plan de mantenimiento, personal de mantenimiento, no presenta válvulas de purga.

3.8. ANÁLISIS DE FENÓMENOS NATURALES Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En la zona de estudio, el cual se basa en el análisis de los aspectos relacionados con las amenazas naturales como son los huaycos, sismos y su impacto en la red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña. En la Figura 42, se muestra la ubicación de la zona de estudio.



Figura 42: Zona de estudio red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña
Fuente: Google Earth, 2015

3.8.1. PELIGRO SÍSMICO

El C. P. Borogueña localizado en el distrito de Ilabaya, según el mapa de peligros sísmicos elaborado por la Presidencia del Consejo de Ministro el año 2003, califica a la zona de estudio como una zona de Peligro Sísmico Muy Alto. La zona de estudio por la frecuencia e intensidad es una zona de peligro sísmico alto.

El factor de amenaza se calcula a partir de características de tipo de suelo, licuación de suelo y la deformación permanente donde se ubica la zona de estudio.

3.8.1.1. CÁLCULO DEL FACTOR DE AMENAZA SÍSMICA

- El factor de tipo de suelo (FTPS=1,5)

Según la zonificación geotécnica, la zona de estudio está asentada en suelos SM-1, de un espesor de 0,50 m y presenta asentada suelo de origen de flujo de lodos

de origen aluvial de un espesor de 5,00m .

- El factor de licuefacción del suelo (FLPS=1,0)

La zona se ubica en suelos bien consolidados, En la zona de estudio no se a presentado licuación de suelos en los sismos anteriores.

- El factor de amenaza por deformación permanente del suelo (FDPS=2,0)

La topografía de la zona de estudio presenta una pendiente promedio de 25 %, se encuentra ubicada en el cauce de las quebradas Limache, San Bartolomé, Uyara, Alta Misa las pendientes de las quebradas esta comprendidas entre 30% a 70%. Las fallas geológicas próximas a la zona de estudio son falla Incapuquio y Micalaco.

Entonces el factor de amenaza sísmica (FAS) será el producto de:

$$FAS=FTPS \times FLPS \times FDPS$$

El FAS es igual a 3, esto nos indica es una amenaza sísmica moderada.

3.8.2. VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según el plano PS-2: Mapa De Máximas Intensidades Sísmicas, la zona de estudio se presentó intensidad máxima IX grados de Mercalli, esto es de acuerdo a la sismicidad histórica.

El sismo del 23 junio del 2001 se presentó una intensidad VI grados de Mercalli según mapa de isosistas sismo 23 de junio 2001 Arequipa (Ocoña), este evento

no presento rotura de tuberías en la red de distribución de agua potable, pero si presento rotura de tuberías en la línea de conducción próximas al quebrada Llusta Cahua, rio Borogueña que dejaron desabastecida de agua potable al C.P. Borogueña.

3.8.2.1. ESTIMACIÓN DE DAÑOS

Se estimara daños para un sismo de VI grados de Mercalli y IX grados de Mercalli el índice básico de daño (IBD) es 0,01 y 4,0 respectivamente según la Figura 3.

Material de tuberías: La red de distribución de agua potable es de PVC, que fue renovado en el año 2006 en su totalidad no requiere un factor por depreciación, según la Tabla 16 el factor de corrección por tipo de material FCM= 1,50

La red de distribución de agua potable tiene una longitud total de 2,85 km líneas principales y secundarias.

El número total de fallas para un sismo de VI gados de Mercalli:

$$2,85 \times 0,01 \times 1,50 = 0,04 \approx 0 \text{ fallas}$$

El número total de fallas para un sismo de IX gados de Mercalli:

$$2,85 \times 4 \times 1,50 = 17,1 \approx 18 \text{ fallas}$$

La vulnerabilidad sísmica de la red de distribución de agua potable en la zona de estudio es de nivel alto, para un sismo severo de IX grados de Mercalli, se espera 18 fallas que serán roturas y desunión de las tuberías que no permitirán el servicio de abastecimiento de agua potable.

Para un sismo de IX grados de Mercalli Modificada se debe considerar los daños probables como movimiento de fundaciones en edificios de mampostería y reservorios, grandes grietas en el suelo, rotura de tuberías de abastecimiento y alcantarillado que puede afectar a los pobladores con servicio de agua potable y por daños al alcantarillado directamente roturas y post evento presencia de enfermedades.

Tabla 43: Impactos de un sismo de gran intensidad sobre otras estructuras de abastecimiento

Componente	Impacto
Captación Tomacuho y Captación Cupine	Destrucción total o parcial de las obras de captación, etc. Agrietamientos e inclinación de estructuras de concreto armado. Variación del caudal de fuentes superficiales debido al bloqueo o desviación de los cursos de agua. Rotura de tuberías que conectan la captación con la línea de conducción.
Línea de conducción	Rotura de las tuberías, Desempalme en las uniones por separación de la tubería, Pérdida de agua y desabastecimiento.
Cruce Aéreo en río Borogueña	Destrucción total del cruce aéreo. Desabastecimiento de agua
Reservorio 2008 (R-1) y Reservorio 1993 (R-2)	Destrucción parcial o total de las estructuras (R-1), destrucción total de (R-2). Presencia de fisuras en los muros del tanque y la cámara de válvulas. Rotura de los empalmes entre las tuberías y las estructuras. Grietas que con el ambiente húmedo corroen las varillas de acero de refuerzo en la estructura. Hundimiento o rotación que afecta a la estructura.
Sistema de alcantarillado	Rotura de tuberías de alcantarillado, rotura de empalmes con Buzones, y destrucción de pozo sépticos y reservorio. Presencia de enfermedades.

Fuente: Elaboración propia

Los sismos afectan a todo el sistema de abastecimiento de agua en conjunto, los impactos potenciales se describen en la Tabla 43 desde la captación a los reservorios y también se describen los impactos en el sistema de alcantarilla del centro poblado de Borogueña.

3.8.2.2. EXPOSIÓN Y FRAGILIDAD ANTE SISMOS

- Grado de exposición: Alta

La zona de estudio se encuentra ubicada en zona que es considerada de silencio sísmico, de un sismo histórico de IX grados de Mercalli sucedido en el año 1868.

La red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña, se encuentra próxima a la falla Incapuquio de carácter regional, y la falla Micalaco.

Próxima a la zona de estudio se encuentran ubicados dos volcanes Yucamani, Tutupaca ubicados en la provincia de Candarave.

La clasificación geotécnica de gravas pobremente graduados, con valores de 1,01 kg/cm² a 2,0 kg/cm² en capacidades de portante, se encuentra sobre suelos conformada por los depósitos de flujos de lodo de origen aluvial. Las laderas del suelo son consolidadas y asentados.

- Grado de Fragilidad: Media

Según la Tabla 16 las tuberías de PVC presentan un índice de daño por tipo de material promedio, las tuberías son relativamente nuevas presentan una antigüedad de 10 años, según la inspección los trabajos de relleno se hicieron de manera irregular, no están según las especificaciones técnicas.

- Grado de resiliencia: Alta

El comité administrador de servicio de saneamiento no dispone de planes de emergencia ni stock de almacén para realizar reparaciones de los daños.

El nivel de vulnerabilidad sísmica es alta según la exposición y fragilidad, es debido a características generales de donde se ubica la zona de estudio.

Tabla 44: Nivel de vulnerabilidad sísmica

		Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Exposición	Alta	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad alta	Vulnerabilidad media
	Media	Vulnerabilidad alta	Vulnerabilidad media	Vulnerabilidad baja
	baja	Vulnerabilidad media	Vulnerabilidad baja	Vulnerabilidad baja

Fuente: Elaboración propia

3.8.3. PELIGRO DE HUAYCO

Según Parillo (2014), el centro poblado menor de Borogueña presenta siete quebradas cercanas a la zona urbana cuyos nombres son Huancarani, Llusta Cahua, Alta Misa, Uyara, San Bartolomé, Limache y Tanpuni.

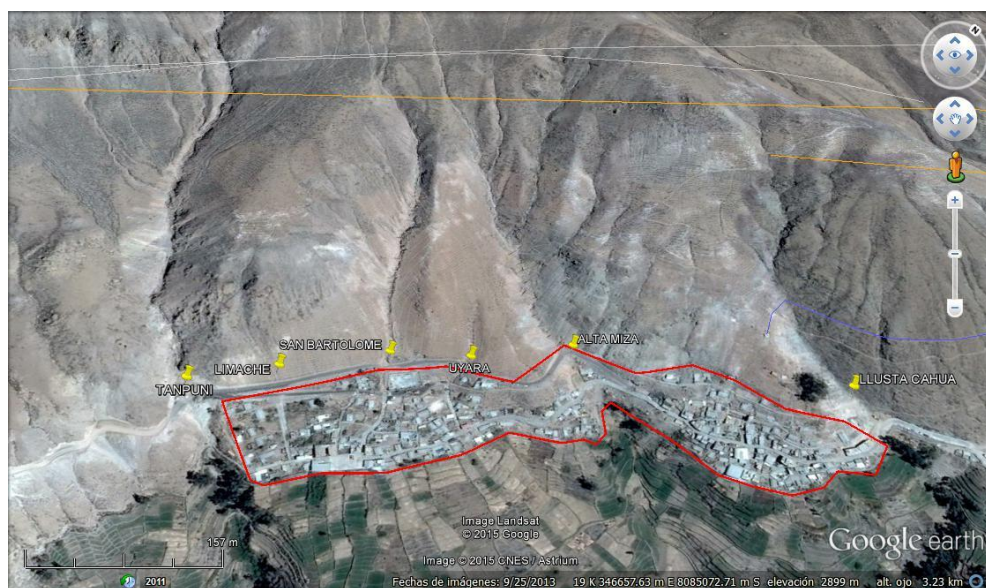


Figura 43: Quebradas donde se presentan huaycos

Fuente: Google Earth, 2015

La red de distribución de agua potable se encuentra en las faldas de un cerro, donde confluyen las quebradas Alta Misa, Uyara, San Bartolomé y Limache, con pendientes variables con un promedio de 50%, favoreciendo avenida de huaycos con gran velocidad y desprendimiento de rocas en caso de humedecimiento de suelos. Y también se presentan las quebradas Huancarani, Llustacahua y Tanpuni próxima al área de estudio que puede afectar a las vías de acceso de la carretera de Cambaya – Borogueña y la trocha para el botadero de residuos sólidos.

3.8.3.1. NIVEL DE PELIGRO A HUAYCOS

Las principales quebradas que afectaría a la red de distribución son: la quebrada Limache, San Bartolomé, Uyara y Alta Misa.

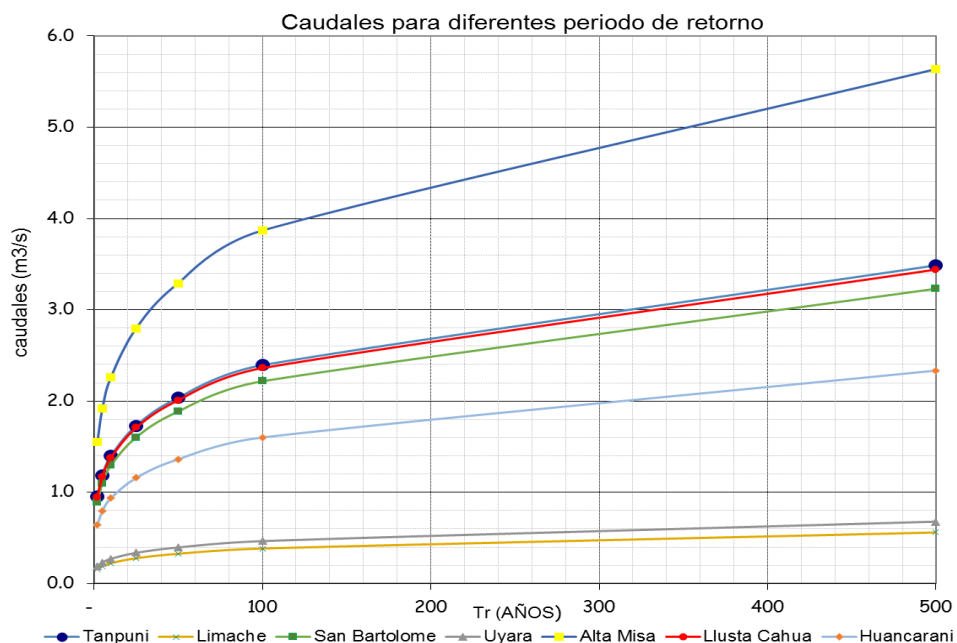


Figura 44: Caudales esperados para periodo de retorno
Fuente: Elaboración propia

Intensidad: como se observa en la Figura 44, los caudales máximas se presenta

en la quebrada Alta Misa, San Bartolomé, Tanpuni y Llusta Cahua.

Periodo de retorno: Según los antecedentes de la zona de estudio se presenta una activación de quebradas por un periodo de retorno de 30 años.

La zona de estudio presenta zonas de peligro Medio, donde se presenta activación de quebradas esporádicamente con bajo tirante en la calle San Juan y 3 de Mayo ubicadas en el cauce de la quebrada Limache y Uyara.

Las zonas de alto peligro a inundación son las calles: San Cipriano, calle san Bartolomé, nueva visión y av. Tacna por encontrarse en el cauce de las quebradas San Bartolomé, Alta Misa.

Tabla 45: Nivel de peligro de las quebradas

Quebrada	Intensidad		Probabilidad de ocurrencia		Nivel de peligro
Limache	Baja	0,38 m ³ /s	Media	30 años	Media
San Bartolomé	Alta	2,22 m ³ /s	Media	30 años	Alta
Uyara	Baja	0,47 m ³ /s	Media	30 años	Media
Alta Misa	Alta	3,87 m ³ /s	Media	30 años	Alta
Llusta Cahua	Alta	2,36 m ³ /s	Media	30 años	Alta
Huancarani	Media	1,60 m ³ /s	Media	30 años	Media
Tanpuni	Alta	2,39 m ³ /s	Media	30 años	Alta

Fuente: Elaboración propia

Las quebradas Llusta Cahua y Huancarani afectarían la única vía de acceso al centro poblado de Borogueña. La quebrada Tanpuni afectaría la carretera. Nueva Visión es el camino trocha que conecta el área urbano con botadero de residuos sólidos del centro poblado Borogueña.

3.8.4. VULNERABILIDAD ANTE HUAYCOS

En la zona de estudio se presenta precipitaciones temporales altas que

incrementan el caudal del río Borogueña y activación de quebradas incidentes a la zona de estudio.

3.8.4.1. ZONAS VULNERABLES

Las zonas con mayor potencial a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, flujos de lodo torrenciales, mal llamados huaycos, derrumbes y caída de bloques) son las áreas que corresponden al centro poblado de Borogueña. Cabe resaltar que, en las zonas correspondiente a la calle san Juan, calle San Cipriano, calle 3 de mayo, la calle san Bartolomé y Av. Tacna en la quebrada Alta Misa, en las inmediaciones del área de estudio, las conexiones domiciliarias fueron afectadas por la ocurrencia de flujos de lodos torrenciales, debido a las lluvias intensas que soporta la zona alto andina de Tacna C. P. Borogueña en los periodos de diciembre-marzo de cada año.



Figura 45: Zonas vulnerables a inundaciones del C. P. Borogueña
Fuente: Google Earth, 2015

Como se ve en la Tabla 40, el caudal que podría presentar en la quebrada San Bartolomé va inundar La calle San Cipriano, se encuentra al pie de la quebrada San Bartolomé la quebrada cuenta con diques de gaviones, la calle es de concreto, no cuenta con sistema de drenaje, que permita la evacuación del huayco que inunda las conexiones de agua potable, alcantarillado y otras infraestructura urbana.



Figura 46: Calle San Cipriano del C. P. Borogueña, se encuentra en el cauce de quebrada San Bartolomé
Fuente: Elaboración propia

La calle San Juan del centro poblado de Borogueña tiene un sistema de evacuación y drenaje un canal en el centro de la vía.



Figura 47: Calle San Juan del C. P. Borogueña
Fuente: Elaboración propia



Figura 48: Calle 3 de Mayo del C. P. Borogueña
Fuente: Elaboración propia



Figura 49: En la quebrada Alta Misa la red distribución de agua potable se encuentra expuesta

Fuente: Elaboración Propia

Efectos e impactos por inundación con relación a la red de distribución de agua potable:

- Rotura de la red de distribución expuesta en la calle Nueva Visión.
- Erosión en los rellenos de las zanjas, debido a una mala compactación, en la calle El Mirador no presenta pavimento.
- Deterioro de las tuberías por asentamiento del suelo como consecuencia de la saturación del suelo.
- Deterioro de las válvulas de control y sectorización de la red de distribución de agua potable.
- Pérdida del alineamiento en las tuberías.

La valorización de daños es la cuantificación físicamente de los probables daños por inundación en las zonas urbanas, luego estos fueron valorizados como pérdida. La valorización se ha realizado en zona urbana (vivienda, vías, servicios públicos y locales sociales), como se ve en la Tabla 46.

Para la simulación hidráulica se utilizaron los datos topográficos, caudales de máximas avenidas quebrada de Borogueña, con las que se determinó los niveles de inundación para los periodos de retorno 25, 50 y 100 años.

En la Figura 50 se observa avenida de huaycos por las diversas quebradas que afectan la infraestructura urbana vías urbanas, redes de agua potable, alcantarillado. Los cuales fueron calculados mediante el Software HEC RASS.

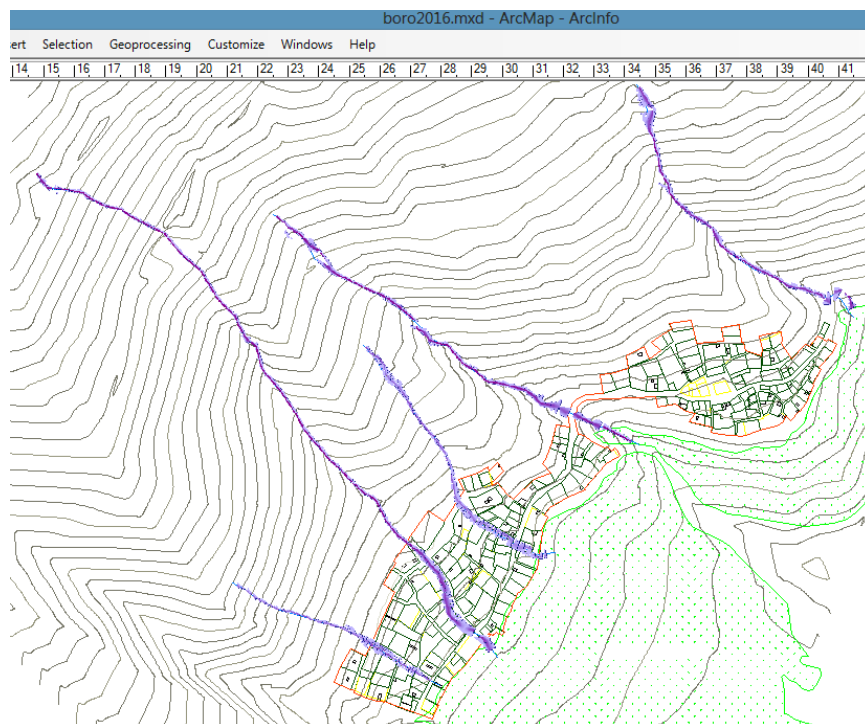


Figura 50: Zonas inundables ante avenida de huaycos para un periodo de retorno de 100 años.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Valorización de daños por inundación de huaycos dentro del área urbana del C.P. Borogueña

Descripción	Und	Valor U.	Q. San Bartolome		Q. Limache		Q. Uyara		Q. Alta Misa		Val. Total S/.
			Cant.	Val. Daño	Cant.	Val. Daño	Cant.	Val. Daño	Cant.	Val. Daño	
Locales Públicos				1 303 000,00							1 303 000,00
Comedor popular "San Bartolomé"	und	500 000,00	1,00	500 000,00	-	-	-	-	-	-	500 000,00
Polideportivo	und	253 000,00	1,00	253 000,00	-	-	-	-	-	-	253 000,00
Losa Deportiva de I. E.	und	200 000,00	1,00	200 000,00	-	-	-	-	-	-	200 000,00
I. E. "Tupac Amaru"	und	350 000,00	1,00	350 000,00	-	-	-	-	-	-	350 000,00
Viviendas				300 000,00		275 000,00		225 000,00			800 000,00
Viviendas afectadas	und	25 000,00	12,00	300 000,00	11,00	275 000,00	9,00	225 000,00	-	-	800 000,00
Servicios Públicos				88 630,00		75 300,00		79 000,00		29 500,00	272 430,00
Alumbrado Publico	und	9 050,00	4,00	36 200,00	3,00	27 150,00	4,00	36 200,00	2,00	18 100,00	117 650,00
Red agua potable c/ conexiones	ml	225,00	98,00	22 050,00	90,00	20 250,00	80,00	18 000,00	30,00	6 750,00	67 050,00
Red de alcantarillado c/ conex	ml	310,00	98,00	30 380,00	90,00	27 900,00	80,00	24 800,00	15,00	4 650,00	87 730,00
Vias				136 950,00		126 000,00		72 000,00		13 500,00	348 450,00
Vias transito	ml	900,00	98,00	88 200,00	90,00	81 000,00	80,00	72 000,00	15,00	13 500,00	254 700,00
Vereda	ml	250,00	195,00	48 750,00	180,00	45 000,00	-	-	-	-	93 750,00
Total				1 828 580,00		476 300,00		376 000,00		43 000,00	2 723 880,00

Fuente: Elaboración propia

Los daños estimados con relación a la red de distribución nos da una valorización de S/. 67 050,00 (sesenta y siete mil cincuenta), que representa el 2.46% del total de daños valorizados, el total de daños solo contempla estructura urbanas no se valorizo infraestructura agrícola.

Tabla 47: Impacto de precipitaciones sobre estructuras de abastecimiento.

Componente	Impacto
Captación Tomacuho (río Borogueña) y Captación Cupine (manantial).	Las aguas superficiales (contaminadas) ingresan a la cámara húmeda de la captación. Colmatación de los pozos con sedimentos y arenas. Destrucción de las obras de captación ubicadas en el río Borogueña, por impacto de las rocas y escombros que son arrastrados por la avenida y que debilitan la estructura. Pérdida de la fuente de agua por alejamiento del río en la captación por cambio del curso y cauce.
Línea de conducción	Perdida de alineamiento de la tubería. Deterioro de la cámara rompe presión. Asentamiento de los suelos como consecuencia de saturación del suelo.
Reservorio, cámara rompe presión, etc.	Asentamiento de los suelos como consecuencia de saturación por las precipitaciones que se presenta en periodos de lluvia.

Fuente: Elaboración propia

3.8.4.2. NIVEL DE VULNERABILIDAD

Tabla 48: Nivel de exposición y fragilidad

Calle	Exposición	Fragilidad
Calle San Juan	Se encuentra ubicada en el cauce natural de la quebrada Limache. Exposición Media	Las quebradas poseen un presentan obras de reducción de erosión. Las tuberías se encuentran enterradas debajo de un pavimento rígido permite el escurrimiento de agua y lodos. La tubería de PVC resiste deformaciones por asentamiento. Fragilidad Media
Calle San Cipriano	Se encuentra ubicada en el cauce de la Quebrada san Bartolomé. Exposición Alta	
Calle 3 de mayo	Se encuentra ubicada en el cauce de la quebrada Uyara. Exposición Media	
Calle nueva visión	Se encuentra ubicada en el cauce de la quebrada Alta Misa. Exposición Alta	La quebrada presenta Obras de control de erosión. Las tuberías de PVC se encuentran en la superficie de los diques de gaviones. Fragilidad Alta
Av. Tacna	Se encuentra ubicada en el cauce de la quebrada Alta Misa. Exposición Alta	La tubería de PVC se encuentra enterrada en protegido por badén y la tubería soporta deformaciones. Fragilidad Media

Fuente: Elaboración propia

Grado de Resiliencia: ALTA

Los Pobladores del C. P. Borogueña se han recuperada de los desastres anteriores por medio de trabajos comunales para reposición de las diferentes infraestructura son soluciones provisionales, las diferentes entidades locales no disponen del presupuesto para atender emergencias, pero cuenta con el apoyo de la municipalidad distrital Ilabaya.

El nivel de vulnerabilidad es media-alta según la exposición y fragilidad.

Tabla 49: Nivel de vulnerabilidad a huaycos

	Exposición	Fragilidad	Vulnerabilidad
Calle San Juan	Media	Media	Media
Calle San Cipriano	Alta	Media	Alta
Calle 3 de mayo	Media	Media	Media
Calle nueva visión*	Alta	Alta	Alta
Av. Tacna*	Alta	Media	Alta
* Ubicadas en el cauce Alta Misa.			

Fuente: Elaboración propia

Tomando consideración la resiliencia calle San Juan, calle 3 de Mayo, calle San Cipriano y calle Nueva Visión ubicada intersección con la quebrada Alta Misa serán consideradas de Vulnerabilidad Alta con respecto a la infraestructura Urbana que es susceptible a sufrir daños durante los huaycos y post huaycos por presentar cercos de adobe de los predios.

3.8.4.3. CLASIFICACIÓN DE LAS QUEBRADAS SEGÚN RIESGO

Las quebradas principales que pueden afectar la red de distribución de agua potable son la quebrada San Bartolomé y Alta Misa.

Nombre: Quebrada San Bartolomé

Ubicación: C. P. Borogueña, Distrito Ilabaya, provincia Jorge Basadre, Región Tacna.

Área: 18,12 ha (0,18 km²)

Pendiente: 45,10 %

Descripción de Campo: El tipo de suelo es de origen aluvial proveniente de lodos.

Tipo de Estructura afectada: En su recorrido inunda el área urbana del C. P. Borogueña, afectando las vías de tránsito, viviendas, red de alcantarillado, red de agua potable y conexiones domiciliarias de la calle San Cipriano.

De la Tabla 8 se obtiene el peso por localización:

Vertiente del Pacífico-Sur : d

Región Quechua : a

—

ad Localización C

De la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 se obtienen los valores, Una vez reconocida la letra (A, B, C) se le asigna su puntaje correspondiente por medio de la Tabla 12.

Localización : C= 3

Pendiente : B = 3

Área : C = 1

Naturaleza del Suelo : A = 3

Tipo de Infraestructura : D =50

TOTAL = 60

Para este puntaje, según la Tabla 7 a la quebrada San Bartolomé se considera una quebrada de Alto Riesgo, del Tipo I.

Nombre: Quebrada Alta Misa

Ubicación: C. P. Borogueña, Distrito Ilabaya, provincia Jorge Basadre, Región Tacna.

Área: 35,64 ha (0,35 km²)

Pendiente: 44,10%

Descripción de Campo: El tipo de suelo es de origen aluvial proveniente de lodos.

Tipo de Estructura afectada: En su recorrido podría afectar la calle nueva visión y Av. Tacna, la red de distribución de agua potable.

De la Tabla 8 se obtiene el peso por localización:

Vertiente del Pacífico-Sur : d

Región Quechua : a

—

ad Localización C

De la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 se obtienen los otros valores. Una vez reconocida la letra (A, B, C) se le asigna su puntaje correspondiente por medio de la Tabla 12.

Localización	: C= 3
Pendiente	: B = 3
Área	: C = 1
Naturaleza del Suelo	: A = 3
Tipo de Infraestructura	: D =50
Total =	60

Para este puntaje, según la Tabla 7 a la quebrada Alta Misa se considera una quebrada de Alto Riesgo, del Tipo I

Según la metodología propuesto por el Ing. Ada Arancibia para clasificar quebradas según el riesgo para este caso todas las quebradas Serán Clasificados como de alto riesgo por el tipo de Infraestructura vías urbanas del centro poblado Borogueña.

3.8.5. VULNERABILIDAD A DESLIZAMIENTO

El área urbana se ubica a las faldas de cerros con pendiente pronunciadas asociada a humedecimiento por precipitaciones favorece el deslizamiento de rocas y taludes.

Después del evento sísmico se presenta deslizamiento de talud y rocas como se presentó en el sismo del 23 de junio de 2001, se presentó caída y deslizamiento de rocas y pequeños deslizamiento de taludes en la vía de la Av. Tacna del centro poblado Borogueña.

La zona urbana del centro poblado Borogueña cuenta con terrazas de formación lenta, tipo de andenería, para reducir el deslizamiento rocas después de eventos sísmicos y durante precipitaciones, estos sistema de terrazas debe llevar un monitoreo después de cada evento sísmico, y después de periodo de lluvias, se debe realizar La inspección, reposición del sistema de andenería existente llegar hasta la reforestación.

3.8.5.1. IMPACTO DE DESLIZAMIENTO DE ROCAS Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución de agua potable del centro poblado de Borogueña se encuentra expuesto en la calle Nueva Visión debido a esto es vulnerable a rotura de la tubería por impacto a deslizamiento de rocas, por encontrarse la tubería expuesta a la intemperie se reduce la resistencia.

Desabastecimiento de agua a la población, como se puede ver en la Figura 52, si la red de distribución de agua potable en la calle Nueva Visión expuesta sufre algún daño, interrumpiría el servicio continuo en un 30% de los usuarios, por ser la línea principal que abastece agua potable a los domicilios ubicados en el barrio San Bartolomé.



Figura 51: Red de distribución de agua potable expuesta en la vía Nueva Visión próxima a la quebrada Alta Misa.
Fuente: Elaboración propia

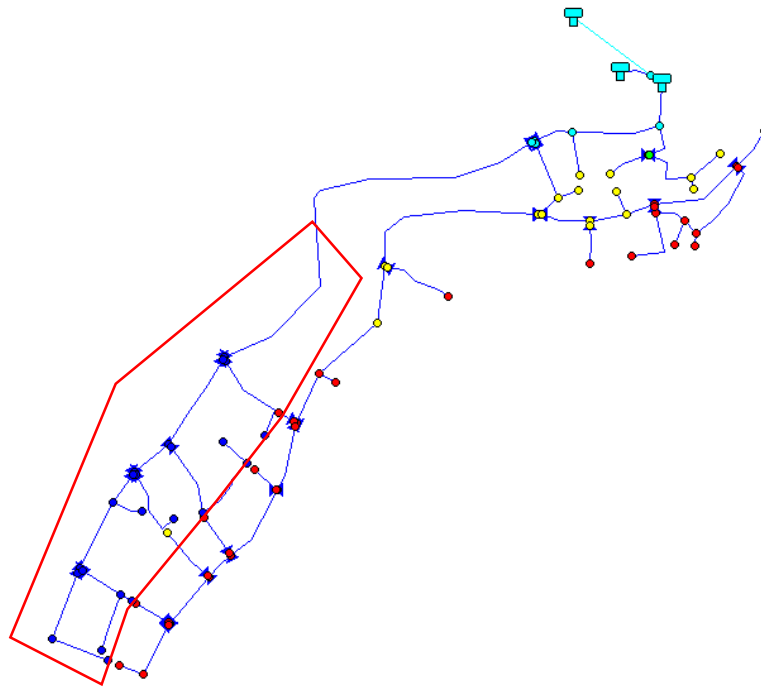


Figura 52: Zona de la red distribución sin servicio sin sufre rotura de la red de distribución en la calle Nueva Visión.
Fuente: Elaboración propia

3.8.5.2. VULNERABILIDAD A DESLIZAMIENTO DE ROCAS

Grado de Exposición ALTA

La red de distribución de agua potable se encuentra expuesto en la calle Nueva Visión, como se ve en la Figura 51, se observa desprendimiento de rocas.

Grado de Fragilidad: ALTA

La red de distribución de agua potable son tuberías de PVC a la intemperie reduce su resistencia y durabilidad.

Grado de Resiliencia: ALTA

El comité administrador de servicio de saneamiento no cuenta con stock de materiales para realizar reparaciones de la red de distribución.

En conclusión la red de distribución de agua potable expuesta en la calle nueva visión como se ve en la Figura 51, es altamente vulnerable ante deslizamiento de rocas.

3.9. RIESGO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El riesgo a sufrir daños en las instalaciones sanitarias de las viviendas es alto en la zona ubicada debajo de la av. Tacna porque la red de distribución presenta presiones estática mayores a 50 m.c.a, la red distribución no ha presentado daños por ser relativamente nuevo. El riesgo a presentar sedimentación en la red de distribución es alto por presentar velocidades menores de 0,60 m/s y no presentar plan de purga para hacer mantenimiento de la red de distribución de agua potable.

El riesgo alto a sufrir daño por inundación; las calles que están expuestas a la quebradas San Bartolomé afectaría a la calle San Cipriano y la quebrada Alta Misa dañaría a la red de distribución instalada de la calle nueva visión dejando desabastecida a un sector de los pobladores, esta línea no presenta otra alternativa de abastecimiento. El riesgo Medio a sufrir daño por inundación: las quebradas que afectaría a la red de distribución en la calle San Juan y 3 de Mayo por activación de quebradas Limache y Uyara. El riesgo Bajo a sufrir daño por inundación: toda el área urbana del C. P. Borogueña por ubicarse en las faldas de un cerro donde se presenta microcuencas. El riesgo a sufrir daño la Carretera Cambaya –Borogueña es propensa a sufrir daño en la quebrada Llusta Cahua y Huancarani dejando al centro poblado aislado temporalmente; la vía al botadero puede ser interrumpida por la activación de quebrada Tanpuni.

El riesgo a sufrir daño ante un sismo severo de IX grados de Mercalli, es alto por ubicarse en una zona de alta sismicidad y las redes de distribución de agua potable es relativamente nueva y son de pequeño diámetro.

El riesgo es alto por la capacidad de respuesta; del comité administrador de servicio de saneamiento Borogueña, porque no presenta plan de operación y mantenimiento; plan emergencia; La municipalidad del centro poblado Borogueña no presenta maquinaria para rehabilitar los accesos ante un desastre natural.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito fundamental de esta investigación fue realizar el estudio de la vulnerabilidad operativa, sísmica y ante huaycos a la que está expuesta la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.

4.1. MODELADO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Según el plano S-02, se muestran los resultados después simular la red de distribución de agua potable del centro poblado Borogueña existente con el software Epanet 2.0, donde se presenta las condiciones de funcionamiento, para un caudal de máxima demanda horaria para 378 habitantes (año 2015), donde las velocidades son menores 0,48 m/s en toda la red de distribución de agua potable y para el año 2035 (454 habitantes) presenta velocidades menores a 0,56 m/s en ambos escenario las velocidades son menores a 0,60 m/s por lo tanto la red de distribución de agua potable es vulnerable a deposición y sedimentación de partículas en toda la red de tuberías.

La presión dinámica mínima es 13,17 m.c.a esta dentro de la norma técnica del Ministerio de Salud (MINSA) y Reglamento Nacional de Edificaciones RNE O.S. 050, pero hay que tomar en cuenta que las conexiones domiciliarias ubicadas en la calle el Mirador se ubican en cotas superiores por la pendiente natural del

terreno. La presión estática máxima de 51,24 m.c.a. se ubica en la zona más baja del área urbana como indica en el plano S-02, según la norma técnica del MINSA y RNE O.S. 050 nos indica la presión máxima estática es de 50 m.c.a. por lo tanto esta fuera del campo normativo y según la clase de tubería de la red de distribución de agua potable es de C-7.5, la presión de trabajo es de 50 m.c.a. y la presión de prueba es de 75 m.c.a.

La presión dinámica máxima es de 50 y 75 m.c.a. esta presión es mayor a la presión de trabajo de tuberías de PVC clase C-7.5 es de 50 m.c.a., la presión dinámica máxima recomendada es de 30 m.c.a. para evitar fugas de agua, esto nos indica que la zona debajo de la avenida Tacna y Túpac Amaru es vulnerable a fugas y daños en las instalaciones sanitarias de las viviendas, esto se debe principalmente las condiciones topográficas del área urbana.

La presión máxima por golpe de ariete es de 48,83 m.c.a. que se presenta al manipular las válvulas de sectorización esta presión máxima es menor a la presión de trabajo de las tuberías de 50 m.c.a., un tiempo recomendado para evitar daños las válvulas deben ser manipuladas en un tiempo de 15 s .

Todas estas condiciones se mantienen debido al desconocimiento de las personas encargadas de la operación y mantenimiento de la red de distribución de agua potable y además por falta de interés de los usuarios.

4.2. DE LA VULNERABILIDAD ANTE HUAYCOS

Según el estudio geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de

Borogueña (2008), en el caso de las quebradas incidentes al poblado de Borogueña la acción de los huaycos o debris flow que se producen en años húmedos pueden causar destrozos en su área de influencia por lo tanto se le puede calificar como de susceptibilidad de peligro alta y vulnerabilidad media por lo que el riesgo es de nivel medio.

La peligrosidad según intensidad y probabilidad de ocurrencia las quebradas: Limache, Uyara y Huancarani es de un nivel de peligro medio, y la quebrada San Bartolomé, Alta Misa y Llusta Cahua son de un nivel de peligro alto. Debido a que los caudales de la quebrada Limache, San Bartolomé, Uyara, Alta Misa, Llusta Cahua. Huancarani y Tanpuni presenta intensidades de $0,38 \text{ m/s}^3$, $2,22 \text{ m/s}^3$, $0,47 \text{ m/s}^3$, $3,87 \text{ m/s}^3$, $2,36 \text{ m/s}^3$, $1,60 \text{ m/s}^3$ y $2,39 \text{ m/s}^3$ respectivamente para un periodo de retorno de 100 años.

Según el plano MP-02: Vulnerabilidad a inundación por huaycos, se indican que las áreas que se ubican en el cauce de las quebradas San Cipriano y Alta Misa son de Alta vulnerabilidad, el cauce de la quebrada Limache y Uyara son de vulnerabilidad Media en la Tabla 49 se indican calles vulnerables según la fragilidad y exposición. Esto es debido a la geomorfología de la zona de estudio, presenta cárcavas o quebradas incidentes al área urbana que se activa en presencia del fenómeno de El Niño aunque presenta sistema de protección diques en el cauce de las quebradas (Plano P-6), tiene la función de reducir los efectos de la erosión y traslado de lodos en las cárcava pero no reduce los efectos de daños en el área urbana y en la red de distribución de agua potable.

La determinación del nivel de riesgo método propuesto por la Ing. Ada Arancibia la clasificación de riesgo, las quebradas da de riesgo alto debido a que está en función de su Localización, Pendiente, Área, naturaleza pero no influye la intensidad de los caudales y/o precipitación que es un factor relevante.

4.3. DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA

Según el plano MP-3: Vulnerabilidad Sísmica, la red de distribución de agua potable se ubica en una zona de factor de amenaza sísmica a partir del tipo de suelo, licuación de suelos y la deformación de suelos permanente presentan factor de amenaza sísmica moderada y baja, la zonificación de suelos se obtuvo a partir de estudios existentes, la zonificación geológica y geotécnica en todo el área urbano presenta característica similares, las condiciones topográficas, la red de distribución de PVC, tiene una antigüedad de 10 años y son de pequeño diámetro (\varnothing 2" y \varnothing 3").

El centro poblado de Borogueña se ubica en zona de alta probabilidad de ocurrencia de un sismo severo de IX grados de Mercalli por ubicarse en zona de alta actividad sísmica, tomando en consideración la intensidad histórica se ubica en una zona de vulnerabilidad sísmica es alta.

La zona con factor de amenaza sísmica alta se ubica fuera de la red de distribución de agua potable del C. P. Borogueña, debido a que presenta zonas de áreas agrícolas que son suelos saturados y relacionados con la pendiente accidentada.

La vulnerabilidad sísmica es alta según la exposición y fragilidad de la red de

distribución de agua potable según las características geológicas se presentan fallas Incapuquio, geotécnicamente se ubica en suelos con capacidad portante de 1,02 kg/cm² a 2 kg/cm² y las redes de distribución de agua potable son de material de PVC tienen una antigüedad de 10 años.

4.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Proteger la red de distribución de agua potable para prolongar su funcionamiento y soportar impactos de los fenómenos naturales.

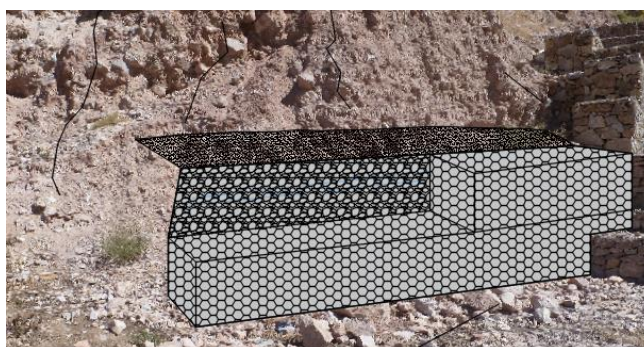


Figura 53: Protección a la red de distribución en la calle Nueva Visión
Fuente: Elaboración propia

- Proteger la cámara rompe presión, proteger con pintura anticorrosiva válvulas de control, sectorización y otros elementos metálicos.
- Estabilización de taludes en la vía nueva visión, cambiar las redes expuestas con tuberías HDP y cambiar al eje de la red de distribución.
- Implementar un plan de purgado de la red de distribución de agua potable.
- Instalación de diques de gaviones para evitar la erosión de los huaycos en la quebrada Alta Misa. Aumentar el nivel de los diques con pirca y relleno con material seleccionado.

A continuación se muestra serie de estudios que se debe llevar a cabo para reducir la vulnerabilidad de la red de distribución de agua potable.

Tabla 50: Estudios para reducción de vulnerabilidad

Ítem	Capacitación / Estudio	Descripción	Valor Referencial
01.00	CAPACITACIÓN ADMINISTRACIÓN		
01.01	Capacitación en la gestión de los servicios de agua y saneamiento rural.	Capacitación a los miembros de la entidad administradora y personal técnico, en los temas de Gestión, Operación y Mantenimiento de los servicios de agua potable, y a los usuarios del servicio de abastecimiento.	12 000,00
02.00	MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN		
02.01	Elaborar un plan de mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Borogueña	Elaborar procedimiento y recomendaciones para el JASS, organice las actividades de operación para la rehabilitación.	12 000,00
02.02	Elaborar un plan maestro de optimización de los sistemas de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Borogueña.	Elaborar un diagnóstico de la situación operacional, diagnóstico de la situación económica – financiera, diagnóstico de la vulnerabilidad de los sistemas. Recomendaciones para mejorar la el funcionamiento de la red de distribución de agua potable a corto plazo instalación de cámara rompe presión y válvulas de purga	12 000,00
03.00	CAPACITACIÓN GESTIÓN DE RIESGOS		
03.01	Capacitación especializada en el uso de instrumentos de ordenamiento y gestión territorial.	Capacitación a las autoridades y los pobladores, en gestión de riesgo y desastres naturales.	12 000,00
03.02	Capacitación en temas de actuación en estados de emergencia ante fenómenos naturales y desastres.		12 000,00

Continúa Tabla 50...

...Sigue Tabla 50

Ítem	Capacitación / Estudio	Descripción	Valor Referencial
04.00	ACTIVIDAD U OBRA		
04.01	Elaborar un plan de operación y mantenimiento del sistema de protección.	Elaborar un plan de operación y mantenimiento del sistema de protección ante avenidas existente, diques y terrazas de formación lenta, Los diques instaladas en las quebradas para prevención de flujos de debe ser limpiados, llevar un control del estado de los diques.	25 000,00
04.02	Estudio instalación de cobertura vegetal en las terrazas existentes.	Realizar un estudio técnico por un ingeniero forestal, quien debe indicar la viabilidad de dar mayor estabilidad a los suelos mediante la reforestación en las terrazas existentes, donde debe detallar el modo de plantación, forma de obtención de cultivo, antecedentes de uso de este cultivo. Previa evaluación de la estabilidad de las terrazas existentes en la zona de estudio.	Estudio: 25 000,00 Ejecución: 300 000,00
04.03	Estudio de Diseño de un sistema de Drenaje en el centro poblado Borogueña.	Elaborar un diseño integral de un sistema de drenaje debe detallar las infraestructuras necesarias para evacuar los caudales de máximas avenidas, e incluir un plan de mantenimiento.	Estudio: 25 000,00 Ejecución: 400 000,00
04.04	Elaborar planes de emergencia para atender sismos y huaycos.	Los planes deben diseñarse para atender las emergencias y desastres con recursos disponibles de la entidad administradora, como si el impacto de la amenaza se presentara en el momento. En este sentido no debe ser un plan ideal, sino realista.	25 000,00
04.05	Estudio de mejoramiento de diques de protección en quebradas incidentes al área urbano	Se debe evaluar la instalación de colchón disipador en los diques con la finalidad de reducir los efectos los efectos de caída de los vertederos de agua en las quebradas principales San Bartolomé y Alta Misa.	Estudio: 25 000,00 Ejecución: 500 000,00
Presupuesto total (S/.)			1 385 000,00

Fuente: Elaboración propia

Las entidades involucradas partiendo de iniciativa de la comunidad de Borogueña, buscar alternativas de financiamiento como de ONGs, Tesoro Público, Southern Perú Cooper Corporation y Cooperación Internacional, para realizar la

capacitación y elaboración de los estudios descritos en la Tabla 50.

4.4.1. OBRAS DE DRENAJE

Es una de las medidas de mitigación prioritaria implementar para reducir la vulnerabilidad del área urbano del poblado de Borogüeña.

En el cauce de la quebrada San Bartolomé la vía San Cipriano donde se presentaría un caudal de $2,22 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T=100$ años), en la vía tiene una pendiente de 30%, para esta condiciones se debe disipar y se debe instalar rejillas para evitar cuerpos extraños.

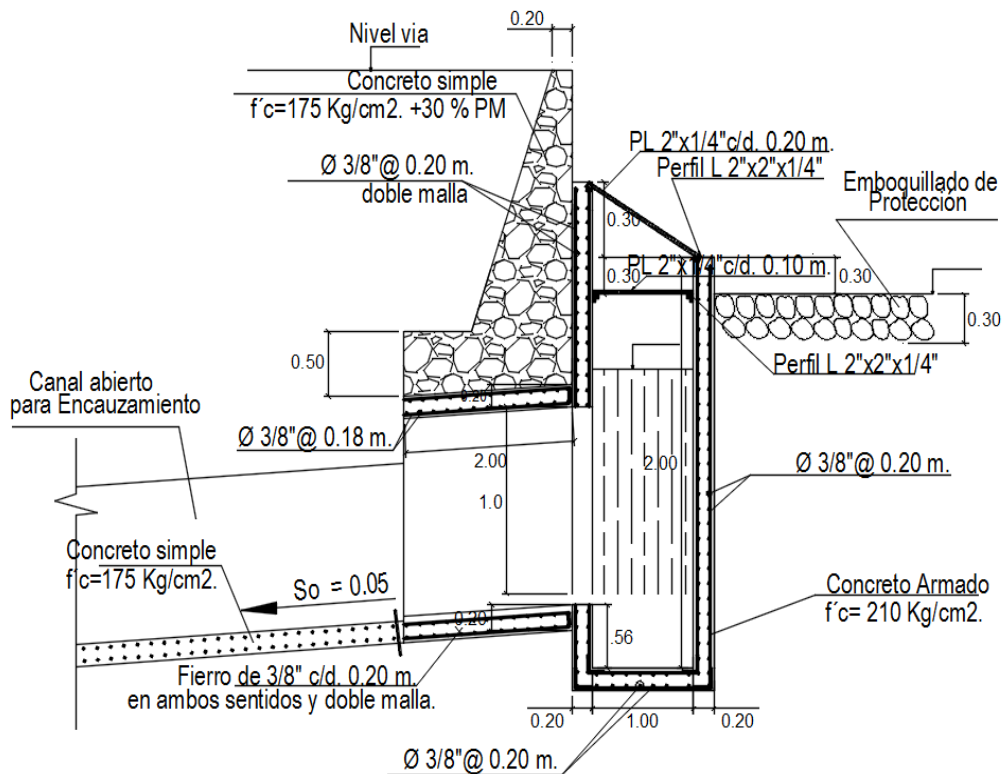


Figura 54: Detalle de captación-drenaje en calle San Cipriano
Fuente: Elaboración propia

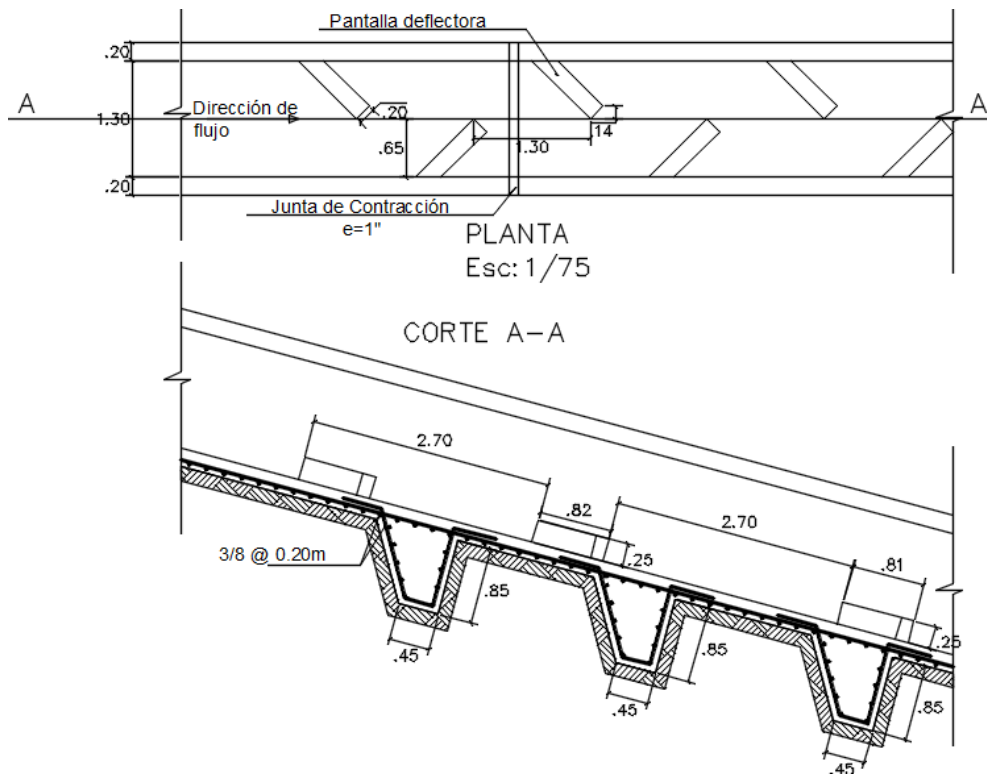


Figura 55: Drenaje de pantalla deflectoras para una pendiente de 30% en la calle San Cipriano
 Fuente: Elaboración propia

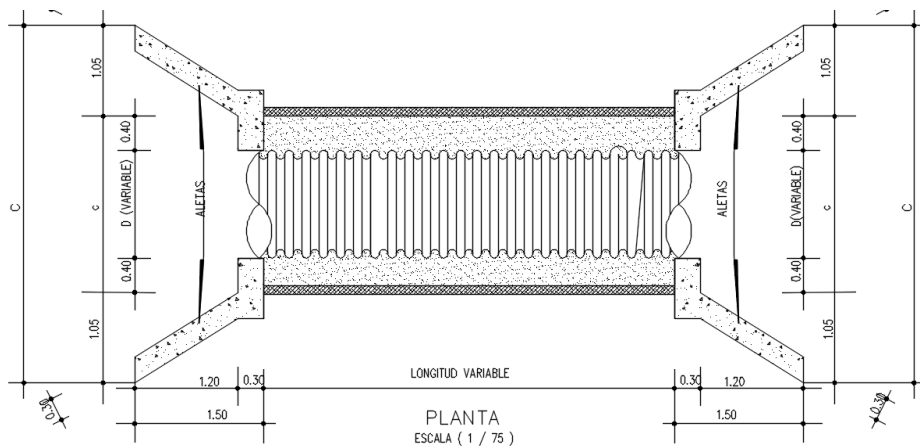


Figura 56: Detalle de alcantarillase debe instalar en la intersección con las vías
 Fuente: Elaboración propia

En las vías de perpendiculares con la las quebradas Tanpuni se debe instalar alcantarilla de \varnothing 60", Alta Misa se debe instalar alcantarilla de \varnothing 72", Llusta Cahua

se debe instalar alcantarilla de $\varnothing 60''$ y Tanpuni se debe instalar alcantarilla $\varnothing 48''$, se debe instalar obras de drenaje alcantarilla de diferentes diámetros según sea el caso. Detalle de la alcantarilla típica como en la Figura 56.

En el cauce de la quebrada Uyara, en la calle 3 de Mayo, un caudal que se presentaría $0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T=100$ años), En la intersección con la vía nueva visión instalar alcantarilla de $30''$, luego realizar una transición por el cambio de pendiente, en la vía tiene una pendiente mayor a 30% se debe instalar alcantarilla TMC $\varnothing 24''$, instalara buzones de inspección cada 50 m .

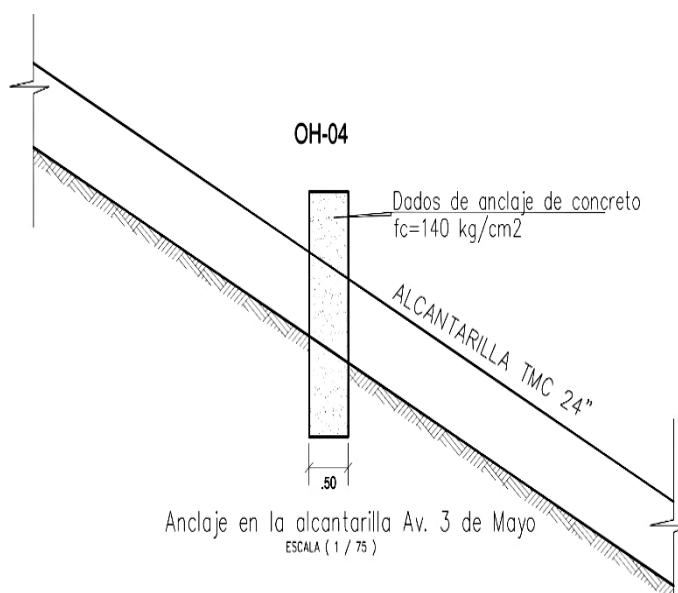


Figura 57: Las líneas de drenaje para la vía 3 de Mayo debe tener dados de anclaje

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Se plantea adicionar elemento de reducción de la presión y válvulas de purga, para mejorar la operación y mantenimiento de la red de distribución.

4.4.2.1. REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN

- Alternativa N° 01: Adicionar una cámara rompe presión, La cámara rompe presión reduce la presión hidráulica a cero, es una cámara de concreto armado, con tapa y accesorios para regulación. Operación y Mantenimiento se debe inspeccionar el buen funcionamiento de la boya de regulación y hacer la limpieza y desinfección de la cámara.

Se recomienda la instalación de una cámara rompe presión, en la calle Cesar Vallejo.

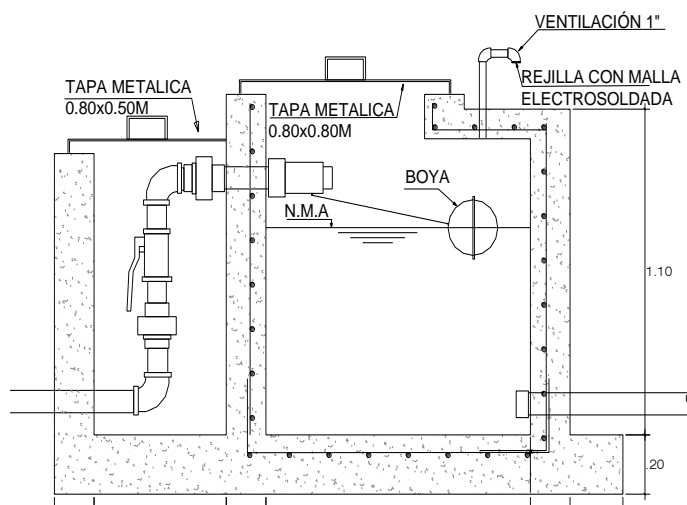


Figura 58: Esquema de una cámara rompe presión
Fuente: Elaboración propia

- Alternativa N°02: Adicionar una válvula reductora de presión

Para la instalación se requiere una cámara c/ tapa, mano técnica calificada para la instalación y calibración. La operación y mantenimiento se requiere mano calificada para la evaluación de la calibración periódicamente para su buen funcionamiento.

4.4.2.2. VÁLVULAS DE PURGA

Las válvulas de purga se colocaran en los puntos bajos y en los puntos muertos de la red de distribución de agua potable. Se recomienda que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

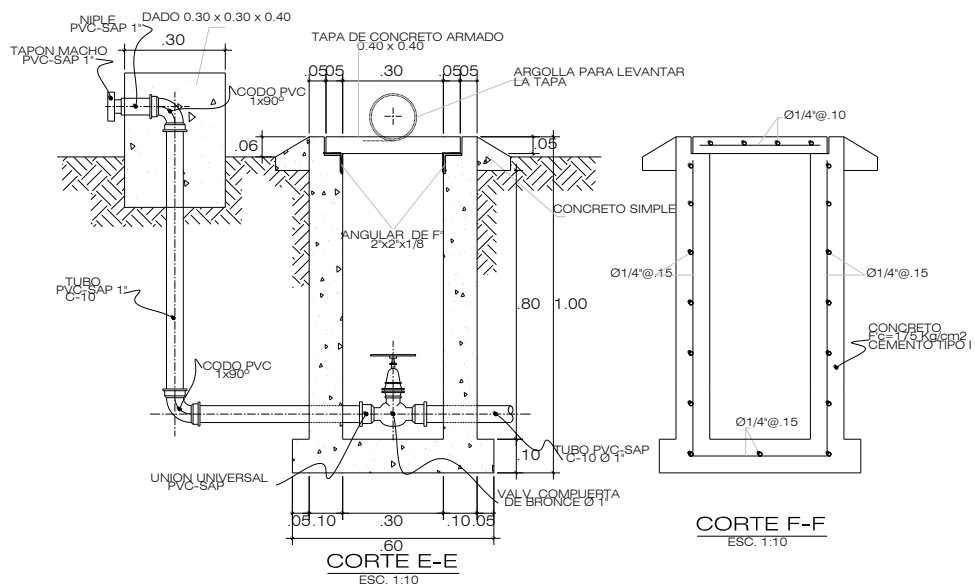


Figura 59: Detalle de la válvula de purga
Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. IMPLEMENTAR UN PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para que el sistema de distribución brinde un servicio adecuado se debe implementar un plan operación y mantenimiento, las cuales debe cumplir con los objetivos de: Limpieza de la red de distribución consiste en "Verificar si las tuberías de la red de distribución están en buen estado, de no ser así repararlas o cambiarlas si es necesario. Controlar que las tapas de las Válvulas de Limpieza y de Presión estén en buen estado, retirar maleza, piedras o desperdicios que puedan afectar las instalaciones" (Molina, Barrios & Cerrón, 2009).

Actividades que se deben de tener en cuenta para la operación y mantenimiento.

- Tanques de concreto para almacenamiento de agua: Limpieza manual y lavado de la estructura; desinfección.
- Cámara rompe presión: Limpieza y lavado de la estructura; desinfección; verificación de la boya de regulación.
- Redes de agua potable (tuberías): Recorrido de para la inspección detectar fugas; Purga de la red de distribución.

En el Anexo N° 4, se presenta una propuesta para la operación y mantenimiento del sistema de distribución de agua potable de la localidad de Borogueña.

Se presenta una propuesta de un presupuesto anual para que el Comité Administrador de Servicio Saneamiento CASS-Borogueña, para mejorar la administración, operación y mantenimiento de la red del servicio de agua potable.

Tabla 51: Presupuesto Anual para CASS-Borogueña

Ítem	Descripción	Und	Cant	P.u.	Parcial	Total
1.00	Administración					2 200,00
1.01	Gestión	Glb	1,00	2 000,00	2 000,00	
1.01	Materiales*	Glb	1,00	200,00	200,00	
2.00	Operación y mantenimiento sist. de agua potable					10 182,26
2.01	Personal	Mes	12,00	550,00	6 600,00	
2.02	Materiales reparación **	Glb	1,00	1 000,00	1 000,00	
2.03	Pintura anticorrosiva	Gln	3,00	60,00	180,00	
2.04	Hipoclorito de calcio	Kg	343,18	7,00	2 402,26	
Total de presupuesto anual (s/.)=						12 382,26
*Archivadores, papel y artículos de oficina. **Tubería, accesorio.						

Fuente: Elaboración propia

La cuota familiar anual para 158 conexiones vendría a ser S/ 78,37 (setenta y ocho con 37/100 nuevos soles) y el mensual S/. 6,53 (Seis con 53/100 nuevos soles).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las amenazas potenciales que afectarían a la red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña son un evento sísmico, huaycos y las amenazas relacionadas con la operación de la red de distribución de agua potable.
- El funcionamiento de la red de distribución de agua potable es vulnerable a sedimentación y deposición de partículas en las tuberías por presentar velocidades menores a 0,60 m/s en el escenario de máxima de horaria; Presenta zonas con presiones altas en las redes de distribución de agua potable por las condiciones topográficas, principalmente en las viviendas ubicadas debajo de la avenida Tacna y Túpac Amaru.
- Las zonas vulnerabilidad a inundación por huaycos de la red de distribución de agua potable es de un nivel Alto en la calle San Cipriano y la avenida nueva visión en la quebrada Alta Misa, y de vulnerabilidad Media la calle 3 de Mayo y San Juan, debido a que se ubican en el cauce natural de las quebradas Limache, San Bartolomé, Uyara y Alta Misa.
- La red de distribución de agua potable se ubica en una área de factor de amenaza sísmica Moderada por los factores del tipo de perfil de suelo, la licuación potencial y la deformación permanente del suelo, para una intensidad

sísmica de IX grados de Mercalli se espera 18 fallas en la red de distribución de agua potable de tuberías de PVC. La vulnerabilidad sísmica de la red de distribución de agua potable del C.P. Borogueña es de un nivel Alto según la exposición y la fragilidad.

- La medida de mitigación es proteger la red de distribución de agua potable y como obras complementarias instalar obras de drenaje para evacuar los caudales por activación de las quebradas incidentes al área urbana del centro poblado de Borogueña, mejorar el funcionamiento de la red de distribución de agua potable instalando válvulas de purga e implementar un plan de purgado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Capacitar a la población en temas de operación y mantenimiento de las redes de distribución de agua potable a través de entidades responsables Comité Administrador de Servicio de Saneamiento de Borogueña y Municipalidad Distrital de Ilabaya.
- Organizar a la población como actuar en tiempos de emergencia ante desastres naturales entidades responsables la Municipalidad Distrital de Ilabaya y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- Implementar en el plan de estudios de la escuela profesional de ingeniería civil cursos relacionadas a la vulnerabilidad y prevención de desastres naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros, M., & Rodríguez T., I. (2003). Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento.
- Barriga Gamarra, J. (2005). Estudio para prevención de desastres naturales en el Distrito de Ilabaya y centro poblados. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Ilabaya.
- Barriga Gamarra, J. (2008). Estudio de microzonificación para determinación de riesgos ante desastres naturales y medidas de mitigación en el Anexo de Poquera. Municipalidad Distrital de Ilabaya, Ilabaya.
- Casa de Gobierno. (25 de mayo de 2011). Decreto supremo N° 048-2011-PCM. Decreto supremo que aprueba el reglamento de la Ley N° 29664, que crea el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres (SINAGERD). Lima, Perú.
- Castillo Aedo, J. L., & Alva Hurtado, J. E. (1993). Peligro sísmico en el Perú. Ponencia presentada en el VII Congreso nacional de mecánica de suelos e ingeniería de cimentaciones. Lima, Perú.
- Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED). (2015). Escenario de riesgos ante la temporada de lluvias 2015 – 2016. Lima.
- CEPIS. (1996). Guías para la elaboración del análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. Lima: CEPIS/OPS/OMS.

- CEPIS/OPS/OMS. (1996). Estudio de caso: Terremoto del 22 de abril de 1991 Limón Costa Rica. Lima: OPS/CEPIS/PUB/96.23.
- Cervantes Alarcón, M. (2008). Estudio diagnóstico del sistema de agua potable y alcantarillado de Coraguaya, Vilalaca, Borogueña y Cambaya. Ilabaya: Municipalidad Distrital de Ilabaya.
- Clima: Borogueña. (05 de diciembre de 2015). Obtenido de <http://es.climate-data.org/location/1022148/>
- Collas Chávez, M. (2009). Determinación del caudal de diseño de obras de defensa Borogueña. Municipalidad Distrital de Ilabaya.
- Comisión Nacional del Agua. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento redes de distribución. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cronología de los sismos más fuertes en Perú desde 1970. (25 de septiembre de 2013). La Republica. Recuperado el 2 de Noviembre de 2015, de <http://larepublica.pe/25-09-2013/cronologia-de-los-sismos-mas-fuertes-en-peru-desde-1970>
- Dirección general del observatorio ambiental unidad de estudios territoriales. (2012). Metodología para el análisis de la vulnerabilidad. El Salvador.
- García, E. (2009). Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima.
- Gobierno de Nicaragua - Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales- Programa Sacio Ambiental de Desarrollo Forestal (POSAF II NI-0141). (s.f.). Establecimiento y manejo de plantaciones forestales.

- Gobierno Regional del Cusco & Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). Herramienta para integrar la reducción del riesgo de desastres en proyectos de agua y saneamiento rural. Cusco: Lucero S.A.C.
- INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.
- INDECI. (2011). Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) & Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (15 de agosto de 2015). OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano. Obtenido de <http://www.construccion.org.pe/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Llanque Fráquita, M. H. (2006). Evaluación de análisis y propuesta técnica de solución en un estudio de la vulnerabilidad sísmica de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Tacna. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Lozano Cortijo, O. (2011). Guía metodológica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la planificación del desarrollo. Lima: PREDES.
- Mamani Llano, A. (2013). Estudio de análisis de riesgo de determinación del nivel de riesgo a que están expuestas la zona rural y urbano del Anexo de Vilalaca para el proyecto: Mejoramiento del servicio de agua del sistema de canales laterales de riego en los sectores de Vilalaca y Borogueña. Ilabaya: DIFOP/GIDUR/Municipalidad Distrital de Ilabaya.

- Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental. (2011). Reglamento de la calidad del agua para humano: D.S. N° 031-2010-SA. Lima: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Ministerio de Salud/Dirección General de Salud Ambiental (MINSA/DIGESA). (1994). Norma Técnica- Abastecimiento de agua y saneamiento para poblaciones rurales y urbano marginales. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; PRONASUR; MINDES; FONCODES. (2004). Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales.
- Molina N., A., Barrios, C., & Cerrón, W. (2009). Manual de operación, mantenimiento y desinfección sanitaria del agua y saneamiento rural. Lima.
- Morales Mesa, Y., & Gonzáles Díaz, O. (2001). Análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol. XXII, N°. 4, 46-50.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya. (2007). Mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la localidad de Borogueña, e instalación del sistema de agua potable en la localidad de Vilalaca Distrito de Ilabaya – Jorge Basadre – Tacna. Ilabaya: Municipalidad Distrital de Ilabaya.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya. (2008). Estudio de geodinámica externa de las quebradas incidentes al pueblo de Borogueña. Tacna.
- Municipalidad Distrital de Ilabaya. (2008). Estudio de máximas avenidas de las quebradas existentes en el Pueblo de Borogueña. Ilabaya.

- Municipalidad Distrital de Ilabaya. (2012). Mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable y saneamiento en las localidades de Borogueña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre - Tacna. Ilabaya: DIFOP/GIDUR/MDI.
- NICOLL PERU S.A. (2006). Catálogo de tubos y accesorios PVC - U Presión NTP - ISO 4422. Lima: Nicoll Perú S.A.
- OPS. (1998). Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario: Guías para el análisis de vulnerabilidad. Washington D.C.
- OPS. (2002). Mitigación de desastres en sistemas de agua potable y saneamiento. Lima.
- OPS/OMS. (1998). Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable. Quito.
- Parillo Cahui, Y. A. (2014). Modelamiento hidrológico usando HEC-HMS para proyectar defensas contra avenidas en la Localidad de Borogueña-Tacna. Tesis de Ingeniería Civil, UNJBG, Tacna.
- Pino Ticona, C. A. (2013). Caracterización hidrogeomorfológica de la cuenca del Rio Caplina - Tacna. Tesis de Ingeniería Geológica - Geotecnia, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- PRISMA - G&C Salud y Ambiente SRL. (s.f.). Módulo 1: El fortalecimiento a la JASS en la gestión de los servicios de agua y saneamiento rural.
- Saldarriaga, J. (2007). Hidráulica de tuberías de abastecimiento de agua, redes, riegos. Colombia: Alfa y Omega.

- Saldarriaga, J., Romero, N., & Ochoa, S. (2008). Rehabilitación priorizada de redes de distribución utilizando potencia disipada. XVIII Seminario nacional de hidráulica e hidrología (Sociedad Colombiana de Ingenieros). Bogotá.
- Secretaria de gestión del riesgo de desastres (SGRD). (2014). Plan nacional de gestión del riesgo de desastres PLANAGERD 2014-2021. Lima: Publimagen ABC sac.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2014). El fenómeno El Niño en el Perú. Lima.
- Tavera, H., & Bernal, I. (2005). Distribución especial de áreas de ruptura y lagunas sísmicas en el borde oeste del Perú. Volumen Especial N°6 Alberto Giesecke Matto, 89-102.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (s.f.). Epanet 2 Manual de usuario. (Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos, Trad.) EPA.
- UNJBG – INDECI. (2002). Estudio mapa de peligros de la ciudad de Candarave. Tacna: Convenio Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Instituto Nacional de Defensa Civil.
- Valle, A. P. (2014). Optimización del diseño de redes de distribución de agua potable, usando algoritmos genéticos con tres funciones objetivo. caso: Viñani-Tacna. Tesis de Ingeniería Civil, UNJBG, Tacna.
- WIKIPEDIA. (1 de agosto de 2015). Golpe_de_ariete. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Golpe_de_ariete.

ANEXOS

ANEXO N°01:

CÁLCULOS

ANEXO N°01-A: CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

ANEXO N°01-B: CÁLCULO DE LA DEMANDA EN LOS NODOS DE CONSUMO
PARA EL AÑO 2015

ANEXO N°01-C: CÁLCULO DE PRESIÓN RESIDUAL HAZEN-WILLIAN

ANEXO N°01-D: CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE-TIEMPO DE MANIOBRA
EN LAS VÁLVULAS.

ANEXO N°01-E: CÁLCULO DEL BALANCE ENTRE LA OFERTA-DEMANDA

ANEXO N°01-F: CÁLCULOS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN AGUA
POTABLE PARA EL AÑO 2015

ANEXO 01-A: CÁLCULO DE LA POBLACIÓN

Aritmético

$$Pt = Po * \left(1 + \frac{r}{100} * t\right)$$

Geométrico

$$Pt = Po * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

Población actual en el Área de estudio

Año	Población * 2012	Población ** 2015	Viviendas 2015
Borogueña	348	359	158

* La población según la oficina del INEI 2012 (Consultado en el año 2015)

** La población Proyectado con tasa de crec. Pob. Del 1%

Población actual total en el Área de Estudio

Año	Población 2015	Población* flotante	Población total	Viviendas 2015	Hab/Viv
Borogueña	359	19	378	158	2.39

*Población flotante que trabaja y radica en la localidad (5.1% de la población local)

ANEXO 01-B: CÁLCULO DE LA DEMANDA EN LOS NODOS DE CONSUMO PARA AÑO 2015

Nudo	Este X	Norte Y	Cota	Nº Lotes	Demanda vivienda [l/s]	*Estatal-Social [l/s]	Demanda en nodos Qmdh [l/s]	**Demanda en nodos mas 20% de fugas [l/s]
1	347244.64	8085525.17	2790.08	0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	347251.17	8085485.14	2772.48	2	0.026	0.000	0.026	0.031
3	347242.46	8085463.27	2761.52	3	0.039	0.000	0.039	0.047
4	347213.43	8085448.30	2752.88	1	0.013	0.000	0.013	0.016
5	347276.32	8085445.49	2750.47	4	0.052	0.000	0.052	0.063
6	347298.82	8085464.47	2750.12	2	0.026	0.000	0.026	0.031
7	347278.44	8085436.64	2746.33	2	0.026	0.000	0.026	0.031
8	347183.57	8085480.74	2770.68	3	0.039	0.000	0.039	0.047
9	347190.32	8085447.53	2754.39	1	0.013	0.010	0.023	0.028
10	347154.92	8085474.06	2769.76	3	0.039	0.000	0.039	0.047
11	347173.63	8085429.60	2752.36	4	0.052	0.000	0.052	0.063
12	347189.14	8085435.85	2750.50	1	0.013	0.000	0.013	0.016
13	347159.15	8085417.29	2748.64	7	0.091	0.000	0.091	0.110
14	347197.49	8085411.73	2746.60	6	0.078	0.010	0.088	0.106
15	347197.96	8085379.04	2736.09	3	0.039	0.000	0.039	0.047
16	347226.56	8085417.45	2746.57	2	0.026	0.010	0.036	0.043
17	347218.34	8085434.71	2746.49	2	0.026	0.010	0.036	0.043
18	347247.60	8085425.00	2744.33	3	0.039	0.000	0.039	0.047
19	347248.97	8085418.24	2742.22	5	0.065	0.000	0.065	0.078
20	347229.93	8085384.39	2737.51	3	0.039	0.010	0.049	0.059
21	347270.82	8085412.42	2739.61	2	0.026	0.000	0.026	0.031
22	347263.11	8085393.24	2738.84	1	0.013	0.000	0.013	0.016
23	347280.12	8085402.18	2736.98	4	0.052	0.000	0.052	0.063
24	347278.66	8085392.55	2736.09	1	0.013	0.000	0.013	0.016
25	347311.46	8085454.25	2741.69	4	0.052	0.000	0.052	0.063
26	347333.00	8085481.68	2740.83	0	0.000	0.010	0.010	0.012
27	347039.26	8085376.53	2751.16	4	0.052	0.000	0.052	0.063
28	347087.90	8085353.31	2734.51	3	0.039	0.000	0.039	0.047
29	347033.16	8085332.92	2750.62	6	0.078	0.000	0.078	0.094
30	346988.37	8085294.05	2742.78	3	0.039	0.000	0.039	0.047
31	347001.16	8085286.40	2737.71	2	0.026	0.000	0.026	0.031
32	346970.69	8085255.07	2740.99	6	0.078	0.000	0.078	0.094
33	346957.38	8085263.47	2744.83	1	0.013	0.000	0.013	0.016
34	346955.76	8085203.40	2738.12	7	0.091	0.000	0.091	0.110
35	346938.23	8085219.02	2745.08	1	0.013	0.010	0.023	0.028
36	346920.17	8085152.87	2737.92	5	0.065	0.000	0.065	0.078
37	346898.92	8085182.17	2745.31	3	0.039	0.010	0.049	0.059
38	346903.21	8085136.24	2736.59	1	0.013	0.010	0.023	0.028
39	346870.63	8085170.53	2746.42	3	0.039	0.000	0.039	0.047
40	346872.83	8085099.90	2737.61	5	0.065	0.010	0.075	0.090
41	346846.25	8085115.82	2745.00	1	0.013	0.000	0.013	0.016
42	346852.04	8085060.71	2739.44	3	0.039	0.000	0.039	0.047
43	346834.02	8085067.50	2744.72	1	0.013	0.000	0.013	0.016
44	346914.76	8085306.25	2763.03	5	0.065	0.000	0.065	0.078
45	346946.44	8085245.88	2745.74	7	0.091	0.000	0.091	0.110
46	346872.10	8085239.13	2759.42	4	0.052	0.000	0.052	0.063
47	346898.49	8085186.47	2746.19	4	0.052	0.000	0.052	0.063
48	346932.86	8085223.80	2746.83	0	0.000	0.000	0.000	0.000
49	346913.94	8085240.65	2753.31	3	0.039	0.000	0.039	0.047
50	346845.67	8085217.30	2759.36	2	0.026	0.000	0.026	0.031
51	346875.79	8085180.91	2747.50	2	0.026	0.000	0.026	0.031
52	346828.63	8085193.57	2760.51	0	0.000	0.000	0.000	0.000
53	346851.43	8085187.46	2752.06	2	0.026	0.000	0.026	0.031
54	346802.98	8085142.47	2762.12	1	0.013	0.000	0.013	0.016
55	346835.00	8085122.78	2748.73	0	0.000	0.000	0.000	0.000
56	346842.91	8085117.91	2745.88	1	0.013	0.000	0.013	0.016
57	346820.08	8085079.38	2749.78	1	0.013	0.000	0.013	0.016
58	346781.47	8085088.22	2762.42	2	0.026	0.000	0.026	0.031

*considera palacio municipal, comedor popular, club de madres, IE y otros

** información Base y parámetros del PIP "Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogüeña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre - Tacna"

ANEXO 01-C: CÁLCULO DE PRESIÓN RESIDUAL HAZEN-WILLIAM

Tubería	Tramo		Cota		Longitud [m]	Caudal de Circulación [l/s]	Material		Diámetro interior [mm]	Gradiente	Velocidad [m/s]	hf	Presión	
	nudo 1	nudo 2	nudo 1	nudo 2			Tipo	C					nudo 1	nudo 2
p21	2	c1	2772.48	2784.75	33.47	2.6	pvc	150	83.4	0.00292	0.476	0.098	13.17	1.00
p19	3	2	2761.52	2772.48	31.06	0.19	pvc	150	58.4	0.00013	0.071	0.004	24.13	13.17
p1	3	4	2761.52	2752.88	33.13	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	24.13	32.77
p40	3	5	2761.52	2750.47	47.82	0.13	pvc	150	58.4	0.00006	0.049	0.003	24.13	35.18
p2	5	7	2750.47	2746.33	9.10	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	35.18	39.32
p38	5	6	2750.47	2750.12	29.44	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	35.18	35.52
P32	2	8	2772.48	2770.68	68.31	2.38	pvc	150	83.4	0.00248	0.436	0.169	13.17	14.80
p29	8	9	2770.68	2754.39	33.89	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	14.80	31.09
P31	8	10	2770.68	2769.76	31.30	2.31	pvc	150	83.4	0.00235	0.423	0.073	14.80	15.65
p3	10	11	2769.76	2752.36	48.24	1.72	pvc	150	83.4	0.00136	0.315	0.066	15.65	32.98
p23	11	12	2752.36	2750.50	16.72	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	32.98	34.84
p49	11	13	2752.36	2748.64	19.21	1.65	pvc	150	83.4	0.00126	0.302	0.024	32.98	36.68
p48	13	14	2748.64	2746.60	39.10	0.62	pvc	150	83.4	0.00021	0.113	0.008	36.68	38.71
p27	14	15	2746.60	2736.09	32.75	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.000	38.71	49.22
p47	14	16	2746.60	2746.57	29.69	0.47	pvc	150	83.4	0.00012	0.086	0.004	38.71	38.74
p22	16	17	2746.57	2746.49	19.12	0.04	pvc	150	58.4	0.00001	0.015	0.000	38.74	38.82
p46	16	18	2746.57	2744.33	22.36	0.38	pvc	150	83.4	0.00008	0.070	0.002	38.74	40.98
p42	18	25	2744.33	2741.69	74.53	0.13	pvc	150	83.4	0.00001	0.024	0.001	40.98	43.62
p41	25	26	2741.69	2740.83	35.12	0.01	pvc	150	83.4	0.00000	0.002	0.000	43.62	44.48
p18	25	23	2741.69	2736.98	68.00	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.001	43.62	48.32
p4	18	19	2744.33	2742.22	6.89	0.21	pvc	150	58.4	0.00016	0.078	0.001	40.98	43.09
p43	19	20	2742.22	2737.51	56.29	0.06	pvc	150	58.4	0.00002	0.022	0.001	43.09	47.79
p5	19	21	2742.22	2739.61	23.38	0.07	pvc	150	58.4	0.00002	0.026	0.000	43.09	45.69
p6	21	22	2739.61	2738.84	20.67	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	45.69	46.46
p44	21	23	2739.61	2736.98	13.83	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	45.69	48.32
p45	23	24	2736.98	2736.09	9.74	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	48.32	49.21
p28	27	13	2751.16	2748.64	150.77	0.91	pvc	150	83.4	0.00042	0.167	0.063	34.10	36.68
p7	27	28	2751.16	2734.51	55.13	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.001	34.10	50.75
p37	27	59	2751.16	2750.62	103.30	0.8	pvc	150	83.4	0.00033	0.146	0.034	34.10	34.60
3	59	29	2750.62	2742.78	56.93	0.71	pvc	150	83.4	0.00026	0.130	0.015	34.60	42.43
p8	29	30	2742.78	2737.71	14.90	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	42.43	47.50
p36	29	31	2742.78	2740.99	42.81	0.63	pvc	150	83.4	0.00021	0.115	0.009	42.43	44.21
p20	31	32	2740.99	2744.83	15.73	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	44.21	40.37
p50	31	33	2740.99	2738.12	54.14	0.52	pvc	150	83.4	0.00015	0.095	0.008	44.21	47.07
p9	33	34	2738.12	2745.08	23.48	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	47.07	40.11
p51	33	35	2738.12	2737.92	63.30	0.38	pvc	150	83.4	0.00008	0.070	0.005	47.07	47.27
p11	35	36	2737.92	2745.31	36.20	0.06	pvc	150	58.4	0.00002	0.022	0.001	47.27	39.87
p52	35	37	2737.92	2736.59	23.86	0.24	pvc	150	83.4	0.00004	0.044	0.001	47.27	48.59
p17	37	38	2736.59	2746.42	47.42	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.001	48.59	38.76
p53	37	39	2736.59	2737.61	47.37	0.17	pvc	150	83.4	0.00002	0.031	0.001	48.59	47.57
p14	39	40	2737.61	2745.00	30.99	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	47.57	40.18
p62	41	39	2739.44	2737.61	44.36	0.06	pvc	150	83.4	0.00000	0.011	0.000	45.74	47.57
p61	42	41	2744.72	2739.44	19.26	0.02	pvc	150	83.4	0.00000	0.004	0.000	40.46	45.74
p35	43	10	2763.03	2769.76	345.09	0.53	pvc	150	83.4	0.00015	0.097	0.053	22.33	15.65
p34	44	43	2745.74	2763.03	78.81	0.11	pvc	150	58.4	0.00005	0.041	0.004	39.61	22.33
p58	45	43	2759.42	2763.03	79.56	0.35	pvc	150	83.4	0.00007	0.064	0.006	25.93	22.33
1	45	46	2759.42	2746.19	59.88	0.11	pvc	150	58.4	0.00005	0.041	0.003	25.93	39.16
2	47	46	2746.83	2746.19	52.40	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.001	38.52	39.16
p10	47	48	2746.83	2753.31	25.34	0.05	pvc	150	58.4	0.00001	0.019	0.000	38.52	32.04
p57	49	45	2759.36	2759.42	34.27	0.17	pvc	150	83.4	0.00002	0.031	0.001	25.99	25.93
p16	49	50	2759.36	2747.50	61.55	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	25.99	37.85
p56	51	49	2760.51	2759.36	29.22	0.11	pvc	150	83.4	0.00001	0.020	0.000	24.84	25.99
p15	51	52	2760.51	2752.06	24.20	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	24.84	33.29
p55	53	51	2762.12	2760.51	57.18	0.08	pvc	150	83.4	0.00000	0.015	0.000	23.23	24.84
p12	53	54	2762.12	2748.73	37.59	0.03	pvc	150	58.4	0.00000	0.011	0.000	23.23	36.62
p54	54	55	2748.73	2745.88	9.29	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	36.62	39.47
p13	54	56	2748.73	2749.78	45.94	0.02	pvc	150	58.4	0.00000	0.007	0.000	36.62	35.57
p63	53	57	2762.12	2762.42	58.36	0.03	pvc	150	83.4	0.00000	0.005	0.000	23.23	22.93
p64	57	58	2762.42	2747.84	46.34	0.00	pvc	150	83.4	0.00000	0.000	0.000	22.93	37.51

ANEXO N° 01-D: CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE-TIEMPO DE MANIOBRA EN LAS VÁLVULAS

Válvula	Velocidad de Onda Elástica (Vo)					Incremento de Presión ΔP			Diferencia de Nivel			Presión total	Tiempo de cierre crítico		Sobrepresión máxima		Tiempo de Maniobra
	k [Kg/cm2]	E [Kg/cm2]	Di [cm]	e [cm]	Vo [m/s]	g [m/s2]	V [m/s]	ΔP [m]	Cota1	cota2	Dn		Longitud [m]	Tc [s]	Presión máxima	sobrepresión	tc [s]
4	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2762.12	22.63	22.97	586.89	3.55	50	ok	3.55
5	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2762.12	22.63	22.97	586.89	3.55	50	ok	3.55
6	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2759.36	25.39	25.73	507.63	3.07	50	ok	3.07
7	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2759.36	25.39	26.06	507.63	3.07	50	ok	3.07
8	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.04	1.35	2784.75	2759.32	25.43	26.78	472.63	2.86	50	ok	2.86
9	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.04	1.35	2784.75	2763.03	21.72	23.07	399.96	2.42	50	ok	2.42
10	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.06	2.03	2784.75	2763.03	21.72	23.75	399.96	2.41	50	ok	2.41
11	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.32	10.81	2784.75	2769.76	14.99	25.80	110.49	0.67	50	ok	0.67
12	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.10	3.38	2784.75	2769.76	14.99	18.37	2423	14.62	50	ok	14.62
13	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2737.61	47.14	47.48	2424	14.66	50	ok	14.66
14	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2736.59	48.16	48.83	2425	14.66	50	ok	14.66
15	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2737.92	46.83	47.50	2426	14.67	50	ok	14.67
16	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2738.12	46.63	46.97	2427	14.68	50	ok	14.68
17	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.01	0.34	2784.75	2737.61	47.14	47.48	2428	14.65	50	ok	14.65
18	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.01	0.34	2784.75	2740.99	43.76	44.10	2429	14.69	50	ok	14.69
19	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.10	3.38	2784.75	2740.99	43.76	47.14	2430	14.66	50	ok	14.66
20	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2751.16	33.59	34.26	2431	14.70	50	ok	14.70
21	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.17	5.74	2784.75	2748.64	36.11	41.85	2432	14.67	50	ok	14.67
22	2.06E+04	3.00E+04	8.34	0.33	331.45	9.81	0.11	3.72	2784.75	2748.64	36.11	39.83	2433	14.68	50	ok	14.68
23	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2746.60	38.15	38.82	2434	14.72	50	ok	14.72
24	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.08	2.70	2784.75	2744.33	40.42	43.12	2435	14.73	50	ok	14.73
25	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.02	0.67	2784.75	2741.69	43.06	43.73	2436	14.73	50	ok	14.73
26	2.06E+04	3.00E+04	5.84	0.23	330.72	9.81	0.05	1.69	2784.75	2761.52	23.23	24.92	2437	14.74	50	ok	14.74

- Vo : Velocidad de la onda (m/s)
- K : Módulo de compresión del agua
- E : Módulo de elasticidad del material de la tubería (PVC) Tipo I, Grado I=3x104 Kg/cm2
- ΔP : Incremento de presión
- Di : Diámetro interior del tubo (cm.)
- e : Espesor mínimo de pared (cm.)
- g : gravedad
- V : Veloc. Fluido (m/s)
- Dn :Diferencia de nivel:
- Tc :Tiempo de cierre crítico
- tc :Tiempo de maniobra para evitar el golpe de ariete

$$Vo = \frac{1420}{(1+(K/E)(Di/e))^{1/2}}$$

$$\Delta h = \frac{2L \cdot v}{g \cdot tc} \quad (m.c.a.)$$

$$Tc = \frac{2 \times L}{Vo}$$

**ANEXO N°01-E: CÁLCULO DEL BALANCE ENTRE LA OFERTA-DEMANDA
CUADRO N° I
HOJA DE INGRESO DE DATOS**

a) Información base y parámetros

CENTRO POBLADO	BOROGUENA	
	Sin Proyecto	Con Proyecto
POBLACIÓN ACTUAL (habitantes)	378	
TASA CRECIMIENTO ANUAL DE POBLACIONAL (%) (1)	1.00%	
DENSIDAD POR LOTE (hab/lote) (2)	2.39	2.39
PORCENTAJE DE PÉRDIDAS (4)	20%	20%
APORTE DE AGUAS RESIDUALES (6)	80%	80%
POBLACIÓN ACTUAL CON CONEXIONES AGUA (red pública)	378	
POBLACIÓN ACTUAL CON CONEXIONES DESAGÜE (red pública)	378	
OFERTA ACTUAL DE TRATAMIENTO DE AGUA (capacidad de producción del sistema) (lt/sg)	1.20	
OFERTA ACTUAL DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO(m3)	29	

DOTACIONES (solo para verificación - no llenar)

DE CONSUMO - SIN CONSIDERAR PÉRDIDAS	181.5	179.1
DE DISEÑO - POR CONEXIONES (litros / habitante - día)	226.93	247.8

(1) (Proyección INEI)

(2) (Determinado por la UF)

(4) (Estimado)

b) Información de proyección de cobertura de los servicios

AÑO	COBERTURA AGUA (%)	COBERTURA ALCANTARILLADO (%)	PÉRDIDAS DE AGUA (%)	MICROMEDICION (%)
0 (*)	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
1	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
2	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
3	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
4	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
5	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
6	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
7	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
8	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
9	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
10	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
11	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
12	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
13	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
14	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
15	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
16	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
17	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
18	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
19	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%
20	100.00%	100.00%	20.00%	0.00%

Notas:

* Información actual (año cero del proyecto)

c) Información de conexiones existentes al año 2015 por categorías

CONEXION POR TIPO DE USUARIO	TIPO DE MEDICION	No. De Conex.	TOTAL Conex.
Doméstico	Con Medidor	0	158
	Sin Medidor	158	
*Estatal	Con Medidor	0	7
	Sin Medidor	7	
**Social	Con Medidor	0	8
	Sin Medidor	8	
TOTAL			173
***Piletas	Con Medidor	0	8
	Sin Medidor	8	

*IE Túpac Amaru II(2),I.E. Inicial(1),Palacio Municipal(1), Puesto Salud(1), Centro Cultural +auditorio(2)

**Comedor Popular(1), Iglesia(1), Club de madres CM(1), Mercado(2), SSHH público(2), Plaza(1)

***equivalente al estadio

d) Información de consumos per cápita por conexión

DATOS DE CONSUMO POR CONEXION SEGUN CATEGORIAS	
(m3/mes/cnx)	
**	
DOMESTICO	
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	0
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	11.9
ESTATAL	
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	0
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	11.9
SOCIAL	
CONSUMO UNITARIO C/MEDIDOR	0
CONSUMO UNITARIO S/MEDIDOR	11.9
PILETAS	
CONSUMO POR PILETA C/MEDIDOR	0
CONSUMO POR PILETA S/MEDIDOR	32.5

** FUENTE "Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogüena, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre - Tacna"

CUADRO Nº II
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

AÑO	POBLACION	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	VIVIENDAS SERVIDAS (unidades)	VIVIENDAS SERVIDAS					CONSUMO DE AGUA (lit/día)					DEMANDA DE AGUA			DEMANDA MAXIMA DIARIA	DEMANDA VOLUMEN ALMACENAMIENTO (m3)	
		CONEX.	OTROS MEDIOS (*)			CONEXIONES DOMÉSTICAS	CONEXIONES ESTATALES	CONEXIONES SOCIALES	TOTAL CONEXIONES	PILETAS PUBLICAS	POR CONEXIONES DOMICILIARIAS				SUB TOTAL CONSUMO PILETAS	TOTAL	lit/día	m3/año			lit/día
											DOMESTICO	ESTATAL	SOCIAL	SUB TOTAL CONSUMO CONEXIONES							
0	378	100.00%	0.00%	378	158	158	7	8	173	8	62,673	2,777	3,173	68,623	8,667	77,290	96,613	35,264	125,596	24	
1	382	100.00%	0.00%	382	160	160	7	8	175	8	63,467	2,777	3,173	69,417	8,667	78,083	97,604	35,626	126,885	24	
2	386	100.00%	0.00%	386	162	162	7	8	177	8	64,260	2,777	3,173	70,210	8,667	78,877	98,596	35,987	128,175	25	
3	389	100.00%	0.00%	389	163	163	7	8	178	8	64,657	2,777	3,173	70,607	8,667	79,273	99,092	36,168	128,819	25	
4	393	100.00%	0.00%	393	164	164	7	8	179	8	65,053	2,777	3,173	71,003	8,667	79,670	99,588	36,349	129,464	25	
5	397	100.00%	0.00%	397	166	166	7	8	181	8	65,847	2,777	3,173	71,797	8,667	80,463	100,579	36,711	130,753	25	
6	401	100.00%	0.00%	401	168	168	7	8	183	8	66,640	2,777	3,173	72,590	8,667	81,257	101,571	37,073	132,042	25	
7	404	100.00%	0.00%	404	169	169	7	8	184	8	67,037	2,777	3,173	72,987	8,667	81,653	102,067	37,254	132,687	26	
8	408	100.00%	0.00%	408	171	171	7	8	186	8	67,830	2,777	3,173	73,780	8,667	82,447	103,058	37,616	133,976	26	
9	412	100.00%	0.00%	412	172	172	7	8	187	8	68,227	2,777	3,173	74,177	8,667	82,843	103,554	37,797	134,620	26	
10	416	100.00%	0.00%	416	174	174	7	8	189	8	69,020	2,777	3,173	74,970	8,667	83,637	104,546	38,159	135,910	26	
11	420	100.00%	0.00%	420	176	176	7	8	191	8	69,813	2,777	3,173	75,763	8,667	84,430	105,538	38,521	137,199	26	
12	423	100.00%	0.00%	423	177	177	7	8	192	8	70,210	2,777	3,173	76,160	8,667	84,827	106,033	38,702	137,843	27	
13	427	100.00%	0.00%	427	179	179	7	8	194	8	71,003	2,777	3,173	76,953	8,667	85,620	107,025	39,064	139,133	27	
14	431	100.00%	0.00%	431	180	180	7	8	195	8	71,400	2,777	3,173	77,350	8,667	86,017	107,521	39,245	139,777	27	
15	435	100.00%	0.00%	435	182	182	7	8	197	8	72,193	2,777	3,173	78,143	8,667	86,810	108,513	39,607	141,066	27	
16	438	100.00%	0.00%	438	183	183	7	8	198	8	72,590	2,777	3,173	78,540	8,667	87,207	109,008	39,788	141,711	27	
17	442	100.00%	0.00%	442	185	185	7	8	200	8	73,383	2,777	3,173	79,333	8,667	88,000	110,000	40,150	143,000	28	
18	446	100.00%	0.00%	446	187	187	7	8	202	8	74,177	2,777	3,173	80,127	8,667	88,793	110,992	40,512	144,289	28	
19	450	100.00%	0.00%	450	188	188	7	8	203	8	74,573	2,777	3,173	80,523	8,667	89,190	111,488	40,693	144,934	28	
20	454	100.00%	0.00%	454	190	190	7	8	205	8	75,367	2,777	3,173	81,317	8,667	89,983	112,479	41,055	146,223	28	

(*) OTROS MEDIOS se refiere a abastecimiento por acarreo o por cualquier medio en el que no se extraiga agua potable del sistema

CUADRO Nº IV
BALANCE OFERTA-EMANDA
PRODUCCION DE AGUA
(lts/seg)

Año	Oferta actual	Demanda Proyectada
0	1.20	1.12
1	1.20	1.13
2	1.20	1.14
3	1.20	1.15
4	1.20	1.15
5	1.20	1.16
6	1.20	1.18
7	1.20	1.18
8	1.20	1.19
9	1.20	1.20
10	1.20	1.21
11	1.20	1.22
12	1.20	1.23
13	1.20	1.24
14	1.20	1.24
15	1.20	1.26
16	1.20	1.26
17	1.20	1.27
18	1.20	1.28
19	1.20	1.29
20	1.20	1.30

CUADRO Nº V
BALANCE OFERTA-DEMANDA
ALMACENAMIENTO
(m3)

Año	Oferta actual	Demanda Proyectada
0	25	24
1	25	24
2	25	25
3	25	25
4	25	25
5	25	25
6	25	25
7	25	26
8	25	26
9	25	26
10	25	26
11	25	26
12	25	27
13	25	27
14	25	27
15	25	27
16	25	27
17	25	28
18	25	28
19	25	28
20	25	28

Anexo 01-F: CÁLCULOS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN AGUA POTABLE PARA EL AÑO 2035

A.- POBLACION ACTUAL (HABIT.)	
N° de Familias (Fam.)	158
N° Promedio de Miembros por Familia (Habit./Fam.)	2
Pa = N° de Familias x n° de Miembros	378
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	1.000
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20.00
D.- POBLACION FUTURA	454
Pf = Po (1+ r x t/100)	454
N° FAMILIAS	190
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	180.00
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)	
Q p= Pob. x Dot./86,400	0.945
G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)	
Qmd = 1.30 x Qp	1.229
H.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)	
Qmh = 2,00x Qmd	2.457

Nudo	Este X	Norte Y	Cota	N° Lotes	Demanda vivienda [l/s]	*Estatad-Social [l/s]	Demanda en nodos Qmdh [l/s]	**Demanda en nodos mas 20% de fugas [l/s]
1	347244.64	8085525.17	2790.08	0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	347251.17	8085485.14	2772.48	2	0.031	0.000	0.031	0.037
3	347242.46	8085463.27	2761.52	3	0.047	0.000	0.047	0.056
4	347213.43	8085448.30	2752.88	1	0.016	0.000	0.016	0.019
5	347276.32	8085445.49	2750.47	4	0.062	0.000	0.062	0.075
6	347298.82	8085464.47	2750.12	2	0.031	0.000	0.031	0.037
7	347278.44	8085436.64	2746.33	2	0.031	0.000	0.031	0.037
8	347183.57	8085480.74	2770.68	3	0.047	0.000	0.047	0.056
9	347190.32	8085447.53	2754.39	1	0.016	0.010	0.026	0.031
10	347154.92	8085474.06	2769.76	3	0.047	0.000	0.047	0.056
11	347173.63	8085429.60	2752.36	4	0.062	0.000	0.062	0.075
12	347189.14	8085435.85	2750.50	1	0.016	0.000	0.016	0.019
13	347159.15	8085417.29	2748.64	7	0.109	0.000	0.109	0.131
14	347197.49	8085411.73	2746.60	6	0.093	0.010	0.103	0.124
15	347197.96	8085379.04	2736.09	3	0.047	0.000	0.047	0.056
16	347226.56	8085417.45	2746.57	2	0.031	0.010	0.041	0.049
17	347218.34	8085434.71	2746.49	2	0.031	0.010	0.041	0.049
18	347247.60	8085425.00	2744.33	3	0.047	0.000	0.047	0.056
19	347248.97	8085418.24	2742.22	5	0.078	0.000	0.078	0.093
20	347229.93	8085384.39	2737.51	3	0.047	0.010	0.057	0.068
21	347270.82	8085412.42	2739.61	2	0.031	0.000	0.031	0.037
22	347263.11	8085393.24	2738.84	1	0.016	0.000	0.016	0.019
23	347280.12	8085402.18	2736.98	4	0.062	0.000	0.062	0.075
24	347278.66	8085392.55	2736.09	1	0.016	0.000	0.016	0.019
25	347311.46	8085454.25	2741.69	4	0.062	0.000	0.062	0.075
26	347333.00	8085481.68	2740.83	0	0.000	0.010	0.010	0.012
27	347039.26	8085376.53	2751.16	4	0.062	0.000	0.062	0.075
28	347087.90	8085353.31	2734.51	3	0.047	0.000	0.047	0.056
29	347033.16	8085332.92	2750.62	6	0.093	0.000	0.093	0.112
30	346988.37	8085294.05	2742.78	3	0.047	0.000	0.047	0.056
31	347001.16	8085286.40	2737.71	2	0.031	0.000	0.031	0.037
32	346970.69	8085255.07	2740.99	6	0.093	0.000	0.093	0.112
33	346957.38	8085263.47	2744.83	1	0.016	0.000	0.016	0.019
34	346955.76	8085203.40	2738.12	7	0.109	0.000	0.109	0.131
35	346938.23	8085219.02	2745.08	1	0.016	0.010	0.026	0.031
36	346920.17	8085152.87	2737.92	5	0.078	0.000	0.078	0.093
37	346898.92	8085182.17	2745.31	3	0.047	0.010	0.057	0.068
38	346903.21	8085136.24	2736.59	1	0.016	0.010	0.026	0.031
39	346870.63	8085170.53	2746.42	3	0.047	0.000	0.047	0.056
40	346872.83	8085099.90	2737.61	5	0.078	0.010	0.088	0.105
41	346846.25	8085115.82	2745.00	1	0.016	0.000	0.016	0.019
42	346852.04	8085060.71	2739.44	3	0.047	0.000	0.047	0.056
43	346834.02	8085067.50	2744.72	1	0.016	0.000	0.016	0.019
44	346914.76	8085306.25	2763.03	5	0.078	0.000	0.078	0.093
45	346946.44	8085245.88	2745.74	7	0.109	0.000	0.109	0.131
46	346872.10	8085239.13	2759.42	4	0.062	0.000	0.062	0.075
47	346898.49	8085186.47	2746.19	4	0.062	0.000	0.062	0.075

Nudo	Este X	Norte Y	Cota	N° Lotes	Demanda vivienda [l/s]	*Estatad-Social [l/s]	Demanda en nodos Qmdh [l/s]	**Demanda en nodos mas 20% de fugas [l/s]
47	346932.86	8085223.80	2746.83	0	0.000	0.000	0.000	0.000
48	346913.94	8085240.65	2753.31	3	0.047	0.000	0.047	0.056
49	346845.67	8085217.30	2759.36	2	0.031	0.000	0.031	0.037
50	346875.79	8085180.91	2747.50	2	0.031	0.000	0.031	0.037
51	346828.63	8085193.57	2760.51	0	0.000	0.000	0.000	0.000
52	346851.43	8085187.46	2752.06	2	0.031	0.000	0.031	0.037
53	346802.98	8085142.47	2762.12	1	0.016	0.000	0.016	0.019
54	346835.00	8085122.78	2748.73	0	0.000	0.000	0.000	0.000
55	346842.91	8085117.91	2745.88	1	0.016	0.000	0.016	0.019
56	346820.08	8085079.38	2749.78	1	0.016	0.000	0.016	0.019
57	346781.47	8085088.22	2762.42	2	0.031	0.000	0.031	0.037

*considera palacio municipal, comedor popular, club de madres, IE, otros

** información Base y parámetros del PIP "Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en las localidades de Borogüña, Coraguaya y Vilalaca, Distrito de Ilabaya - Jorge Basadre - Tacna"

ANEXO N°02:

RESULTADOS DEL EPANET 2.0

ANEXO N°02-A: ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED EXISTENTE

ANEXO N°02-B: ESTADO DE LAS TUBERIAS ACTUAL

ANEXO N°02-C: ESTADO DE LOS NUDOS PARA EL AÑO 2035

ANEXO N°02-D: ESTADO DE LAS TUBERIAS PARA EL AÑO 2035

ANEXO N°02-A: ESTADO DE LOS NUDOS DE LA RED EXISTENTE

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

Estado de los Nudos de la Red

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	0.00	2794.93	4.85
Nudo 2	0.03	2785.65	13.17
Nudo 3	0.05	2785.65	24.13
Nudo 4	0.02	2785.65	32.77
Nudo 5	0.06	2785.65	35.18
Nudo 6	0.03	2785.65	35.52
Nudo 7	0.03	2785.65	39.32
Nudo 8	0.05	2785.48	14.80
Nudo 9	0.03	2785.48	31.09
Nudo 10	0.05	2785.41	15.65
Nudo 11	0.06	2785.34	32.98
Nudo 12	0.02	2785.34	34.84
Nudo 13	0.11	2785.32	36.68
Nudo 14	0.11	2785.31	38.71
Nudo 15	0.05	2785.31	49.22
Nudo 16	0.04	2785.31	38.74
Nudo 17	0.04	2785.31	38.82
Nudo 18	0.05	2785.31	40.98
Nudo 19	0.08	2785.30	43.08
Nudo 20	0.06	2785.30	47.79
Nudo 21	0.03	2785.30	45.69
Nudo 22	0.02	2785.30	46.46
Nudo 23	0.06	2785.30	48.32
Nudo 24	0.02	2785.30	49.21
Nudo 25	0.06	2785.30	43.61
Nudo 26	0.01	2785.30	44.47
Nudo 27	0.06	2785.26	34.10
Nudo 28	0.05	2785.26	50.75

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 29	0.05	2785.21	42.43
Nudo 30	0.03	2785.21	47.50
Nudo 31	0.09	2785.20	44.21
Nudo 32	0.02	2785.20	40.37
Nudo 33	0.11	2785.19	47.07
Nudo 34	0.03	2785.19	40.11
Nudo 35	0.08	2785.18	47.26
Nudo 36	0.06	2785.18	39.87
Nudo 37	0.03	2785.18	48.59
Nudo 38	0.05	2785.18	38.76
Nudo 39	0.09	2785.18	47.57
Nudo 40	0.02	2785.18	40.18
Nudo 41	0.05	2785.18	45.74
Nudo 42	0.02	2785.18	40.46
Nudo 43	0.08	2785.36	22.33
Nudo 44	0.11	2785.35	39.61
Nudo 45	0.06	2785.35	25.93
Nudo 46	0.06	2785.35	39.16
Nudo 47	0.00	2785.35	38.52
Nudo 48	0.05	2785.35	32.04
Nudo 49	0.03	2785.35	25.99
Nudo 50	0.03	2785.35	37.85
Nudo 51	0.00	2785.35	24.84
Nudo 52	0.03	2785.35	33.29
Nudo 53	0.02	2785.35	23.23
Nudo 54	0.00	2785.35	36.62
Nudo 55	0.02	2785.35	39.47
Nudo 56	0.02	2785.35	35.57
Nudo 57	0.03	2785.35	22.93

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 58	0.00	2785.35	37.51
Nudo 59	0.09	2785.22	34.60
Nudo 60	0.00	2785.35	23.23
Nudo 61	0.00	2785.35	23.23
Nudo 62	0.00	2785.35	25.99
Nudo 63	0.00	2785.35	25.99
Nudo 64	0.00	2785.35	25.93
Nudo 65	0.00	2785.36	22.33
Nudo 66	0.00	2785.36	22.33
Nudo 67	0.00	2785.41	15.65
Nudo 68	0.00	2785.41	15.65
Nudo 69	0.00	2785.18	47.57
Nudo 70	0.00	2785.18	48.59
Nudo 71	0.00	2785.18	47.26
Nudo 72	0.00	2785.19	47.07
Nudo 73	0.00	2785.18	47.57
Nudo 74	0.00	2785.20	44.21
Nudo 75	0.00	2785.20	44.21
Nudo 76	0.00	2785.26	34.10
Nudo 77	0.00	2785.32	36.68
Nudo 78	0.00	2785.32	36.68
Nudo 79	0.00	2785.31	38.71
Nudo 80	0.00	2785.31	40.98
Nudo 81	0.00	2785.30	43.61
Nudo 82	0.00	2785.65	24.13
Depósito r1	-12.84	2818.72	1.25
Depósito r2	-8.59	2798.67	1.25
Depósito c1	18.82	2785.75	1.00

ANEXO N°02-B: ESTADO DE LAS TUBERÍAS ACTUAL

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p20	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p38	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p40	0.13	0.05	0.06	0.033
Tubería p1	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p2	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p4	0.21	0.08	0.17	0.032
Tubería p5	0.07	0.03	0.01	0.020
Tubería p6	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p7	0.05	0.02	0.01	0.020
Tubería p8	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p9	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p10	0.05	0.02	0.01	0.044
Tubería p11	0.06	0.02	0.01	0.019
Tubería p12	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p13	0.02	0.01	0.01	0.218
Tubería p14	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p15	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p16	0.03	0.01	0.00	0.041
Tubería p17	0.05	0.02	0.01	0.023
Tubería p18	0.05	0.02	0.01	0.039
Tubería p22	0.04	0.02	0.00	0.000
Tubería p23	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p24	21.42	8.00	823.03	0.015
Tubería p25	8.59	3.21	151.36	0.017
Tubería p27	0.05	0.02	0.01	0.034
Tubería p29	0.03	0.01	0.01	0.095
Tubería p43	0.06	0.02	0.01	0.025
Tubería p44	0.03	0.01	0.02	0.272

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p45	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p54	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería 1	0.11	0.04	0.04	0.031
Tubería p60	12.84	4.79	318.77	0.016
Tubería p3	1.72	0.32	1.36	0.022
Tubería p21	2.60	0.48	2.93	0.021
Tubería p36	0.63	0.12	0.21	0.026
Tubería p37	0.80	0.15	0.33	0.025
Tubería p41	0.01	0.00	0.00	0.000
Tubería p42	0.13	0.02	0.01	0.037
Tubería p46	0.38	0.07	0.08	0.026
Tubería p47	0.47	0.09	0.13	0.029
Tubería p48	0.62	0.11	0.21	0.026
Tubería p49	1.65	0.30	1.26	0.023
Tubería p50	0.52	0.10	0.15	0.027
Tubería p51	0.38	0.07	0.08	0.028
Tubería p52	0.24	0.04	0.04	0.031
Tubería p53	0.17	0.03	0.02	0.032
Tubería p55	0.08	0.01	0.01	0.041
Tubería p56	0.11	0.02	0.01	0.041
Tubería p57	0.17	0.03	0.02	0.028
Tubería p61	0.02	0.00	0.00	0.000
Tubería p62	0.06	0.01	0.00	0.000
Tubería p63	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p64	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería P32	2.38	0.44	2.48	0.021
Tubería P31	2.31	0.42	2.34	0.021
Tubería 3	0.71	0.13	0.27	0.026
Tubería p19	0.19	0.07	0.12	0.029

Red de distribución de A. P. del C. P. Borogueña Qmdh 2015

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p34	0.11	0.04	0.05	0.034
Tubería 2	0.05	0.02	0.01	0.042
Tubería p28	0.91	0.17	0.42	0.025
Tubería p35	0.53	0.10	0.16	0.027
Tubería p58	0.35	0.06	0.07	0.029
Válvula 4	0.03	0.01	0.00	0.000
Válvula 5	0.03	0.01	0.00	0.000
Válvula 6	0.03	0.01	0.00	0.000
Válvula 7	0.11	0.02	0.00	0.000
Válvula 8	0.11	0.04	0.00	0.000
Válvula 9	0.11	0.04	0.00	0.000
Válvula 10	0.35	0.06	0.00	0.000
Válvula 11	1.72	0.32	0.00	0.000
Válvula 12	0.54	0.10	0.00	0.000
Válvula 13	0.02	0.01	0.00	0.000
Válvula 14	0.05	0.02	0.00	0.000
Válvula 15	0.06	0.02	0.00	0.000
Válvula 16	0.03	0.01	0.00	0.000
Válvula 17	0.06	0.01	0.00	0.000
Válvula 18	0.02	0.01	0.00	0.000
Válvula 19	0.52	0.10	0.00	0.000
Válvula 20	0.05	0.02	0.00	0.000
Válvula 21	0.91	0.17	0.00	0.000
Válvula 22	0.62	0.11	0.00	0.000
Válvula 23	0.05	0.02	0.00	0.000
Válvula 24	0.21	0.08	0.00	0.000
Válvula 25	0.05	0.02	0.00	0.000
Válvula 26	0.13	0.05	0.00	0.000

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

Estado de los Nudos de la Red

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	0.00	2794.93	4.85
Nudo 2	0.04	2785.62	13.14
Nudo 3	0.06	2785.61	24.09
Nudo 4	0.02	2785.61	32.73
Nudo 5	0.07	2785.61	35.14
Nudo 6	0.04	2785.61	35.49
Nudo 7	0.04	2785.61	39.28
Nudo 8	0.06	2785.39	14.71
Nudo 9	0.03	2785.39	31.00
Nudo 10	0.06	2785.29	15.53
Nudo 11	0.07	2785.20	32.84
Nudo 12	0.02	2785.20	34.70
Nudo 13	0.13	2785.16	36.52
Nudo 14	0.12	2785.15	38.55
Nudo 15	0.06	2785.15	49.06
Nudo 16	0.05	2785.15	38.58
Nudo 17	0.05	2785.15	38.66
Nudo 18	0.06	2785.15	40.82
Nudo 19	0.09	2785.14	42.92
Nudo 20	0.07	2785.14	47.63
Nudo 21	0.04	2785.14	45.53
Nudo 22	0.02	2785.14	46.30
Nudo 23	0.07	2785.14	48.16
Nudo 24	0.02	2785.14	49.05
Nudo 25	0.07	2785.14	43.45
Nudo 26	0.01	2785.14	44.31
Nudo 27	0.07	2785.08	33.92
Nudo 28	0.06	2785.08	50.57

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 29	0.06	2785.01	42.23
Nudo 30	0.04	2785.01	47.30
Nudo 31	0.11	2785.00	44.01
Nudo 32	0.02	2785.00	40.17
Nudo 33	0.13	2784.99	46.87
Nudo 34	0.03	2784.99	39.91
Nudo 35	0.09	2784.98	47.06
Nudo 36	0.07	2784.98	39.67
Nudo 37	0.03	2784.98	48.39
Nudo 38	0.06	2784.98	38.56
Nudo 39	0.11	2784.98	47.37
Nudo 40	0.02	2784.98	39.98
Nudo 41	0.06	2784.98	45.54
Nudo 42	0.02	2784.98	40.26
Nudo 43	0.09	2785.21	22.18
Nudo 44	0.13	2785.21	39.47
Nudo 45	0.07	2785.20	25.78
Nudo 46	0.07	2785.20	39.01
Nudo 47	0.00	2785.20	38.37
Nudo 48	0.06	2785.20	31.89
Nudo 49	0.04	2785.20	25.84
Nudo 50	0.04	2785.20	37.70
Nudo 51	0.00	2785.20	24.69
Nudo 52	0.04	2785.20	33.14
Nudo 53	0.02	2785.20	23.08
Nudo 54	0.00	2785.20	36.47
Nudo 55	0.02	2785.20	39.32
Nudo 56	0.02	2785.20	35.42
Nudo 57	0.04	2785.20	22.78

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 58	0.00	2785.20	37.36
Nudo 59	0.11	2785.03	34.41
Nudo 60	0.00	2785.20	23.08
Nudo 61	0.00	2785.20	23.08
Nudo 62	0.00	2785.20	25.84
Nudo 63	0.00	2785.20	25.84
Nudo 64	0.00	2785.20	25.78
Nudo 65	0.00	2785.21	22.18
Nudo 66	0.00	2785.21	22.18
Nudo 67	0.00	2785.29	15.53
Nudo 68	0.00	2785.29	15.53
Nudo 69	0.00	2784.98	47.37
Nudo 70	0.00	2784.98	48.39
Nudo 71	0.00	2784.98	47.06
Nudo 72	0.00	2784.99	46.87
Nudo 73	0.00	2784.98	47.37
Nudo 74	0.00	2785.00	44.01
Nudo 75	0.00	2785.00	44.01
Nudo 76	0.00	2785.08	33.92
Nudo 77	0.00	2785.16	36.52
Nudo 78	0.00	2785.16	36.52
Nudo 79	0.00	2785.15	38.55
Nudo 80	0.00	2785.15	40.82
Nudo 81	0.00	2785.14	43.45
Nudo 82	0.00	2785.61	24.09
Depósito r1	-12.84	2818.72	1.25
Depósito r2	-8.59	2798.67	1.25
Depósito c1	18.34	2785.75	1.00

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

Estado de las Líneas de la Red

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p20	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p38	0.04	0.01	0.01	0.060
Tubería p40	0.15	0.06	0.08	0.030
Tubería p1	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p2	0.04	0.01	0.00	0.000
Tubería p4	0.25	0.09	0.22	0.029
Tubería p5	0.09	0.03	0.03	0.028
Tubería p6	0.02	0.01	0.01	0.340
Tubería p7	0.06	0.02	0.01	0.028
Tubería p8	0.04	0.01	0.00	0.000
Tubería p9	0.03	0.01	0.01	0.111
Tubería p10	0.06	0.02	0.01	0.031
Tubería p11	0.07	0.03	0.02	0.044
Tubería p12	0.04	0.01	0.01	0.047
Tubería p13	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p14	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p15	0.04	0.01	0.00	0.000
Tubería p16	0.04	0.01	0.00	0.029
Tubería p17	0.06	0.02	0.01	0.033
Tubería p18	0.06	0.02	0.02	0.037
Tubería p22	0.05	0.02	0.02	0.053
Tubería p23	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p24	21.42	8.00	823.03	0.015
Tubería p25	8.59	3.21	151.36	0.017
Tubería p27	0.06	0.02	0.01	0.024
Tubería p29	0.03	0.01	0.00	0.000
Tubería p43	0.07	0.03	0.02	0.038
Tubería p44	0.03	0.01	0.02	0.190

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p45	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería p54	0.02	0.01	0.00	0.000
Tubería 1	0.13	0.05	0.06	0.031
Tubería p60	12.84	4.79	318.77	0.016
Tubería p3	2.03	0.37	1.86	0.022
Tubería p21	3.08	0.56	3.98	0.021
Tubería p36	0.74	0.14	0.29	0.025
Tubería p37	0.95	0.17	0.45	0.025
Tubería p41	0.01	0.00	0.00	0.000
Tubería p42	0.15	0.03	0.02	0.035
Tubería p46	0.45	0.08	0.12	0.028
Tubería p47	0.55	0.10	0.16	0.026
Tubería p48	0.73	0.13	0.28	0.026
Tubería p49	1.94	0.36	1.69	0.022
Tubería p50	0.61	0.11	0.20	0.026
Tubería p51	0.45	0.08	0.11	0.027
Tubería p52	0.29	0.05	0.05	0.030
Tubería p53	0.20	0.04	0.03	0.031
Tubería p55	0.09	0.02	0.01	0.029
Tubería p56	0.13	0.02	0.01	0.029
Tubería p57	0.21	0.04	0.03	0.030
Tubería p61	0.02	0.00	0.00	0.000
Tubería p62	0.07	0.01	0.01	0.059
Tubería p63	0.04	0.01	0.00	0.000
Tubería p64	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería P32	2.81	0.52	3.39	0.021
Tubería P31	2.73	0.50	3.19	0.021
Tubería 3	0.83	0.15	0.36	0.025
Tubería p19	0.22	0.08	0.18	0.030

Red de distribución de A. P. del C.P. Borogueña Qmdh 2035

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción
Tubería p34	0.13	0.05	0.06	0.031
Tubería 2	0.06	0.02	0.01	0.030
Tubería p28	1.08	0.20	0.57	0.024
Tubería p35	0.64	0.12	0.22	0.026
Tubería p58	0.41	0.08	0.10	0.028
Válvula 4	0.04	0.02	0.00	0.000
Válvula 5	0.04	0.01	0.00	0.000
Válvula 6	0.04	0.01	0.00	0.000
Válvula 7	0.13	0.02	0.00	0.000
Válvula 8	0.13	0.05	0.00	0.000
Válvula 9	0.13	0.05	0.00	0.000
Válvula 10	0.41	0.08	0.00	0.000
Válvula 11	2.03	0.37	0.00	0.000
Válvula 12	0.64	0.12	0.00	0.000
Válvula 13	0.02	0.01	0.00	0.000
Válvula 14	0.06	0.02	0.00	0.000
Válvula 15	0.07	0.03	0.00	0.000
Válvula 16	0.03	0.01	0.00	0.000
Válvula 17	0.07	0.01	0.00	0.000
Válvula 18	0.02	0.01	0.00	0.000
Válvula 19	0.61	0.11	0.00	0.000
Válvula 20	0.06	0.02	0.00	0.000
Válvula 21	1.08	0.20	0.00	0.000
Válvula 22	0.73	0.13	0.00	0.000
Válvula 23	0.06	0.02	0.00	0.000
Válvula 24	0.25	0.09	0.00	0.000
Válvula 25	0.06	0.02	0.00	0.000
Válvula 26	0.15	0.06	0.00	0.000

ANEXO N°03:
PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO N ° 03: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°01: Reservorio de agua potable construido en el año 2008



Fotografía N°02: Válvulas de control del reservorio han sido cambiadas recientemente.



Fotografía N°03: Reservorio de agua potable construido en los años 90, actualmente fue acondicionado por los pobladores para tener mayor capacidad de almacenamiento.



Fotografía N°04: Válvulas de control del reservorio antiguo, no cuenta con caja de concreto se encuentra oxidado.



Fotografía N°05: Cámara rompe presión no presenta cerco de protección.



Fotografía N°06: Cámara rompe presenta una boya para regulación.



Fotografía N°07: Las cajas de conexión de agua potable no cuentan medidor.



Fotografía N°08: Válvulas de sectorización se encuentran oxidados.



Fotografía N°09: No presentan tapa la caja de válvula de conexión domiciliaria, y caja de alcantarillado en la calle San Cipriano.



Fotografía N°10: Existen domicilios con tanque elevados



Fotografía N°11: Pila de domicilio de material noble.



Fotografía N°12: Pila en domicilio en patio de domicilio



Fotografía N°13: Terrazas en las laderas del cerro, existe plantas que aparecen en el periodo de lluvias.



Fotografía N°14: La inspección de la red de distribución de agua potable, en la calle el Mirador.



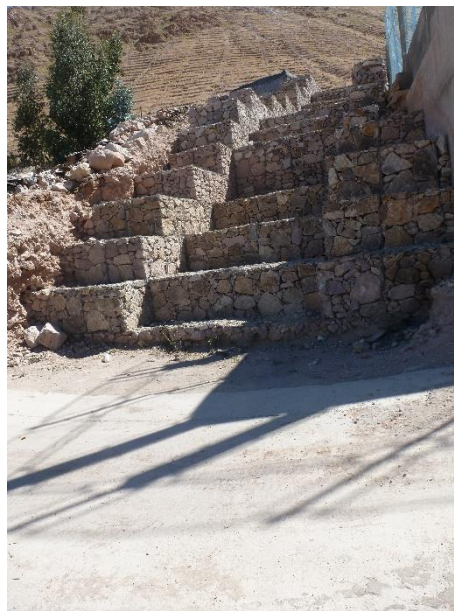
Fotografía N°15: La red de distribución de agua potable se encuentra expuesta en la quebrada Alta Misa.



Fotografía N°16: La red de distribución de agua potable se encuentra expuesta en la calle nueva visión próxima a la quebrada Alta Misa.



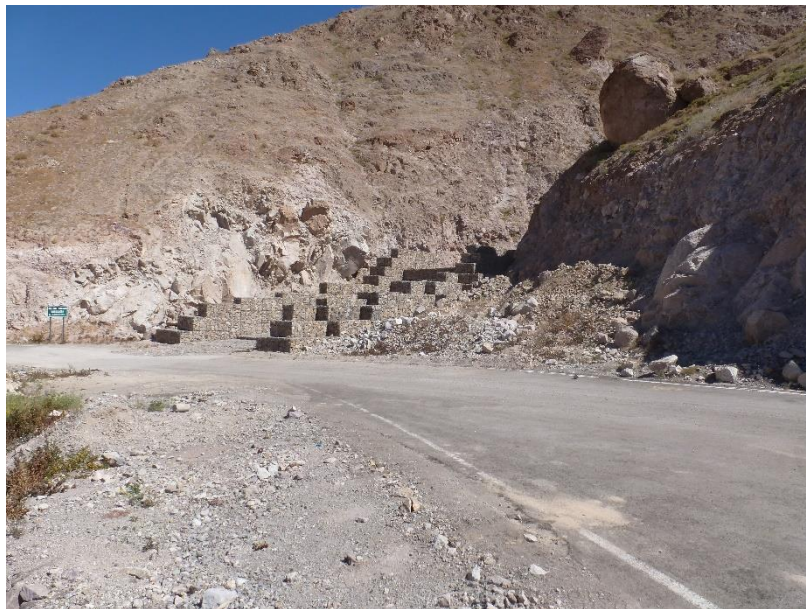
Fotografía N°17: Diques de protección en las quebrada Uyara.



Fotografía N°18: Diques de protección en las quebradas San Bartolomé, interacción con la vía San Bartolomé, costado del polideportivo.



Fotografía N°19: Sistema de diques en la quebrada Llusta Cahua.



Fotografía N°20: Sistema de diques en la quebrada Tanpuni, intersección con la vía que conduce a residuos solidos

ANEXO N°04:
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P.
BOROGUEÑA

ANEXO N° 04:

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA

Entidad : Comité Administrador de Servicio de Saneamiento-Borogueña

Ubicación :

Centro poblado : Borogueña

Distrito: Ilabaya

Provincia : Jorge Basadre

Departamento : Tacna

Fecha : Noviembre 2015

1. INTRODUCCIÓN

- El presente “*Manual de Operación y Mantenimiento de la Red de Distribución de Agua Potable del C. P. Borogueña*”, se presenta las actividades para mantener la operatividad adecuada del sistema de distribución de agua potable del C. P. Borogueña.

2. OBJETIVOS

- El presente documento tiene por objetivo desarrollar un Manual que resulte de utilidad para que el personal encargado de la administración del sistema de distribución de agua potable del C.P. Borogueña pueda desarrollar las labores de Operación y Mantenimiento acorde a las Normas de Seguridad y conducentes a cautelar la integridad de las instalaciones existentes del servicio de abastecimiento de agua potable.
- El presente documento contiene las instrucciones de mayor importancia para la operación y el mantenimiento del sistema de distribución existente.
- Elaborar, para poner a disposición de los encargados de la operación y mantenimiento de la red de Abastecimiento de Agua Potable de la comunidad, un documento que contenga las disposiciones técnicas y recomendaciones, que deben aplicar, a su debido tiempo, a fin de prevenir daños mayores en los elementos que

integran los sistemas, reducir su VULNERABILIDAD OPERATIVA y así, proveer un servicio de buena calidad a los usuarios de los mismos.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Se define brevemente lo que es Operación y lo que significa Mantenimiento. Se describen las dos clases de mantenimiento existentes: correctivo y preventivo.
- El mantenimiento correctivo consiste en la ejecución de una serie de acciones de reparación de los daños que, por diferentes causas, se han producido en las estructuras y equipos, afectando su funcionamiento. Siendo que los daños pueden presentarse en cualquier momento, su atención no puede programarse por lo que obliga a desviar recursos para poder proceder a su rehabilitación inmediata.
- El mantenimiento preventivo se da, cuando las acciones se programan y ejecutan antes de que los daños se produzcan y entre otros, tiene el propósito de reducir la presentación de casos de anomalías, cuya atención llegue a adquirir carácter de emergencia.
- Se establecen las analogías y diferencias que hay entre operación y mantenimiento.

4. SELECCIÓN Y CAPACITACION DE PERSONAL.

Considerando que es un elemento importante en el éxito de la ejecución del Programa, se propone un método para la adecuada selección y capacitación del personal de operación y mantenimiento.

4.1. Para seleccionar el personal se recomienda lo siguiente:

- a) Realizar un concurso abierto.
- b) Establecer las bases para la calificación de los candidatos

Para el caso de operadores y brigadas de mantenimiento, la mínima condición deseable sería haber cursado la educación primaria, tener buenas condiciones de salud, ausencia

de enfermedades infectas contagiosas, cierta experiencia en gasfitería y mantenimiento y fijar un límite de edad.

- c) De la lista completa de los interesados, calificar a los que cumplen con las bases establecidas y rechazar a quienes no los cumplen.
- d) Realizar el concurso con pruebas preparadas de antemano.
- e) Revisar las pruebas con la intervención de representantes del CASS-Borogueña y seleccionar todos los candidatos que hayan pasado las pruebas con resultados satisfactorios.
- f) Dar nombramiento e ingreso a los candidatos de mayor calificación. Los datos del resto del personal calificado, pero que no fue seleccionado, permanecerán en archivo ante la posibilidad de que se produzcan nuevas vacantes. En esta forma se evita la realización muy frecuente de otros concursos.

4.2. Capacitación del Personal.

La persona seleccionada, para su capacitación se deberá proceder de la siguiente manera:

- a) Para el caso de operadores, se comenzará introduciéndolos en el cumplimiento y ejecución de las obligaciones y trabajos establecidos en las Normas y Manuales de Operación, y las tareas establecidas en las Guías de Mantenimiento (ítem 5).

Esta capacitación inicial deberá ser impartida por un Ingeniero de la Unidad de Operación y Mantenimiento. Luego se dejará al nuevo operador que trabaje durante un tiempo prudencial, para que complete su entrenamiento, con un operador antiguo y con experiencia.

Cuando se trata de personal de las brigadas de mantenimiento, el entrenamiento es más complejo, por la variedad de situaciones y problemas que con frecuencia se presentan.

La mejor solución es que el nuevo empleado se incorpore a una de las brigadas como ayudante, para que a través del trabajo diario siga tomando entrenamiento y adquiriendo experiencia.

5. Trabajo a realizar para realizar mantenimiento.

Tabla 1: Estructura: tanques de concreto para almacenamiento de agua

Frecuencia de mantenimiento	Trabajo a realizar	Materiales, equipos y herramientas
Anual	<ul style="list-style-type: none"> -Drenaje, limpieza manual y lavado del fondo y paredes interiores. Revisión por posibles grietas. -Desinfección con solución de cloro. -Revisión, limpieza, reparación y pintura de escaleras y tubo de rebosadero. -Revisión de válvulas y elementos de operación y reparación si fuere necesario. -Verificación de niveles de control por posibles asentamientos. -Exteriormente, revisar el indicador de nivel y pintar paredes si fuere el caso. -Revisión de ventilación. -Revisión y conformación de taludes, si es el caso. 	<ul style="list-style-type: none"> -Implementos de trabajo para limpieza. -Hipoclorito. -Pintura anticorrosiva para pintar elementos metálicos -Empaquetaduras de válvulas. -Compuertas de válvulas. -Pernos y tuercas. -Equipo para medir niveles.

Fuente: Manual de mantenimiento de los sistemas de suministro de agua potable para reducir vulnerabilidad operativa, C. Espinosa García, 2004.

Tabla 2: Estructura: red de tuberías

Frecuencia de mantenimiento	Trabajo a realizar	Materiales, equipos y herramientas
Mensual	<ul style="list-style-type: none"> -Periódicamente, realizar recorridos de inspección particularmente a lo largo de las tuberías principales, con el fin de detectar cualquier filtración de agua, determinar las construcciones que se están llevando a cabo en las calles y que puedan ocasionar daños en las tuberías o que modifiquen la sección de la vía, de manera que obligue a replantear la localización de la línea, para actualizar los planos correspondientes. -En estos recorridos se debe prestar atención a la presencia de humedad en el pavimento, cuando no ha habido lluvia reciente y a la existencia de hundimientos y huecos, sobre todo a lo largo de la tubería o dentro del área vecina. -Es necesario mantener comunicación constante con la municipalidad distrital de Ilabaya para coordinar la ejecución de los trabajos que ambas instituciones realizan. (CASS-Borogueña y MDI). 	<ul style="list-style-type: none"> -Planos de la red.
Semestral	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar e inspeccionar la boya de la cámara rompe presión repara si es necesario, pintar las tapas si lo requiere. - revisar las válvulas existentes si están operativas. -Lavar la tubería a través de los extremos y de las válvulas de limpieza (purga en la red de agua potable) 	<ul style="list-style-type: none"> -Material y herramientas para eliminación de óxido. -Pintura anticorrosiva. -Herramientas.

Fuente: Manual de mantenimiento de los sistemas de suministro de agua potable para reducir vulnerabilidad operativa, C. Espinosa García, 2004.

Tabla 3: Estructura: Captación de agua potable

Frecuencia de mantenimiento	Trabajo a realizar	Materiales y equipos
Diario	- Eliminación del material flotante que se encuentre en el área cercana al punto de toma de agua. -Inspecciones y limpieza.	-Herramientas de limpieza
Trimestral	-Mantenimiento diario más, aforo de caudal. -Limpieza de la toma de agua, incluyendo eliminación de material extraño en su interior. -Limpieza del área adyacente -Revisión del estado de los cercos de protección si los hay.	-Medios de aforo. -Implementos de limpieza. -Material para reposición de cercos.
Anual	Mantenimiento trimestral correspondiente, más lo siguiente: -Inspección desde el punto sanitario del área cercana de la cuenca, tratando de encontrar posibles fuentes de contaminación y de acciones emprendidas por terceras personas que puedan afectar el rendimiento de la fuente. -Análisis de la calidad físico-química y bacteriológica del agua. -Retoque de la estructura de la captación.	-Cristalería para toma de muestras de agua para análisis físico químico y bacteriológico. -Equipo y herramientas para limpieza.

Fuente: Manual de mantenimiento de los sistemas de suministro de agua potable para reducir vulnerabilidad operativa, C. Espinosa García, 2004.

6. PURGA EN LA RED DE AGUA POTABLE

6.1. DESCRIPCION:

a. HORARIO DE TRABAJO:

- El mantenimiento se hace preferentemente en horario nocturno, para evitar desabastecimiento y despresurización de las redes distribuidoras.
- Se informa a los usuarios, y puesto de salud para el control de calidad.

b. PERSONAL

- Operador en encargado de manipular elementos del sistema de destrucción de agua potable.
- Técnico calidad de agua potable (saneamiento), personal de puesto de salud.
- Pobladores de la zona (Trabajo Comunal) para excavación de zanjas.

6.2. LIMPIEZA DE LA RED UTILIZANDO PUNTOS MUERTOS:

- Para ejecutar la purga en la red, los operarios realizan los siguientes pasos:
 - i. Señalizan el área de trabajo
 - ii. Abren la zanja hasta ubicar el tapón

- iii. Retira el tapón e instala la manguera de PVC de 4 pulgadas y la orientan hacia el buzón y/o caja de registro más cercano para el vertimiento del agua de purga.
- iv. Toman muestra de agua después de tres a cinco minutos de la apertura y determinan el grado de turbiedad que presenta la muestra de agua en forma visual se conserva la muestra inicial.
- v. Continúan tomando muestras cada quince minutos para determinar en forma visual la disminución de la turbiedad del agua en la red. Culminan cuando la muestra ya no presenta turbiedad visual conservando la muestra final.
- vi. Reponen el tapón o taponos de la red de distribución.
- vii. Cierran la zanja.
- viii. Limpian la zona de trabajo.

6.3. LIMPIEZA DE LA RED UTILIZANDO VÁLVULA DE PURGA: (la red distribución del C. P. Borogueña no cuenta, sujeta a futura instalación en los puntos muertos)

- Para ejecutar el mantenimiento de la red los operarios realizan los siguientes pasos:
 - i. Señalizan el área de trabajo
 - ii. Conectan la manguera de PVC de 4 pulgadas, en la boca de la válvula de purga con su respectivo acople para su cierre hermético, orientándola hacia el buzón y/o caja de registro más cercano para el vertimiento del agua de purga.
 - iii. Abren la válvula de control (pie) de la válvula de purga en forma gradual hasta su totalidad.
 - iv. Toman muestras de agua después de tres a cinco minutos de la apertura y determinan el grado de turbiedad que presenta la muestra de agua en forma visual se conserva la muestra inicial.
 - v. Continúan tomando muestras cada quince minutos para determinar en forma visual la disminución de la turbiedad del agua en la red. Concluyen la tarea cuando observan que se eliminó la turbiedad, conservando la muestra final.
 - vi. Cierran válvulas de control (pie) de la válvula de purga
 - vii. Retiran la manguera PVC
 - viii. Cierran el buzón de desagüe.
 - ix. Hacen limpieza de la zona de trabajo

6.4. INFORME DE RESULTADOS

- El puesto de salud deberá proporcionar una copia de resultados de la calidad de agua potable al CASS-Borogueña.

ANEXO N°05:

OTROS DOCUMENTOS

ANEXO N°05-A: RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LICENCIA DE AGUA
POTABLE.

ANEXO N°05-B: RESULTADO DE ENSAYOS DE AGUA POTABLE C. P.
BOROGUEÑA

ANEXO N°05-C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Anexo N° 05-A: Resolución Directoral de Licencia de agua potable



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Autoridad Nacional
del Agua

Autoridad Administrativa
del Agua | Caplina-Cosña

"Año del Centenario de Machu Picchu para el Mundo"

RESOLUCIÓN DIRECTORAL

Nro. 103 -2011-ANA/AAA | C-O

Arequipa, **18 MAR. 2011**

VISTO:

El Oficio N° 0101-2011-ANA-ALA.LOCUMBA/SAMA de fecha 07.02.2011 tramitado por la Administración Local de Agua Locumba Sama, ingresado con Hoja de Envío N° 0497-2011, sobre otorgamiento de licencia de uso de agua con fines poblacionales a favor del Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña.

CONSIDERANDO:

Que, según establece el artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del Agua tiene entre otras funciones la de otorgar, modificar y extinguir, previo estudio técnico, derechos de uso de agua;

Que, según el artículo 44° de de la Ley N° 29338 para usar el recurso agua, salvo el uso primario, se requiere contar con un derecho de uso de agua otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua. El artículo 58 del Reglamento de la Ley aprobado mediante D.S. 001-2010 AG define el uso poblacional como el consistente en la extracción del agua de una fuente a través de un sistema de captación, tratamiento y distribución, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas; preparación de alimentos y hábitos de aseo personal, ello concordado con el artículo 59, por el cual las licencias de uso poblacionales se otorga a las entidades encargadas del suministro de agua poblacional, las que son responsables de implementar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua potable, en condiciones que garanticen la calidad adecuada del agua para el uso poblacional y la eficiente prestación del servicio.

Que, en este contexto la Municipalidad Distrital de Ilabaya, a través de la Resolución de Alcaldía N° 371-2010 dispone el reconocimiento y el registro del Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña, como administrador de los servicios de saneamiento de dicho anexo.

Que, se ha presentado el Estudio de Disponibilidad y Demanda Hídrica para la formalización de los derechos de uso del agua al Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña, el mismo que concluye por la existencia de la oferta hídrica anual disponible, que en el balance hídrico la oferta es mayor que la demanda, la calidad del agua es apta para el consumo humano, la existencia de la infraestructura de abastecimiento de agua potable y del sistema de abastecimiento de agua, no genera efecto negativo a la población, ni al medio ambiente.

Que, la Sub Dirección de Administración de Recursos Hídricos de esta Autoridad, con Informe Técnico N° 075-2011-ANA-AAA-I-CO-SDARH-HGLO, hace suyo el informe del Administrador de la Administración Local de Agua Locumba Sama, concluyendo de manera favorable por la autorización en vía de regularización de las obras de aprovechamiento hídrico con fines de uso poblacional y el otorgamiento de licencia de uso de agua con fines de uso poblacional.

Que, estando a lo opinado por la Unidad de Asesoría Jurídica, mediante Informe Legal N° 134-2011-ANA-AAAI-CO-UAJ/JCLA con el visto de la Sub Dirección de Administración de Recursos



PERÚ

Ministerio
de Agricultura

Autoridad Nacional
del Agua

Autoridad Administrativa
del Agua I Caplina - Ocoña

"Año del Centenario de Machu Picchu para el Mundo"

Hídricos; y de conformidad con lo dispuesto por el artículo 38° Lit. c) del D.S. 06-2010 AG, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua; esta Autoridad Administrativa del Agua I Caplina - Ocoña;

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- En vía de regularización, autorizar la ejecución de las obras de aprovechamiento hídrico con fines de uso poblacional, referidas a obras de captación, derivación y distribución del recurso hídrico comprendidas dentro del Comité Borogueña, descritas en el ítem IV.4 del Estudio presentado, el mismo que forma parte de la presente.

ARTÍCULO 2°.- Otorgar en vía de regularización, Licencia de uso de agua superficial con fines poblacionales al Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña, con el siguiente detalle:

Fuente de agua		Ubicación de la fuente								
Tipo	Nombre	Política			Hidrográfica		Geográfica			
		Dpto.	Provincia	Distrito	Cuenca	Código	Datum	Zona	Coordenadas UTM	
									Este (m)	Norte (m)
Superficial	Manantial Ojo de Cupine	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya	Locumba	1316	WGS84	19	348 655	8 086 920

ARTÍCULO 3°.- La asignación hídrica, es la proveniente del manantial "Ojo de Cupine" y tendrá la siguiente desagregación mensual:

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual (M3)
M3	3035.32	2741.76	3035.52	2937.60	3035.52	2937.60	3035.52	3035.52	2937.60	2678.40	2592.00	3035.52	35038.08

ARTÍCULO 4°.- El Comité Administrador de Servicios de Saneamiento Borogueña, deberá realizar la operación y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica y tratamiento correspondiente para asegurar la potabilidad del agua y registrar e informar mensualmente a la Administración Local de Agua Locumba Sama, los volúmenes de agua mensuales aprovechados, debiendo contar para ello con sistemas de medición y control en condiciones operativas y necesarias.

ARTÍCULO 5°.- Remitir copia de la presente Resolución al responsable del Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua de la Administración Local de Agua Locumba Sama, al responsable de la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de esta Autoridad y encargar a la Administración Local de Agua Locumba Sama la notificación al administrado, la Comisión de Regantes y a la Junta de Usuarios del lugar.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA 1
CAPLINA - OCOÑA

Ing. Miguel El Fernández Mares
DIRECTOR

Cc. Arch
MEFM/jcla

Anexo N° 05-B: Resultado de ensayos de agua potable C. P. Borogüeña



DEGENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ
 "Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

ENSAYOS DE MUESTRAS DE AGUA INFORME DE ENSAYO N° 0635

I. Datos del solicitante

Referencia: Oficio N° 0164-2014-ESBHAZ-DESA-DR-DRSS. T/GOB.REG.TACNA, Ingreso N° 45244-2014-DV

Solicitante:	DSB-DIGESA/DIRESA Tacna
Responsable del muestreo:	Ing. Daniel Chire

II. Datos de muestreo

Código de Lab.	Código campo	Matriz / Punto de muestreo / Localidad / Departamento	Fecha de muestreo
04075	01-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Vivienda familia Ruiz Humire / Coraguaya / Tacna 1	2014-10-09
04076	02-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Plaza Cívica Vialaca / Vialaca / Tacna 2	2014-10-09
04077	03-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño mercado de abastos Borogüeña / Borogüeña / Tacna 3	2014-10-09
04078	04-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño del P.S. Cambaya / Cambaya / Tacna 4	2014-10-09
04079	05-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño vivienda de familia Flores Ramos / Higuera / Tacna 5	2014-10-10
04080	06-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Vivienda inicial Fam. Guispe Zegarra / Viñas de Locumba / Tacna 6	2014-10-11
04081	07-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Vivienda final Fam. Vargas Cari / Viñas del Sur / Tacna 6	2014-10-11
04082	08-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Vivienda Fam. Velasquez Estalla / Locumba / Tacna	2014-10-11
04083	09-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Vivienda int. Rest. Rosam / Locumba / Tacna	2014-10-11
04084	10-FQ	Agua para uso y consumo humano / Caño Viv. Final Fam. Apomayta Apomayta / Locumba / Tacna	2014-10-11

Nota: Datos I y II proporcionados por el solicitante. Frascos proporcionados por la DIRESA Tacna.

Fecha de ingreso al laboratorio:	2014-10-17	Conservación de las muestras:	10°C A 17°C
----------------------------------	------------	-------------------------------	-------------

RESULTADOS

Código de Lab.	Plata (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Boro (mg/L)	Bario (mg/L)	Berilio (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cobalto (mg/L)	Cromo (mg/L)	Cobre (mg/L)	Hierro (mg/L)	Litio (mg/L)
04075	<0,003	0,028	0,048	0,008	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,022	<0,058
04076	<0,003	0,021	0,056	0,008	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,035	<0,058
04077	<0,003	0,124	0,075	0,008	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	0,068	<0,058
04078	<0,003	<0,012	0,416	0,004	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,004	0,011	<0,058
04079	<0,003	0,070	0,162	0,028	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,004	0,066	<0,058
04080	<0,003	<0,012	0,303	0,039	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,004	<0,010	<0,058
04081	<0,003	<0,012	0,300	0,039	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,005	<0,010	<0,058
04082	<0,003	<0,012	0,317	0,041	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,005	<0,010	<0,058
04083	<0,003	<0,012	0,339	0,046	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	<0,004	<0,010	<0,058
04084	<0,003	<0,012	0,337	0,047	<0,0004	<0,001	<0,007	<0,002	0,004	<0,010	<0,058
LCM	0,003	0,012	0,008	0,001	0,0004	0,001	0,007	0,002	0,004	0,010	0,058
Método	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7
Fecha de ensayo	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24

MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
 Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2014-10-31

EGM/SGV/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio - Seda La Molina
 Los Pinos 259, Urb. Camacho, Lima 12
 T: (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe Calle Las Amapolas N° 350
 www.digesa.sld.gob.pe Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central Telefónica (511) 631-4430



LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

ENSAYOS DE MUESTRAS DE AGUA INFORME DE ENSAYO N° 0635

Codigo de Lab.	Magnesio (mg/L)	Manganeso (mg/L)	Molibdeno (mg/L)	Sodio (mg/L)	Niquel (mg/L)	Plomo (mg/L)	Silicio (mg/L)	Vanadio (mg/L)	Zinc (mg/L)	Arsénico (µg/L)
04075	2,61	0,001	<0,007	9,10	<0,006	<0,009	20,6	0,004	<0,019	1,9
04076	1,85	0,001	<0,007	8,69	<0,006	<0,009	17,6	0,003	<0,019	1,1
04077	2,50	0,002	<0,007	11,1	<0,006	<0,009	20,8	0,004	<0,019	3,3
04078	3,90	<0,001	<0,007	33,0	<0,006	<0,009	23,4	0,005	<0,019	2,7
04079	3,74	0,002	<0,007	16,5	<0,006	<0,009	14,8	<0,003	<0,019	2,4
04080	13,5	<0,001	<0,007	56,0	<0,006	<0,009	35,7	0,012	<0,019	8,4
04081	13,3	<0,001	<0,007	55,5	<0,006	<0,009	31,1	0,012	<0,019	9,0
04082	14,2	<0,001	<0,007	58,8	<0,006	<0,009	31,3	0,012	<0,019	10,1
04083	15,2	<0,001	<0,007	61,8	<0,006	<0,009	33,4	0,013	<0,019	10,1
04084	15,1	<0,001	<0,007	62,1	<0,006	<0,009	29,7	0,013	<0,019	10,1
LCM	0,006	0,001	0,007	0,122	0,006	0,009	0,073	0,003	0,019	1,0
Método	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	EPA 200.7	3114C
Fecha de ensayo	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-24	2014-10-28

LCM: Limite de cuantificación del método

Métodos: EPA Method 200.7, Rev 4.4 1994 Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry

SMEWW Method 3114C, 22nd Edition, 2012 Continuous Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method

SMEWW: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WEF

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental

Elena Gil Merino

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2014-10-31

EGM/SGV/Ing

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio - Sede La Molina Los Pinos 259, Urb. Camacho, Lima 12 T151114341912

F01-AC-PS-13 Rev 02

www.digesamininsa.gob.pe www.digesa.sld.pe

Calle Las Amapolas N° 350 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú Central Telefónica (511) 691-4430



PERU

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU
"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

ENSAYOS DE MUESTRAS DE AGUA
INFORME DE ENSAYO N° 0635

RESULTADOS

Código de Lab.	Dureza total como CaCO ₃ (mg/L)	Cloruro (mg/L)
04075	27,0	3,42
04076	22,1	2,98
04077	28,4	3,50
04078	142	21,2
04079	49,0	12,4
04080	338	41,7
04081	348	36,3
04082	358	64,3
04083	387	54,8
04084	387	48,4
LCM	5,0	2,00
Método	2340C	DIGESA-AB-PE-02
Fecha de ensayo	2014-10-21	2014-10-21

LCM: Límite de cuantificación del método

Métodos: SMEWW Method 2340C. 22nd Edition, 2012. EDTA Titrimetric Method

DIGESA-AB-PE-02. Determinación de aniones en agua por cromatografía iónica, basado en SMEWW APHA, AWWA, WEF, Part 4110B 22nd edition 2012. Ion chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity. SMEWW: Standard Method for Examination of Water and Wastewater. APHA-AWWA-WEF.

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental

ELENA DEL ROSARIO GIL MERINO
Jefa del Laboratorio de Control Ambiental



Lima, 2014-10-31

EGM/SGV/lmg

Los resultados de este informe corresponden a las muestras sometidas a ensayo. La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio - Sede La Molina
Los Pinos 259, Urb. Camacho, Lima 12
T: (511) 4341912

www.digesa.minsa.gob.pe | Calle Las Amapolas N° 950
www.digesa.sld.pe | Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430

3

Anexo N° 05-C: Análisis microbiológico de aguas



DIRECCIÓN
REGIONAL
SALUD

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y del Compromiso Climático"

Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
Laboratorio de Salud Ambiental
Prolongación 2 de Mayo N° 180

INFORME DE ENSAYO N° 192 - 2014 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Solicitante	: EQUIPO DE SANEAMIENTO BASICO, HIGIENE ALIMENTARIA Y ZONOSIS	P.S. BOROQUEÑA
Programa	: PROGRAMA DE VIGILANCIA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	

DATOS DEL MUESTREO (Proporcionados por el solicitante)		CONTROL LABORATORIO	
Departamento	Tacna	Fecha/Hora de recepción	28.04.2014 / 07:49 Hrs
Provincia	Jorge Basadre - Ilabaya	Fecha de inicio del ensayo	28.04.2014 / 10:05 Hrs
Fecha/hora de inicio de muestreo	27.04.2014 / 17:30 Hrs	Fecha de reporte	30.04.2014
Muestreado por	Tec. Enf. Abel Ramos Ali		

RESULTADOS

Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Tipo	Origen de la fuente/Punto de muestreo/localidad	Coliformes Totales 35°C (UFC/100ml)	Coliformes Fecales 44,5°C (UFC/100ml)	Bacterias heterótrofas (UFC/ml)
348-AP	Agua para consumo humano	Agua Manantial / Reservoirio Principal Borogueña / Borogueña	< 1	< 1	< 1
349-AP	Agua para consumo humano	Agua Manantial / Pilón de la Familia Inquilla Limache / Borogueña	< 1	< 1	17 x 10
350-AP	Agua para consumo humano	Agua Manantial / Pilón de la Familia Limache Huamani / Borogueña	< 1	< 1	58

NOTA: < "Valor" significa no cuantificable inferior al valor indicado. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. NSD: No se determinó.

Método de ensayo: Numeración de Coliformes totales.; Coliformes fecales: Método Estandarizado de Filtración por membrana APHA, AWW, WEF, Part 9222B, 9222D.21th ed. 2005. Recuento de bacterias Heterótrofas, Método de placa fluida APHA, AWW, WEF, part.9215B.21TH ed.2005

GOBIERNO REGIONAL TACNA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD

MG. SILVIA ISABEL SAKURAY MONTALVO
DIRECTORA EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
C.B.P: 2779

Yassely Rosales Flores
Bióloga
C.B.P: 5933

(01) Original.

(02) Copia

SISM / YVRF/cor.

Los ensayos se han efectuado según lo solicitado por cadena de custodia.

Los resultados del informe corresponden solo a las muestras sometidas a ensayo.

La reproducción parcial de este informe, no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio

"Salud Nueva Actitud"

Blondell s/n K-3 Teléfono Fax: 052-243844 - 423872 Tacna - Perú

2

ANEXO N°06:

PLANOS

U-1: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

P-1: PLANO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

P-2: GEOMORFOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

P-3: PLANO GEOLÓGICO Y GEODINÁMICA EXTERNA

P-4: ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE SUELOS

P-5: TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE

P-6: SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTE AVENIDAS

P-7: UBICACIÓN DE MICROCUENCAS-C.P. BOROQUEÑA

PS-1: MAPA DE ISOSISTAS-SISMO

PS-2: MAPA DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS

PS-3: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE EPICENTROS

PS-4: MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA

S-01: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE

S-02: PRESIONES – RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

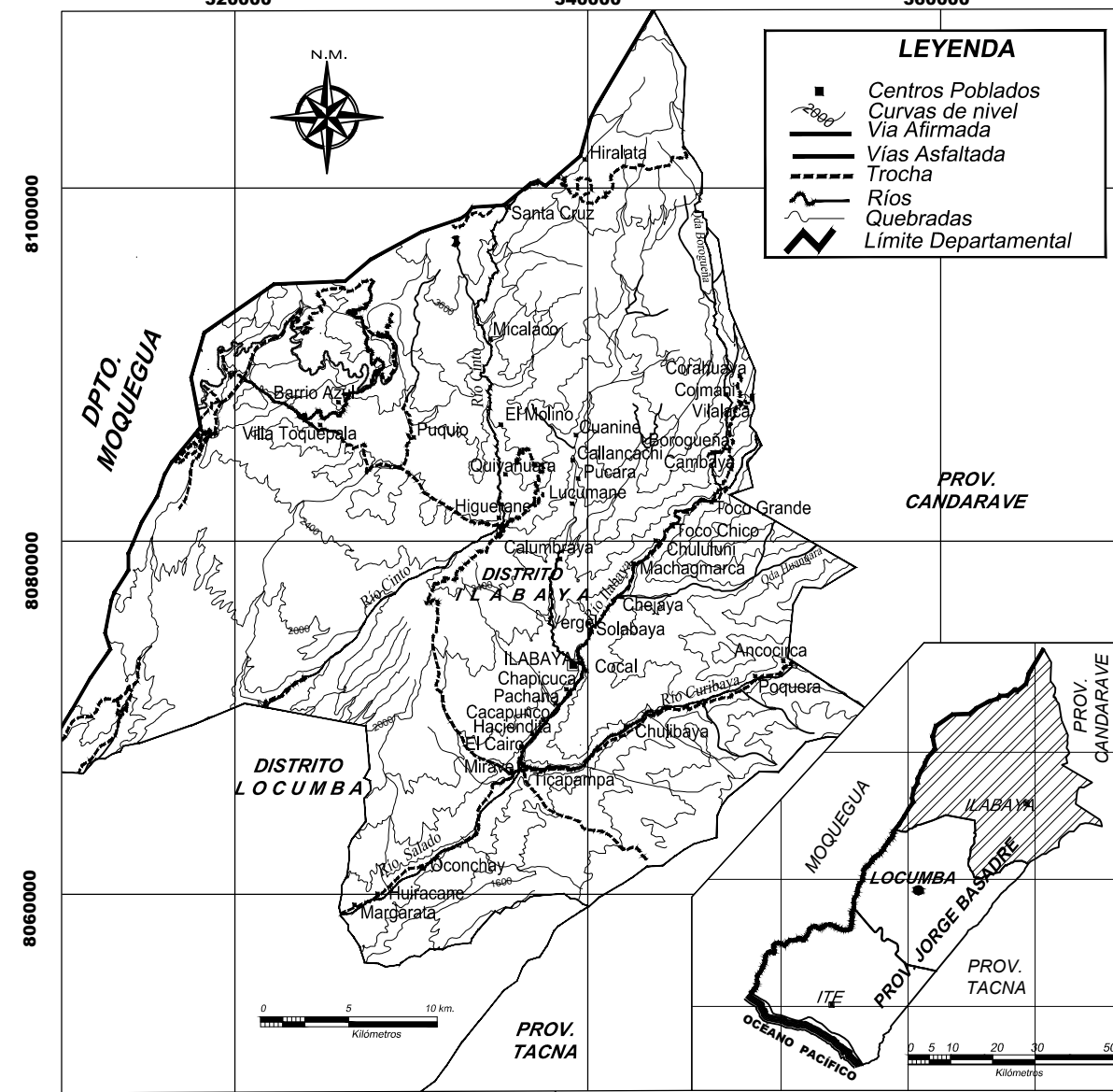
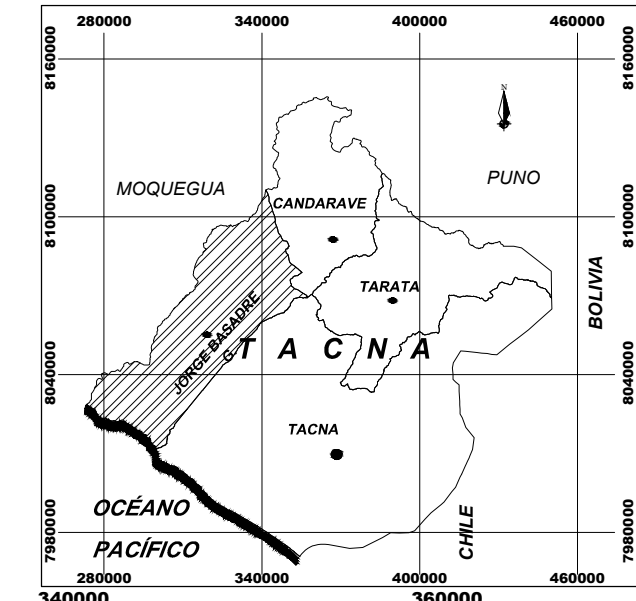
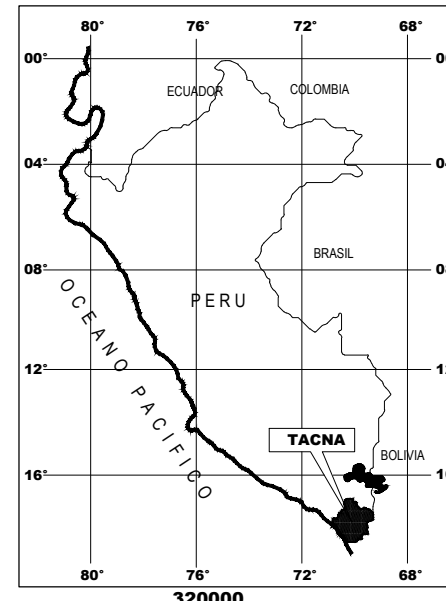
MP-1: PELIGROS DE ORIGEN NATURAL

MP-2: VULNERABILIDAD A INUNDACIÓN POR HUAYCOS

MP-3: VULNERABILIDAD SÍSMICA

MP-4: OBRAS DE DRENAJE

LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUEÑA
 ESCALA: 1/2 500



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUEÑA - TACNA

PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2015 CAD: M.A.M.P.

PLANO: **U-01**

335000

340000

345000

350000

8085000

8080000

8075000

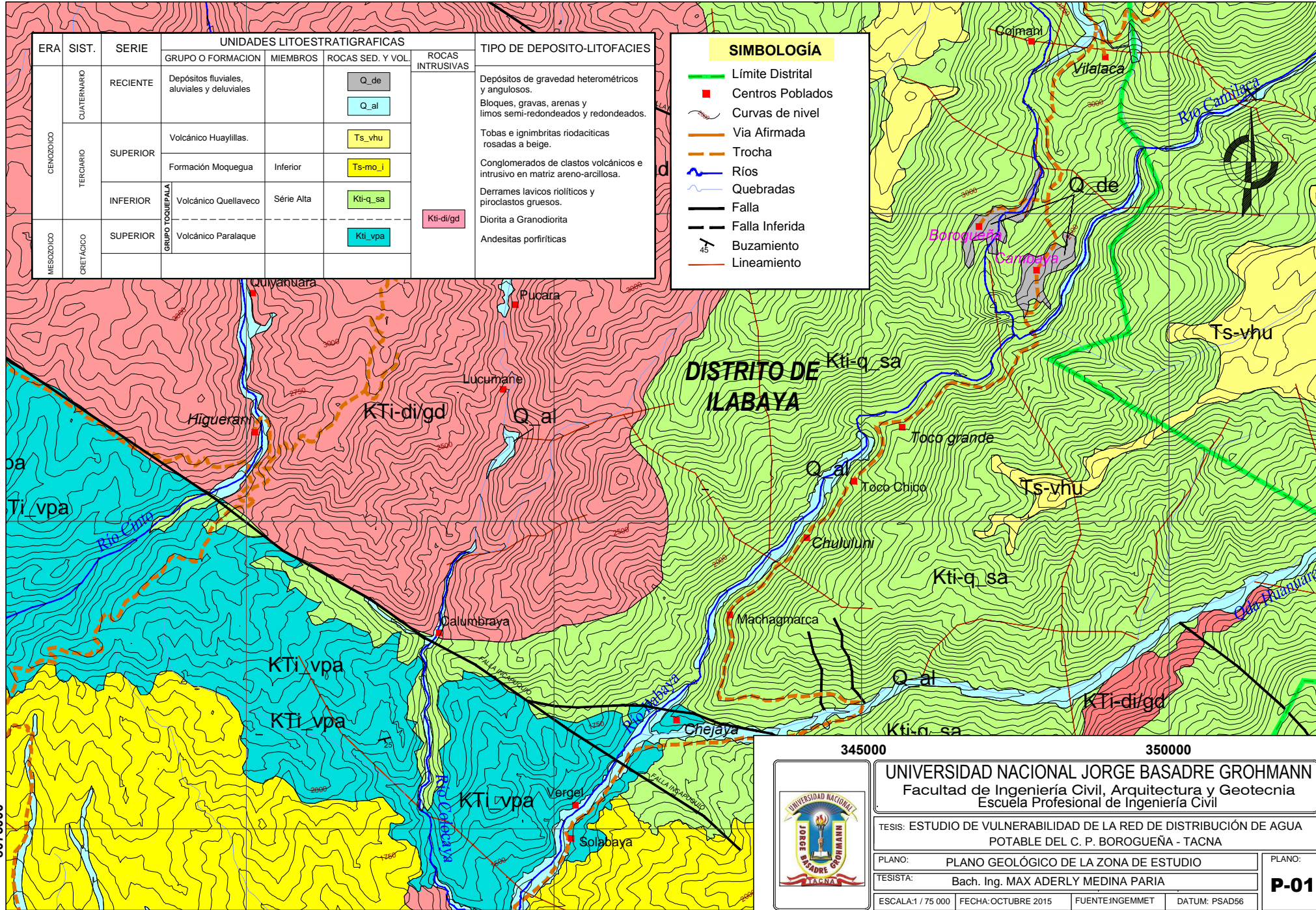
8085000

8080000

ERA	SIST.	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS			ROCAS INTRUSIVAS	TIPO DE DEPOSITO-LITOFACIES
			GRUPO O FORMACION	MIEMBROS	ROCAS SED. Y VOL.		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos fluviales, aluviales y deluviales		Q_de Q_al	Depósitos de gravedad heterométricos y angulosos. Bloques, gravas, arenas y limos semi-redondeados y redondeados. Tobas e ignimbritas riolíticas rosadas a beige. Conglomerados de clastos volcánicos e intrusivo en matriz areno-arcillosa. Derrames lavicos riolíticos y piroclastos gruesos. Diorita a Granodiorita Andesitas porfíricas	
			Volcánico Huayllillas.		Ts_vhu		
	TERCIARIO	SUPERIOR	Formación Moquegua	Inferior	Ts-mo_i		
GRUPO TOQUEPALA			Volcánico Quellaveco	Serie Alta	Kti-q_sa		
	MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Volcánico Paralaque		Kti-vpa	
					Kti-di/gd		

SIMBOLOGÍA

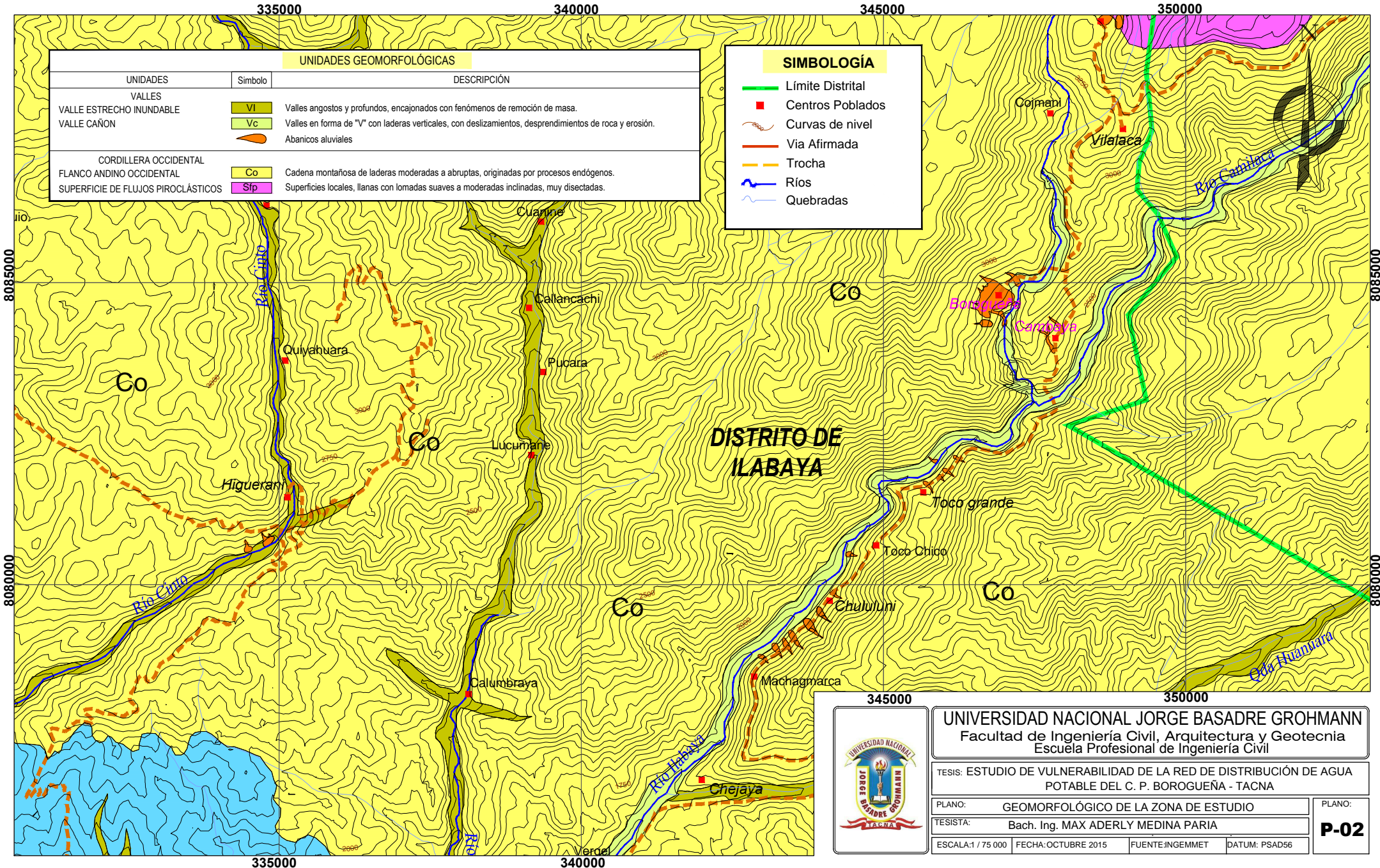
- Limite Distrital
- Centros Poblados
- Curvas de nivel
- Via Afirmada
- Trocha
- Ríos
- Quebradas
- Falla
- Falla Inherida
- Buzamiento
- Lineamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: PLANO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	PLANO: P-01
TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ	
ESCALA: 1 / 75 000	FECHA: OCTUBRE 2015
FUENTE: INGEMMET	DATUM: PSAD56



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		
UNIDADES	Simbolo	DESCRIPCIÓN
VALLES		
VALLE ESTRECHO INUNDABLE	VI	Valles angostos y profundos, encajonados con fenómenos de remoción de masa.
VALLE CAÑÓN	Vc	Valles en forma de "V" con laderas verticales, con deslizamientos, desprendimientos de roca y erosión.
		Abanicos aluviales
CORDILLERA OCCIDENTAL		
FLANCO ANDINO OCCIDENTAL	Co	Cadena montañosa de laderas moderadas a abruptas, originadas por procesos endógenos.
SUPERFICIE DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS	Sfp	Superficies locales, llanas con lomadas suaves a moderadas inclinadas, muy disectadas.

SIMBOLOGÍA	
	Límite Distrital
	Centros Poblados
	Curvas de nivel
	Vía Afirmada
	Trocha
	Ríos
	Quebradas



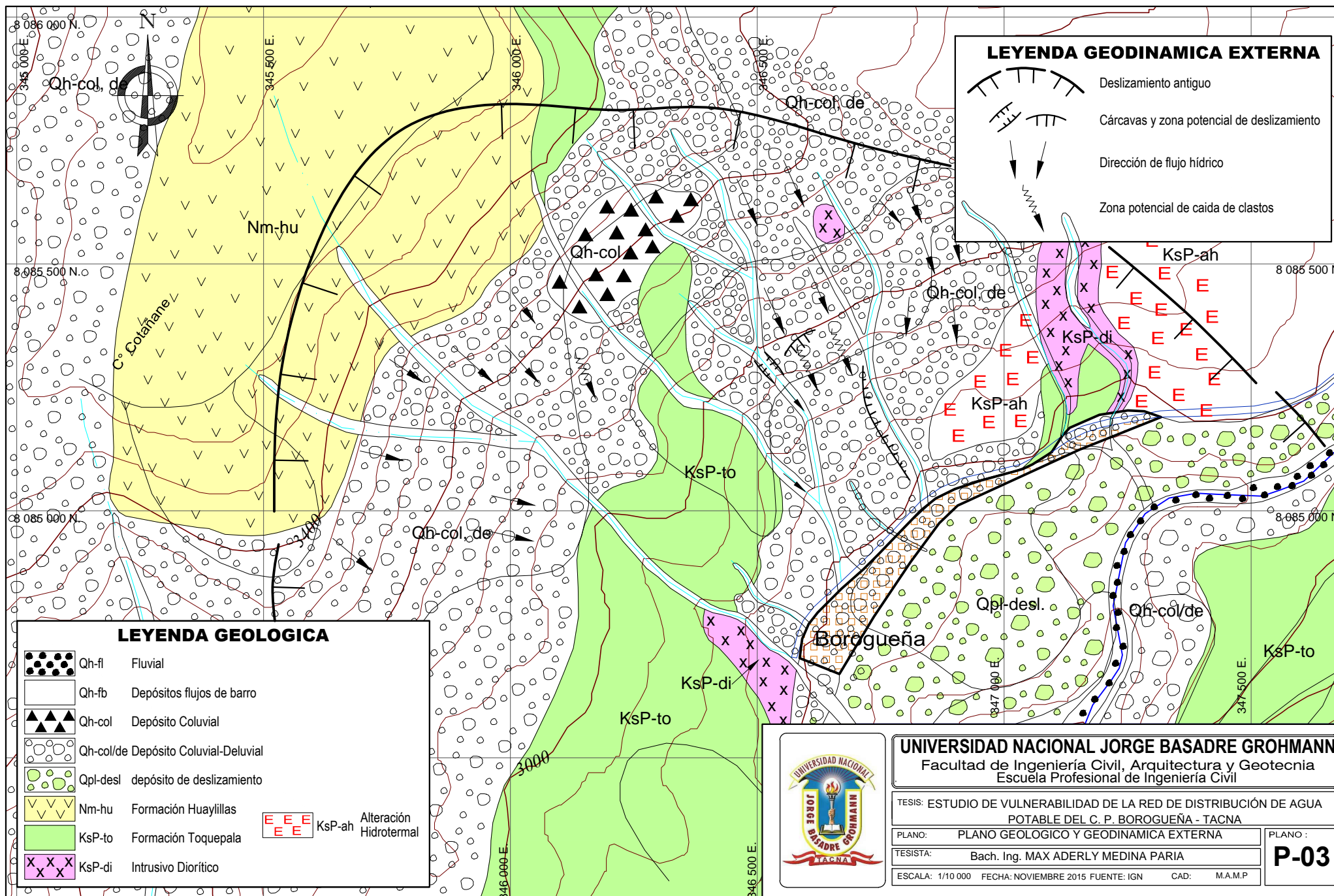
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUEÑA - TACNA

PLANO: GEOMORFOLÓGICO DE LA ZONA DE ESTUDIO
 TESISISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1 / 75 000 FECHA: OCTUBRE 2015 FUENTE: INGEMMET DATUM: PSAD56

PLANO:
P-02



LEYENDA GEODINAMICA EXTERNA

- Deslizamiento antiguo
- Cárcavas y zona potencial de deslizamiento
- Dirección de flujo hídrico
- Zona potencial de caída de clastos

LEYENDA GEOLOGICA

	Qh-fl	Fluvial
	Qh-fb	Depósitos flujos de barro
	Qh-col	Depósito Coluvial
	Qh-col/de	Depósito Coluvial-Deluvial
	Qpl-desl	depósito de deslizamiento
	Nm-hu	Formación Huaylillas
	KsP-to	Formación Toquepala
	KsP-ah	Alteración Hidrotermal
	KsP-di	Intrusivo Diorítico



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

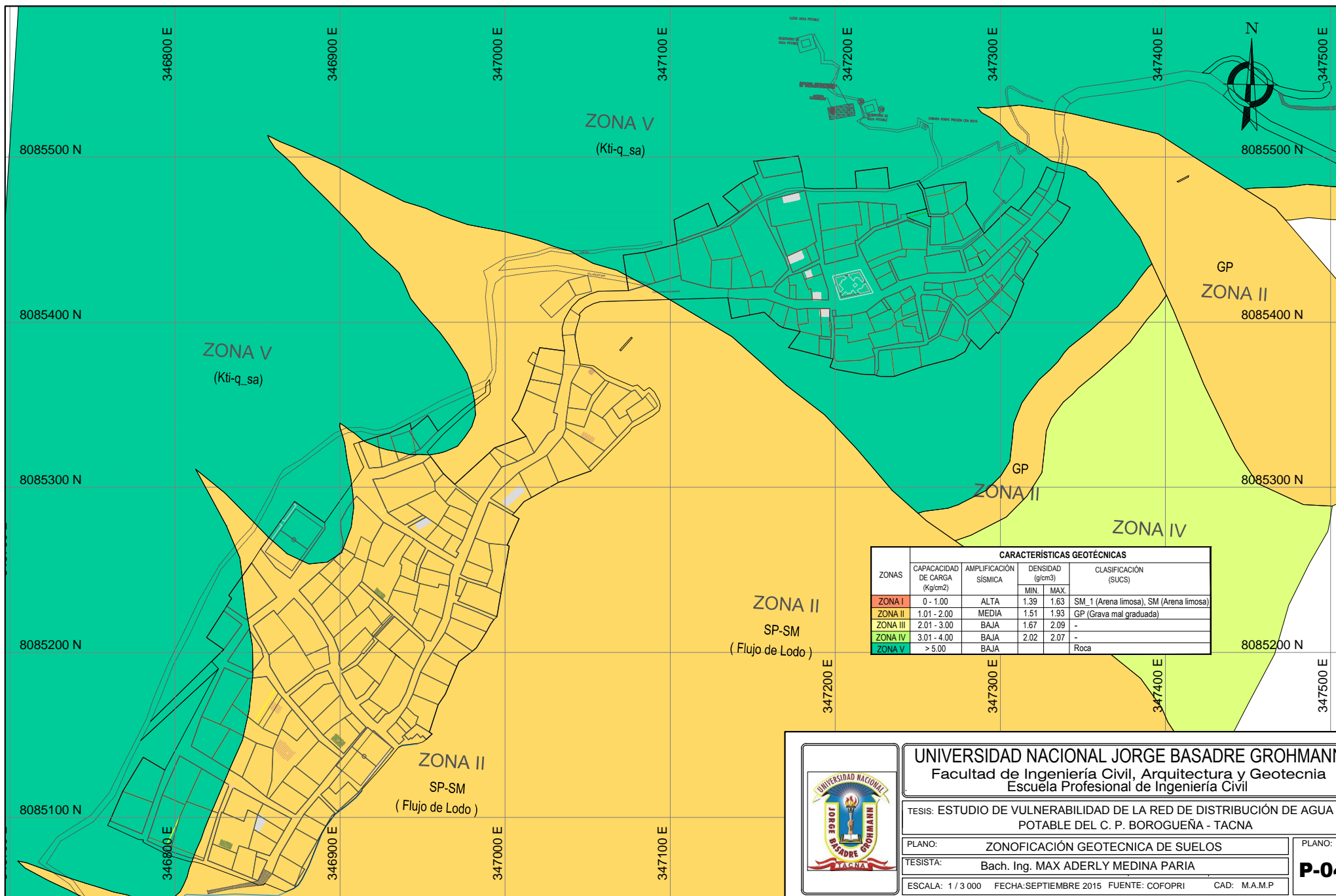
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGÜEÑA - TACNA

PLANO: PLANO GEOLOGICO Y GEODINAMICA EXTERNA

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1/10 000 FECHA: NOVIEMBRE 2015 FUENTE: IGN CAD: M.A.M.P

PLANO: **P-03**



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

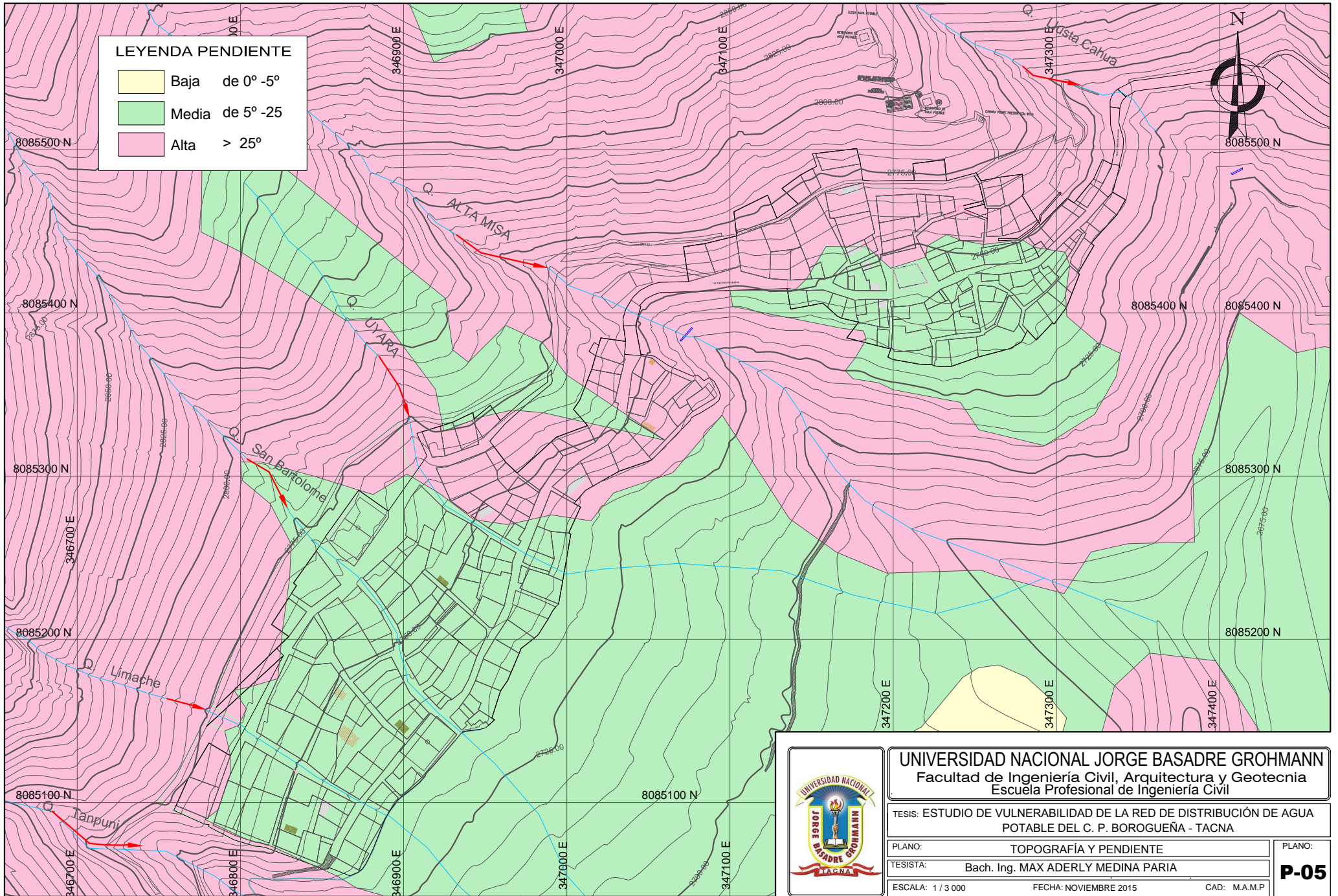
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

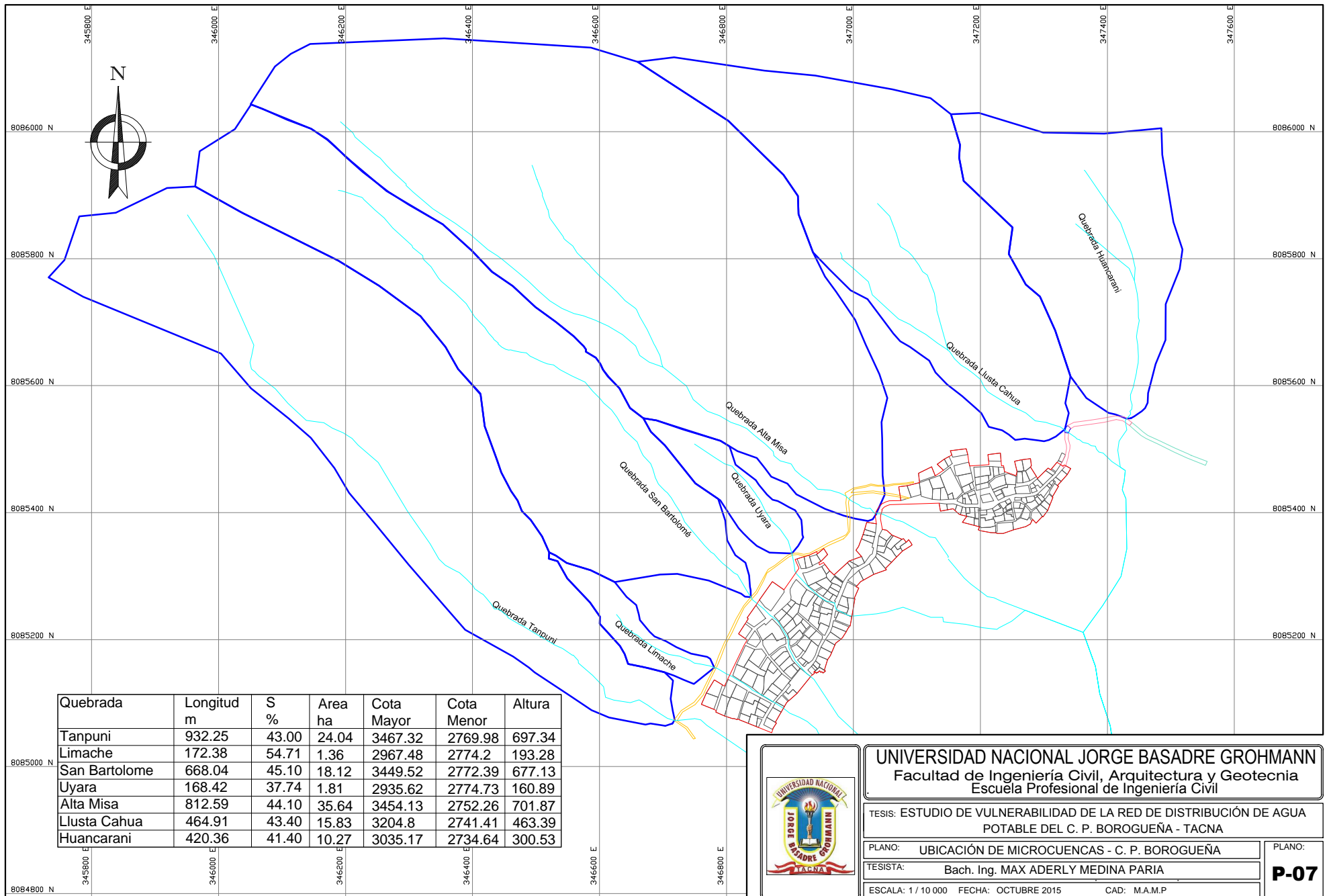
PLANO: ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE SUELOS

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1 / 3 000 FECHA: SEPTIEMBRE 2015 FUENTE: COFOPRI CAD: M.A.M.P

P-04





UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

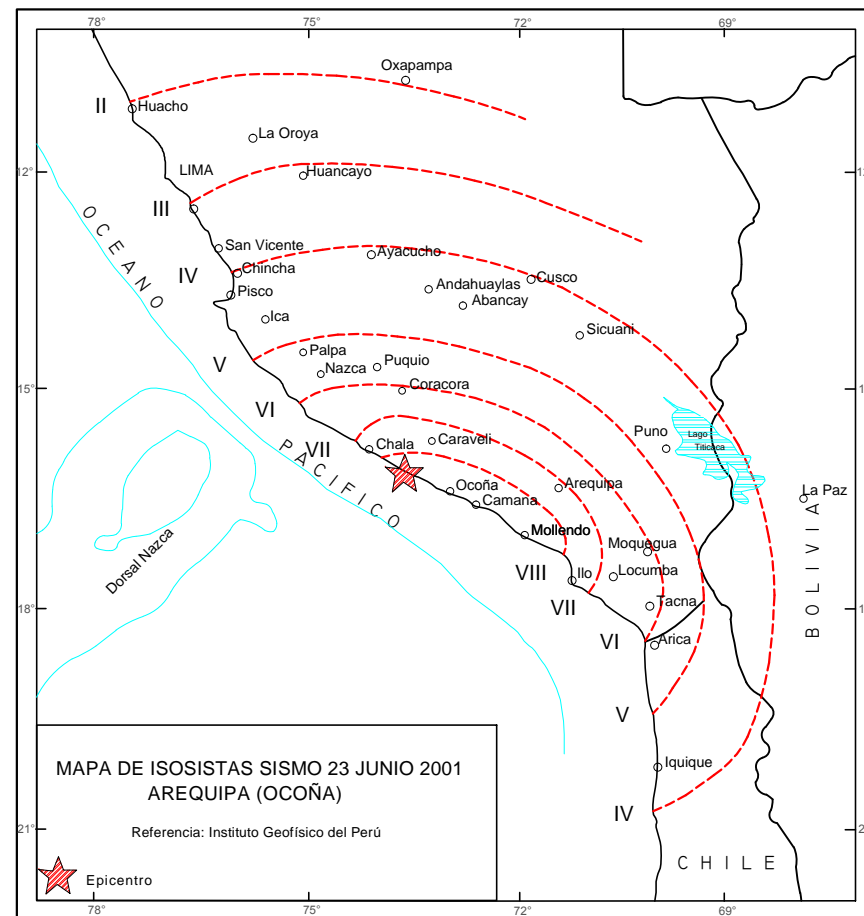
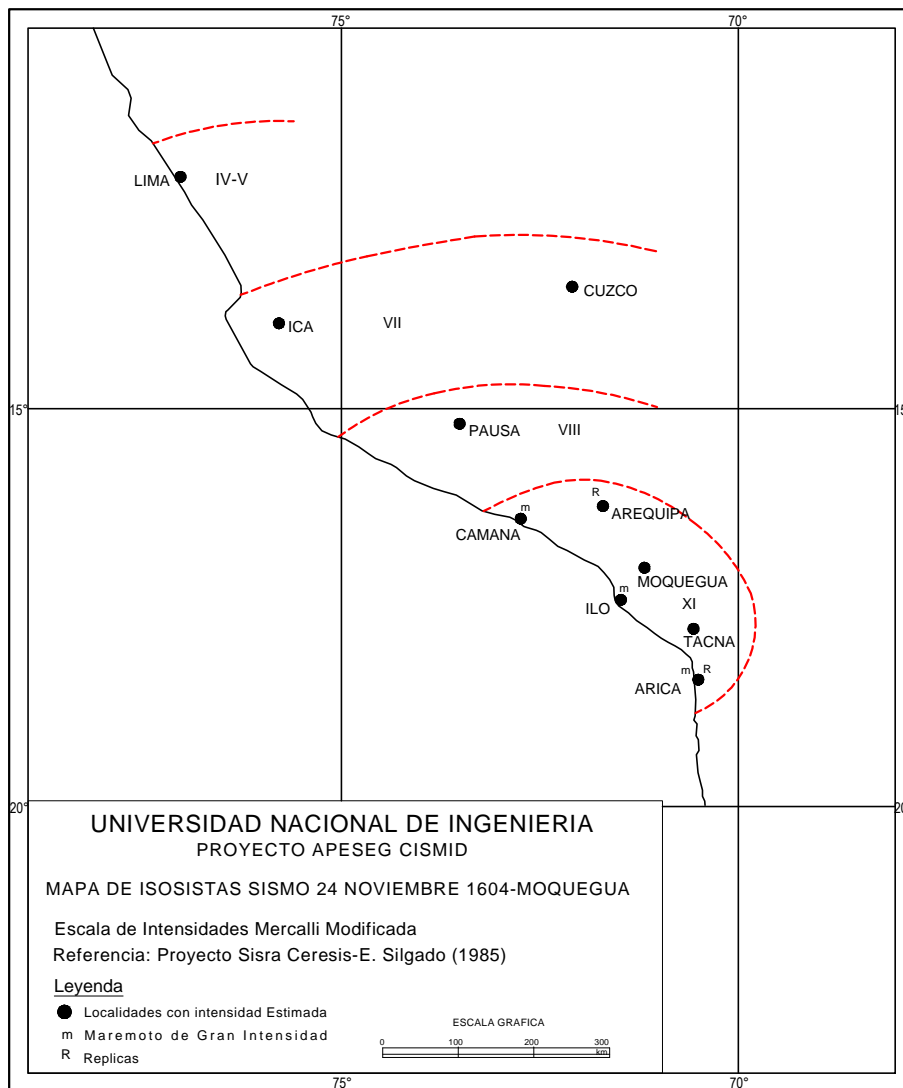
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: UBICACIÓN DE MICROCUENCAS - C. P. BOROGUEÑA

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1 / 10 000 FECHA: OCTUBRE 2015 CAD: M.A.M.P

P-07



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

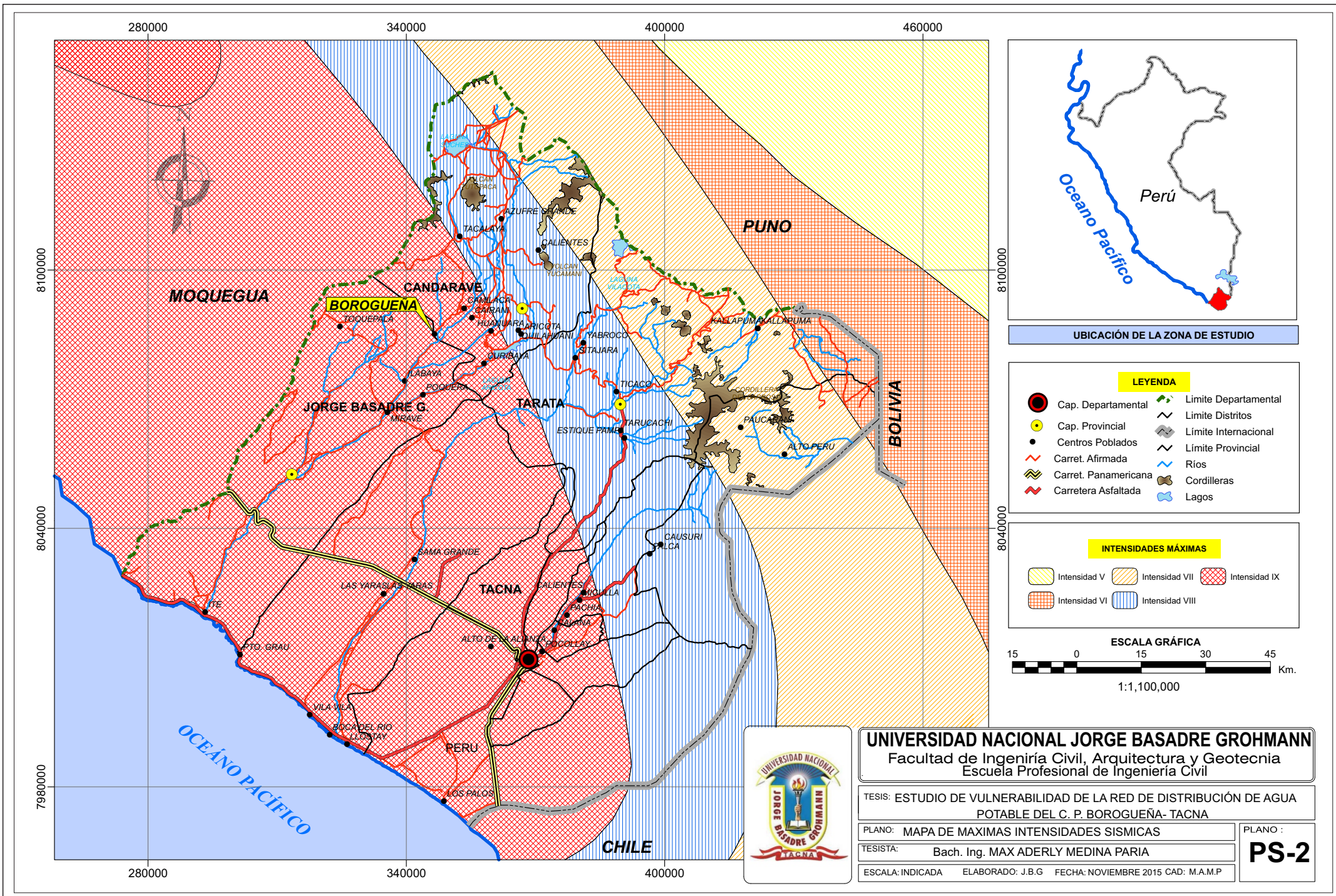
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: MAPA DE ISOSISTAS-SISMO

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIA

ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P

PS-01



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

LEYENDA

- Cap. Departamental
- Cap. Provincial
- Centros Poblados
- ~ Carret. Afirmada
- ~ Carret. Panamericana
- ~ Carretera Asfaltada
- ~ Limite Departamental
- ~ Limite Distritos
- ~ Limite Internacional
- ~ Limite Provincial
- ~ Ríos
- ~ Cordilleras
- ~ Lagos

INTENSIDADES MÁXIMAS

- Intensidad V
- Intensidad VI
- Intensidad VII
- Intensidad VIII
- Intensidad IX

ESCALA GRÁFICA

15 0 15 30 45 Km.

1:1,100,000



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

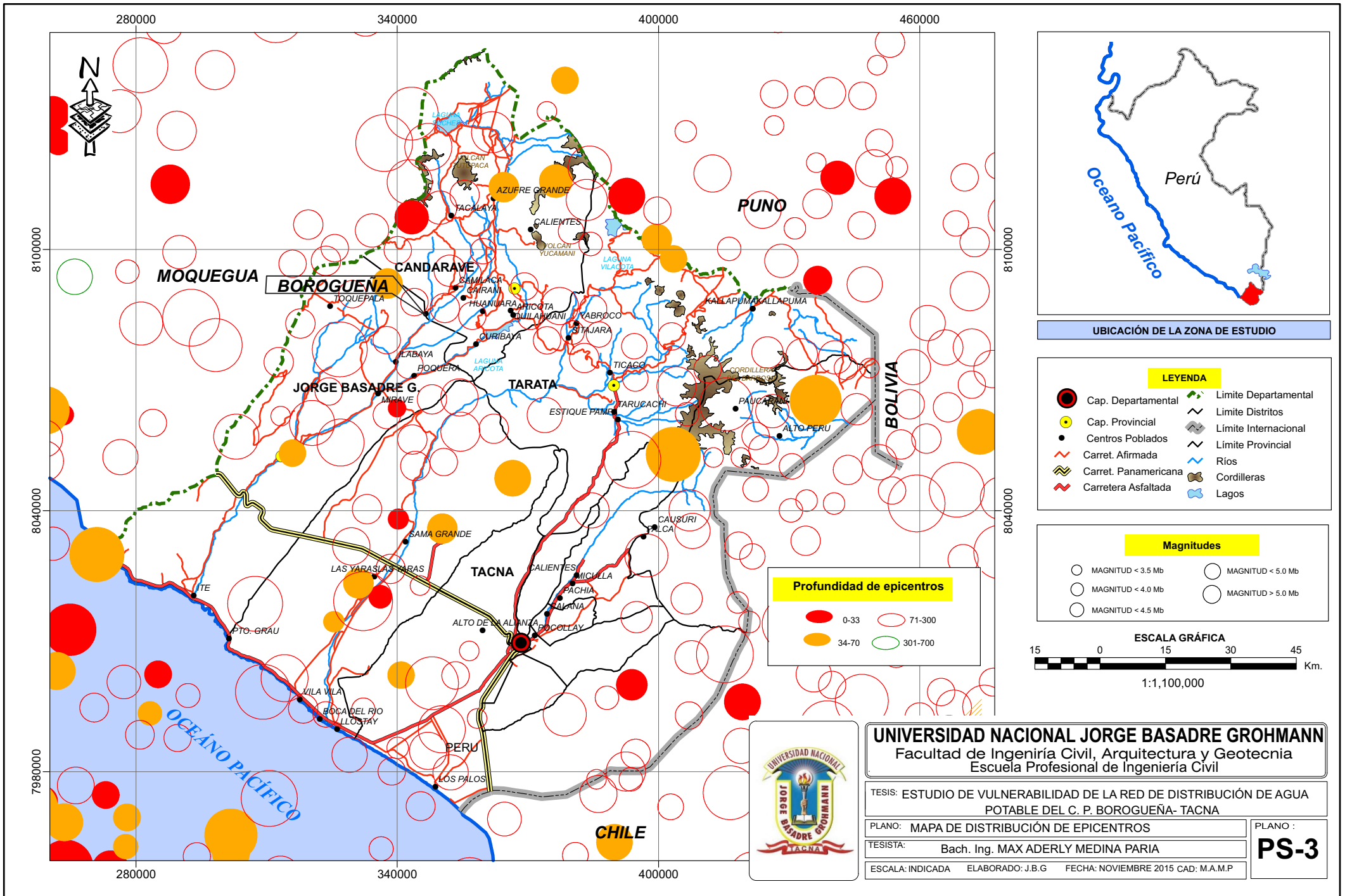
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUENA- TACNA

PLANO: MAPA DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIA

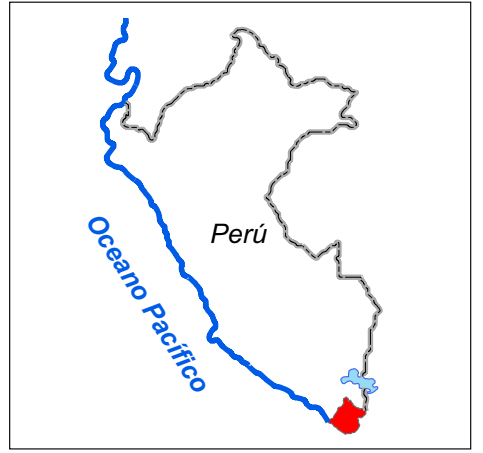
ESCALA: INDICADA ELABORADO: J.B.G. FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P

PLANO :
PS-2



280000 340000 400000 460000

8100000
8040000
7980000



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

LEYENDA

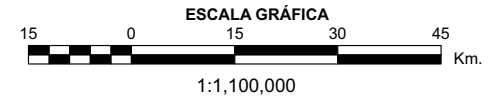
- Cap. Departamental
- Cap. Provincial
- Centros Poblados
- Carret. Afirmada
- Carret. Panamericana
- Carretera Asfaltada
- Limite Departamental
- Limite Distritos
- Limite Internacional
- Limite Provincial
- Ríos
- Cordilleras
- Lagos

Magnitudes

- MAGNITUD < 3.5 Mb
- MAGNITUD < 4.0 Mb
- MAGNITUD < 4.5 Mb
- MAGNITUD < 5.0 Mb
- MAGNITUD > 5.0 Mb

Profundidad de epicentros

- 0-33
- 34-70
- 71-300
- 301-700



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGÜENA- TACNA

PLANO: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE EPICENTROS

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

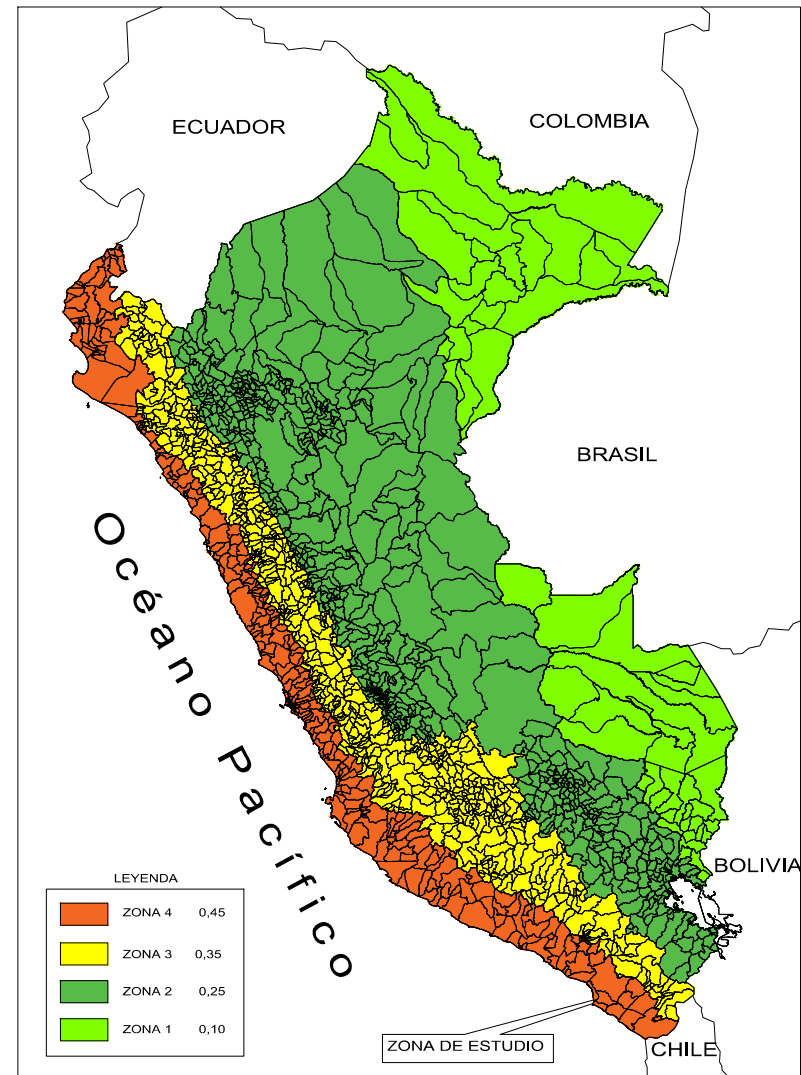
ESCALA: INDICADA ELABORADO: J.B.G FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P

PLANO :
PS-3

280000 340000 400000



RNE-2006 E 030



PROYECTO DE NORMA E 030 (20/01/2014)



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

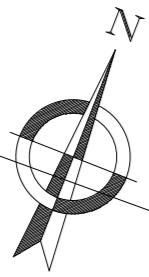
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIA

ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P

PLANO:
PS-4



LEYENDA	
CURVA MAYOR	
CURVA MENOR	
RED DE AGUA POTABLE	
VALVULA ø 2" y 3"	
TAPON ø 2" y 3"	
LOTE URBANO	
CODO 22.5°, 45° y 90° ø 3" y 2"	
TEE ø 3"x3" ó TEE 3"x2"	

PLANO RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE

ESCALA: 1/1250



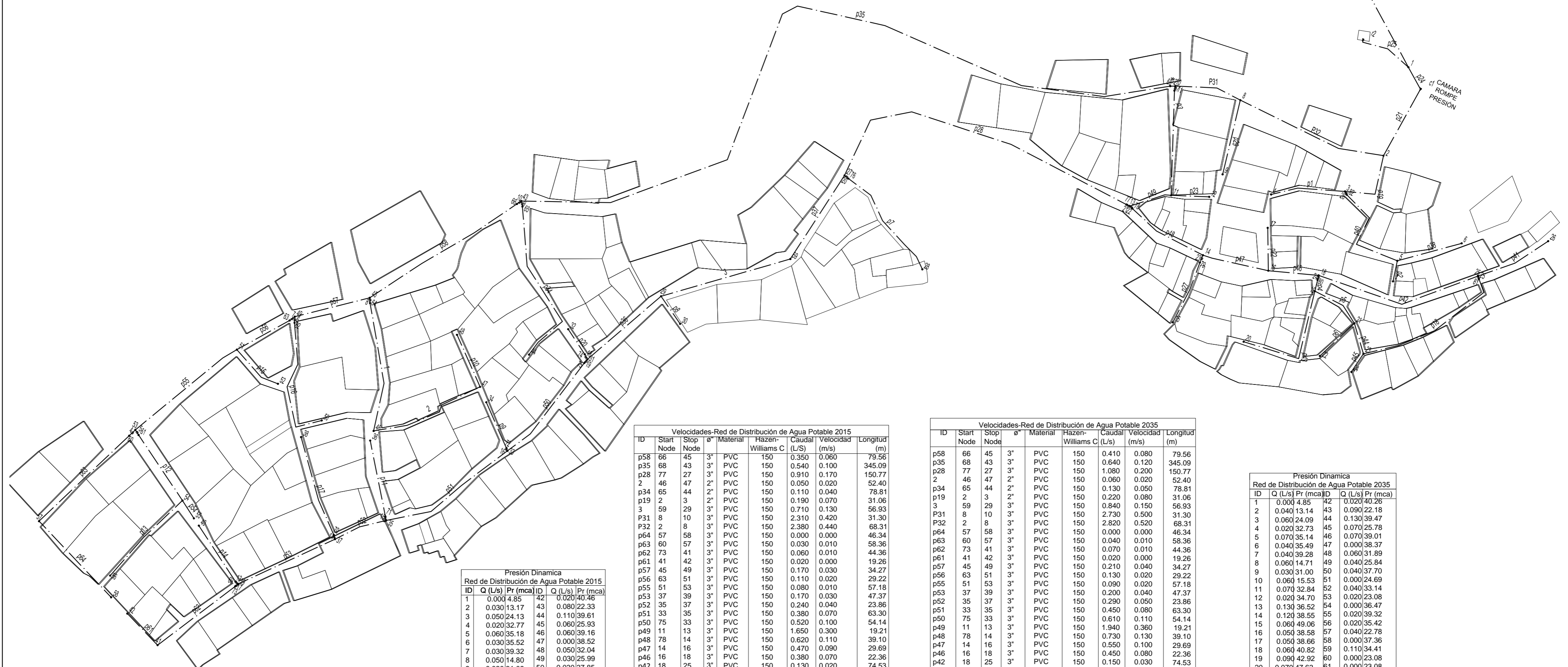
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUERA - TACNA
 PLANO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE
 TESISISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIA
 ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P.

S-01

ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C.P. BOROQUEÑA

Esc: 1/1250



Presión Dinámica
Red de Distribución de Agua Potable 2015

ID	Q (L/s)	Pr (mca)	ID	Q (L/s)	Pr (mca)
1	0.000 4.85	42	0.020 40.46		
2	0.030 13.17	43	0.080 22.33		
3	0.050 24.13	44	0.110 39.61		
4	0.020 32.77	45	0.060 25.93		
5	0.060 35.18	46	0.060 39.16		
6	0.030 35.52	47	0.000 38.52		
7	0.030 39.32	48	0.050 32.04		
8	0.050 14.80	49	0.030 25.99		
9	0.030 31.09	50	0.030 37.85		
10	0.060 15.65	51	0.000 24.84		
11	0.060 32.98	52	0.030 33.29		
12	0.020 34.84	53	0.020 23.23		
13	0.110 36.68	54	0.000 36.62		
14	0.110 38.71	55	0.020 39.47		
15	0.050 49.22	56	0.020 35.57		
16	0.040 38.74	57	0.030 22.93		
17	0.040 38.82	58	0.000 37.51		
18	0.050 40.98	59	0.090 34.60		
19	0.080 43.08	60	0.000 23.23		
20	0.060 47.79	61	0.000 23.23		
21	0.030 45.69	62	0.000 25.99		
22	0.020 46.46	63	0.000 25.99		
23	0.060 48.32	64	0.000 25.93		
24	0.020 49.21	65	0.000 22.33		
25	0.060 43.61	66	0.000 22.33		
26	0.010 44.47	67	0.000 15.65		
27	0.060 34.10	68	0.000 15.65		
28	0.050 50.75	69	0.000 47.57		
29	0.050 42.43	70	0.000 48.59		
30	0.030 47.50	71	0.000 47.26		
31	0.090 44.21	72	0.000 47.07		
32	0.020 40.37	73	0.000 47.57		
33	0.110 47.07	74	0.000 44.21		
34	0.030 40.11	75	0.000 44.21		
35	0.080 47.26	76	0.000 34.10		
36	0.060 39.87	77	0.000 36.68		
37	0.030 48.59	78	0.000 36.68		
38	0.050 38.76	79	0.000 38.71		
39	0.090 47.57	80	0.000 40.98		
40	0.020 40.18	81	0.000 43.61		
41	0.050 45.74	82	0.000 24.13		

Velocidades-Red de Distribución de Agua Potable 2015

ID	Start Node	Stop Node	Ø	Material	Házen-Williams C	Caudal (L/S)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)
p58	66	45	3"	PVC	150	0.350	0.060	79.56
p35	68	43	3"	PVC	150	0.540	0.100	345.09
p28	77	27	3"	PVC	150	0.910	0.170	150.77
2	46	47	2"	PVC	150	0.050	0.020	52.40
p34	65	44	2"	PVC	150	0.110	0.040	78.81
p19	2	3	2"	PVC	150	0.190	0.070	31.06
3	59	29	3"	PVC	150	0.710	0.130	56.93
P31	8	10	3"	PVC	150	2.310	0.420	31.30
P32	2	8	3"	PVC	150	2.380	0.440	68.31
p64	57	58	3"	PVC	150	0.000	0.000	46.34
p63	60	57	3"	PVC	150	0.030	0.010	58.36
p62	73	41	3"	PVC	150	0.060	0.010	44.36
p61	41	42	3"	PVC	150	0.020	0.000	19.26
p57	45	49	3"	PVC	150	0.170	0.030	34.27
p56	63	51	3"	PVC	150	0.110	0.020	29.22
p55	51	53	3"	PVC	150	0.080	0.010	57.18
p53	37	39	3"	PVC	150	0.170	0.030	47.37
p52	35	37	3"	PVC	150	0.240	0.040	23.86
p51	33	35	3"	PVC	150	0.380	0.070	63.30
p50	75	33	3"	PVC	150	0.520	0.100	54.14
p49	11	13	3"	PVC	150	1.850	0.300	19.21
p48	78	14	3"	PVC	150	0.620	0.110	39.10
p47	14	16	3"	PVC	150	0.470	0.090	29.69
p46	16	18	3"	PVC	150	0.380	0.070	22.36
p42	18	25	3"	PVC	150	0.130	0.020	74.53
p41	25	26	3"	PVC	150	0.010	0.000	35.12
p37	27	59	3"	PVC	150	0.800	0.150	103.30
p36	29	31	3"	PVC	150	0.630	0.120	42.81
p21	c1	2	3"	PVC	150	2.600	0.480	33.47
p3	67	11	3"	PVC	150	1.720	0.320	48.24
p60	r1	1	2"	PVC	150	12.840	4.790	74.64
1	64	46	2"	PVC	150	0.110	0.040	59.88
p54	54	55	2"	PVC	150	0.020	0.010	9.29
p45	23	24	2"	PVC	150	0.020	0.010	9.74
p44	21	23	2"	PVC	150	0.030	0.010	13.83
p43	19	20	2"	PVC	150	0.070	0.030	56.29
p29	8	9	2"	PVC	150	0.030	0.010	33.89
p27	79	15	2"	PVC	150	0.050	0.020	32.75
p25	r2	1	2"	PVC	150	8.590	3.210	24.73
p24	1	c1	2"	PVC	150	21.420	8.000	11.15
p23	11	12	2"	PVC	150	0.020	0.010	16.72
p22	16	17	2"	PVC	150	0.040	0.020	19.12
p18	81	23	2"	PVC	150	0.050	0.020	68.00
p17	70	38	2"	PVC	150	0.050	0.020	47.42
p16	62	50	2"	PVC	150	0.030	0.010	61.55
p15	51	52	2"	PVC	150	0.030	0.010	24.20
p14	69	40	2"	PVC	150	0.020	0.010	30.99
p13	54	56	2"	PVC	150	0.020	0.010	45.94
p12	61	54	2"	PVC	150	0.030	0.010	37.59
p11	71	36	2"	PVC	150	0.060	0.020	36.20
p10	47	48	2"	PVC	150	0.050	0.020	25.34
p9	72	34	2"	PVC	150	0.030	0.010	23.48
p8	29	30	2"	PVC	150	0.030	0.010	14.90
p7	76	28	2"	PVC	150	0.050	0.020	55.13
p6	21	22	2"	PVC	150	0.020	0.010	20.67
p5	19	21	2"	PVC	150	0.070	0.030	23.38
p4	80	19	2"	PVC	150	0.210	0.080	6.89
p2	5	7	2"	PVC	150	0.030	0.010	9.10
p1	3	4	2"	PVC	150	0.020	0.010	33.13
p40	82	5	2"	PVC	150	0.130	0.050	47.82
p38	5	6	2"	PVC	150	0.030	0.010	29.44
p20	74	32	2"	PVC	150	0.020	0.010	15.73

Velocidades-Red de Distribución de Agua Potable 2035

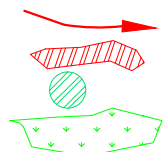
ID	Start Node	Stop Node	Ø	Material	Házen-Williams C	Caudal (L/S)	Velocidad (m/s)	Longitud (m)
p58	66	45	3"	PVC	150	0.410	0.080	79.56
p35	68	43	3"	PVC	150	0.640	0.120	345.09
p28	77	27	3"	PVC	150	1.080	0.200	150.77
2	46	47	2"	PVC	150	0.060	0.020	52.40
p34	65	44	2"	PVC	150	0.130	0.050	78.81
p19	2	3	2"	PVC	150	0.220	0.080	31.06
3	59	29	3"	PVC	150	0.840	0.150	56.93
P31	8	10	3"	PVC	150	2.730	0.500	31.30
P32	2	8	3"	PVC	150	2.820	0.520	68.31
p64	57	58	3"	PVC	150	0.000	0.000	46.34
p63	60	57	3"	PVC	150	0.040	0.010	58.36
p62	73	41	3"	PVC	150	0.070	0.010	44.36
p61	41	42	3"	PVC	150	0.020	0.000	19.26
p57	45	49	3"	PVC	150	0.210	0.040	34.27
p56	63	51	3"	PVC	150	0.130	0.020	29.22
p55	51	53	3"	PVC	150	0.090	0.020	57.18
p53	37	39	3"	PVC	150	0.200	0.040	47.37
p52	35	37	3"	PVC	150	0.290	0.050	23.86
p51	33	35	3"	PVC	150	0.450	0.080	63.30
p50	75	33	3"	PVC	150	0.610	0.110	54.14
p49	11	13	3"	PVC	150	1.940	0.360	19.21
p48	78	14	3"	PVC	150	0.730	0.130	39.10
p47	14	16	3"	PVC	150	0.550	0.100	29.69
p46	16	18	3"	PVC	150	0.450	0.080	22.36
p42	18	25	3"	PVC	150	0.150	0.030	74.53
p41	25	26	3"	PVC	150	0.010	0.000	35.12
p37	27	59	3"	PVC	150	0.950	0.170	103.3
p36	29	31	3"	PVC	150	0.740	0.140	42.81
p21	c1	2	3"	PVC	150	3.080	0.560	33.47
p3	67	11	3"	PVC	150	2.040	0.370	48.24
p60	r1	1	2"	PVC	150	12.840	4.790	74.64
1	64	46	2"	PVC	150	0.130	0.050	59.88
p54	54	55	2"	PVC	150	0.020	0.010	9.29
p45	23	24	2"	PVC	150	0.020	0.010	9.74
p44	21	23	2"	PVC	150	0.030	0.010	13.83
p43	19	20	2"	PVC	150	0.070	0.030	56.29
p29	8	9	2"	PVC	150	0.030	0.010	33.89
p27	79	15	2"	PVC	150	0.060	0.020	32.75
p25	r2	1	2"	PVC	150	8.590	3.210	24.73
p24	1	c1	2"	PVC	150	21.420	8.000	11.15
p23	11	12	2"	PVC	150	0.020	0.010	16.72
p22	16	17	2"	PVC	150	0.050	0.020	19.12
p18	81	23	2"	PVC	150	0.060	0.020	68.00
p17	70	38	2"	PVC	150	0.060	0.020	47.42
p16	62	50	2"	PVC	150	0.040	0.010	61.55
p15	51	52	2"	PVC	150	0.040	0.010	24.20
p14	69	40	2"	PVC	150	0.020	0.010	30.99
p13	54	56	2"	PVC	150	0.020	0.010	45.94
p12	61	54	2"	PVC	150	0.040	0.010	37.59
p11	71	36	2"	PVC	150	0.070	0.030	36.20
p10	47	48	2"	PVC	150	0.060	0.020	25.34
p9	72	34	2"	PVC	150	0.030	0.010	23.48
p8	29	30	2"	PVC	150	0.040	0.010	14.90
p7	76	28	2"	PVC	150	0.060	0.020	55.13
p6	21	22	2"	PVC	150	0.020	0.010	20.67
p5	19	21	2"	PVC	150	0.090	0.030	23.38
p4	80	19	2"	PVC	150	0.250	0.090	6.89
p2	5	7	2"	PVC	150	0.040	0.010	9.10
p1	3	4	2"	PVC	150	0.020	0.010	33.13
p40	82	5	2"	PVC	150	0.150	0.060	47.82
p38	5	6	2"	PVC	150	0.040	0.010	29.44
p20	74	32	2"	PVC	150	0.020	0.010	15.73

Presión Dinámica
Red de Distribución de Agua Potable 2035

ID	Q (L/s)	Pr (mca)	ID	Q (L/s)	Pr (mca)
1	0.000 4.85	42	0.020 40.26		
2	0.040 13.14	43	0.090 22.		

LEYENDA

HUAYCOS
INUNDACIONES
DESPLIZAMIENTO DE TALUD
Area Agricola



Quebrada	Longitud m	S %	Area ha
Tanpuni	932.25	43.00	24.04
Limache	172.38	54.71	1.36
San Bartolome	668.04	45.10	18.12
Uyara	168.42	37.74	1.81
Alta Misa	812.59	44.10	35.64
Llusta Cahua	464.91	43.40	15.83
Huancarani	420.36	41.40	10.27



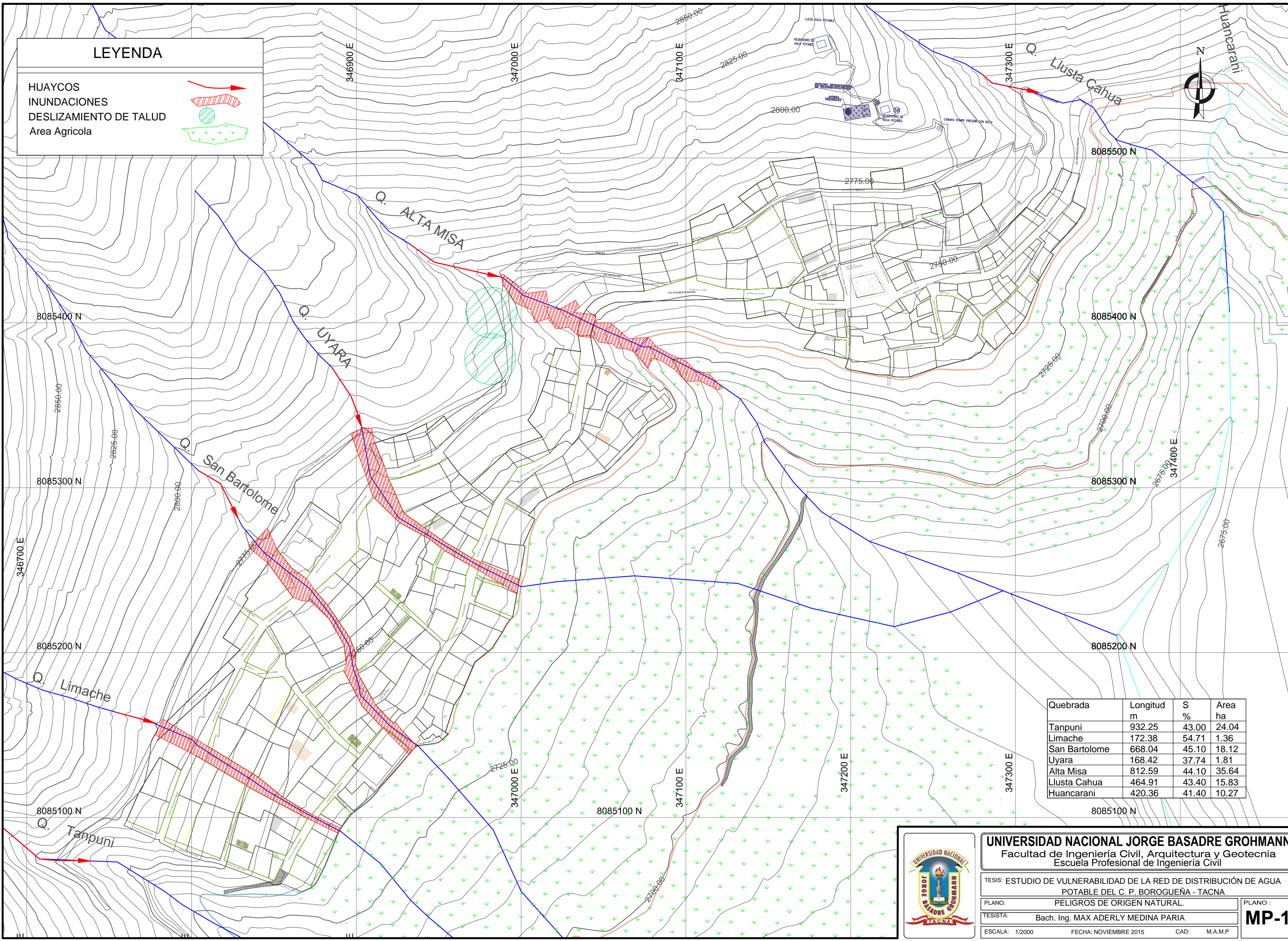
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
Escuela Profesional de Ingeniería Civil


TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUENA - TACNA

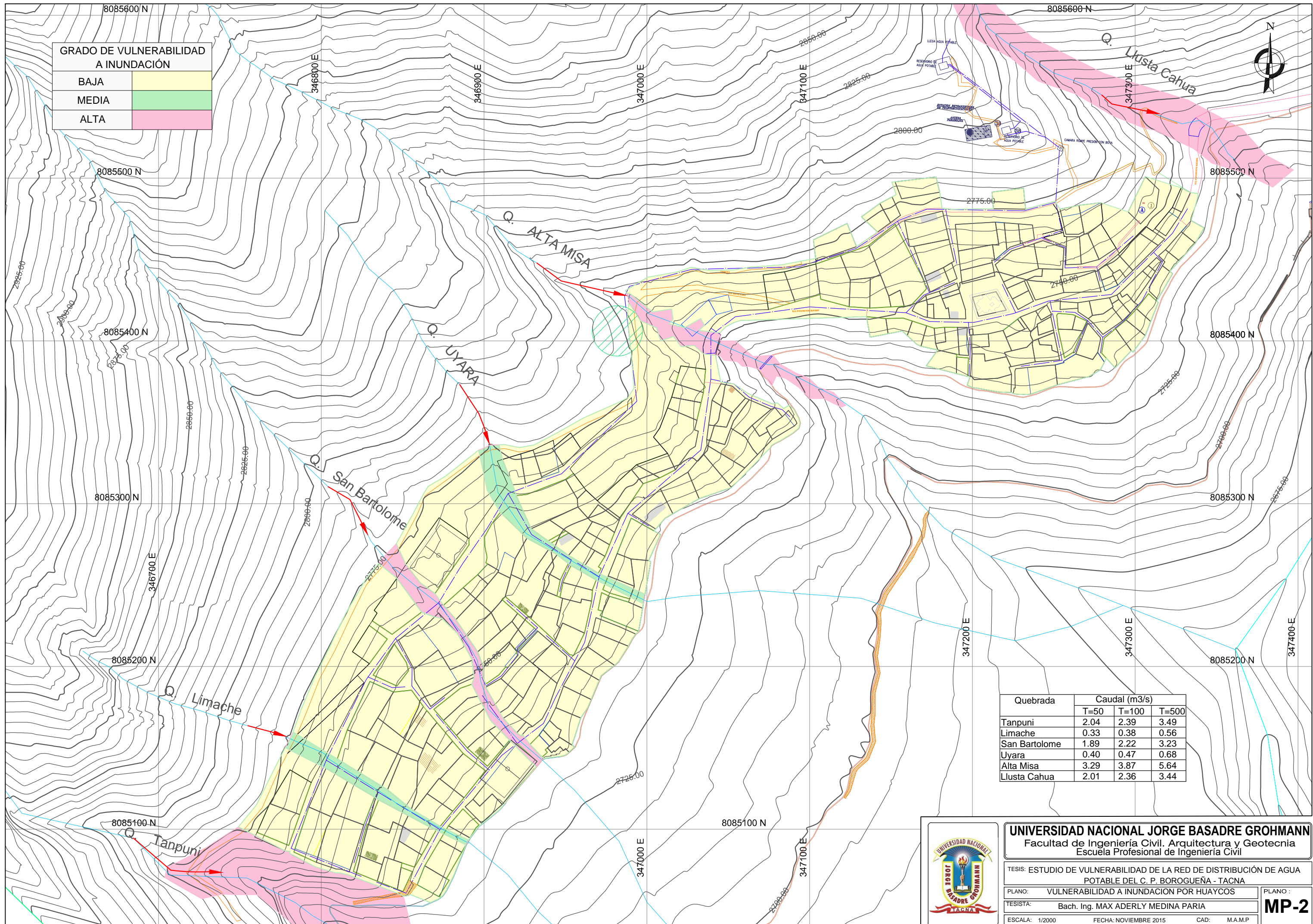
PLANO: PELIGROS DE ORIGEN NATURAL. PLANO :

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ **MP-1**

ESCALA: 1/2000 FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P



GRADO DE VULNERABILIDAD A INUNDACIÓN	
BAJA	
MEDIA	
ALTA	



Quebrada	Caudal (m3/s)		
	T=50	T=100	T=500
Tanpuni	2.04	2.39	3.49
Limache	0.33	0.38	0.56
San Bartolome	1.89	2.22	3.23
Uyara	0.40	0.47	0.68
Alta Misa	3.29	3.87	5.64
Llusta Cahua	2.01	2.36	3.44



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

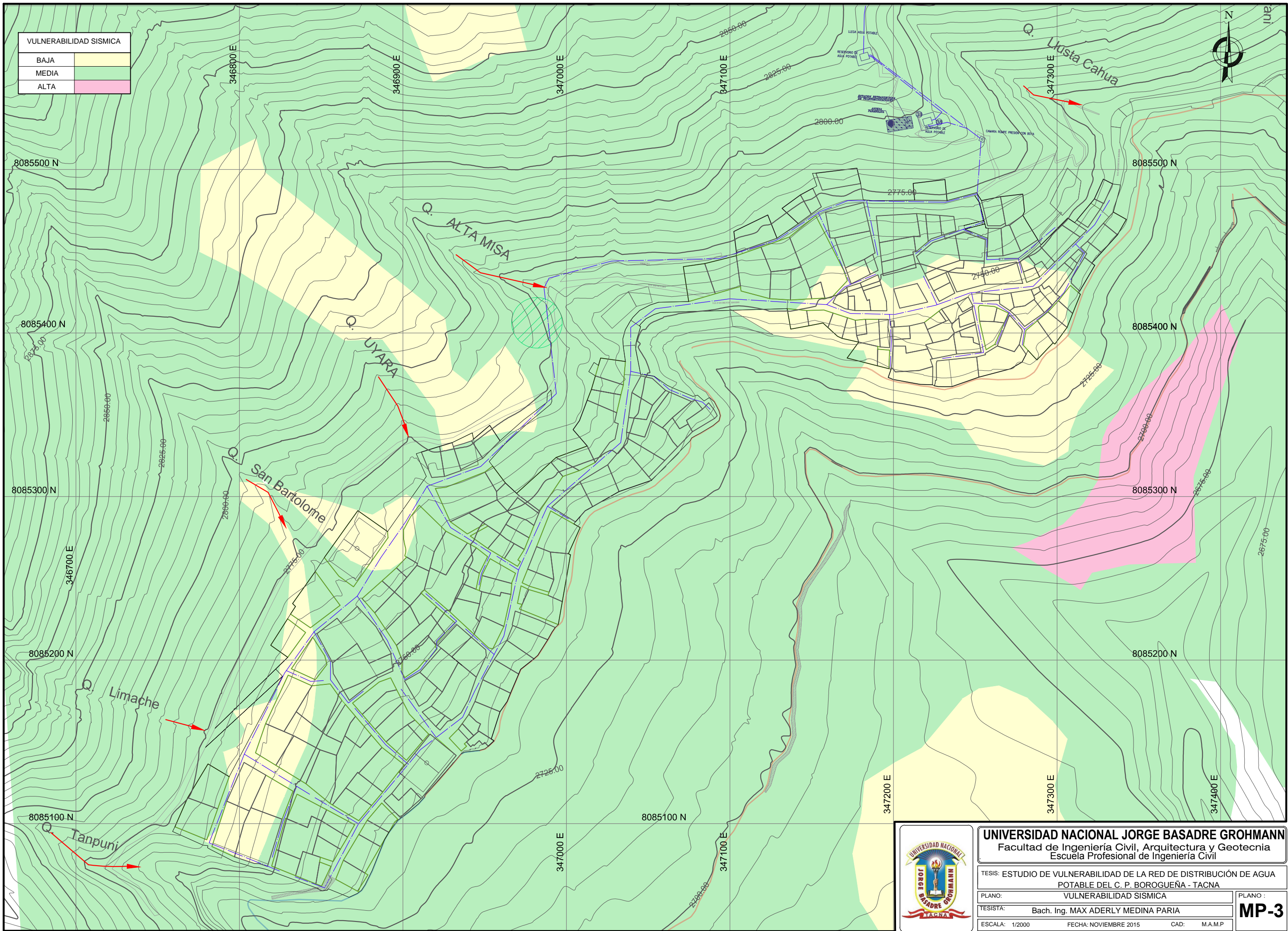
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: VULNERABILIDAD A INUNDACION POR HUAYCOS PLANO : **MP-2**

TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1/2000 FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P

VULNERABILIDAD SISMICA	
BAJA	
MEDIA	
ALTA	



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

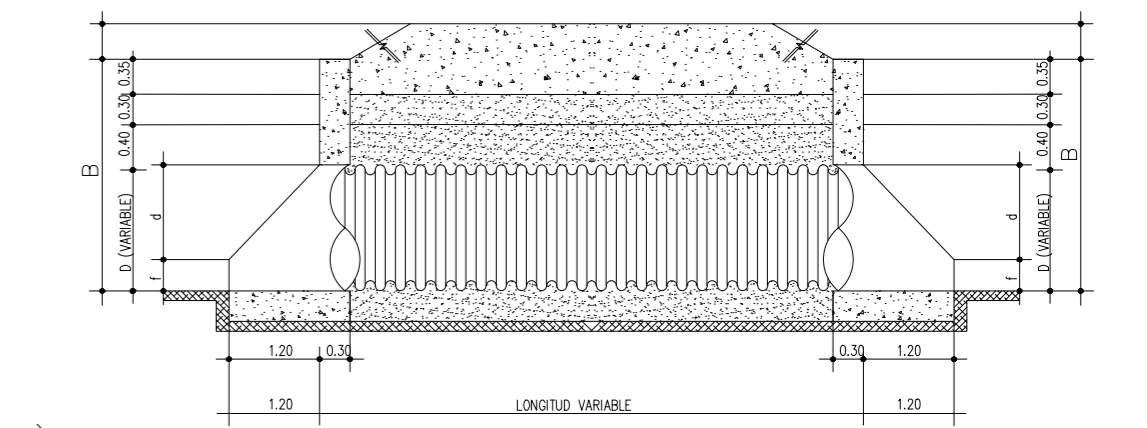
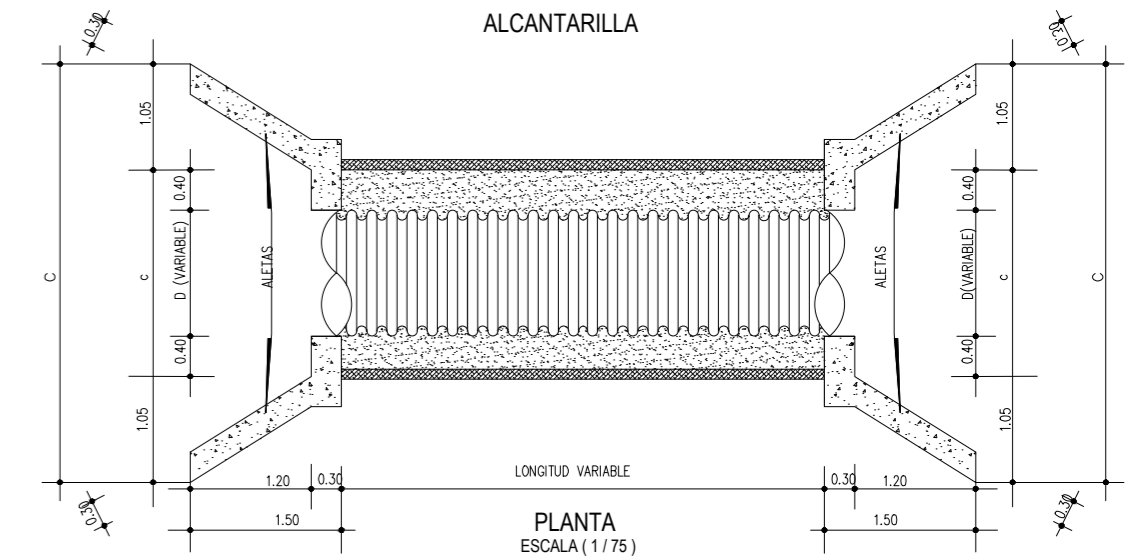
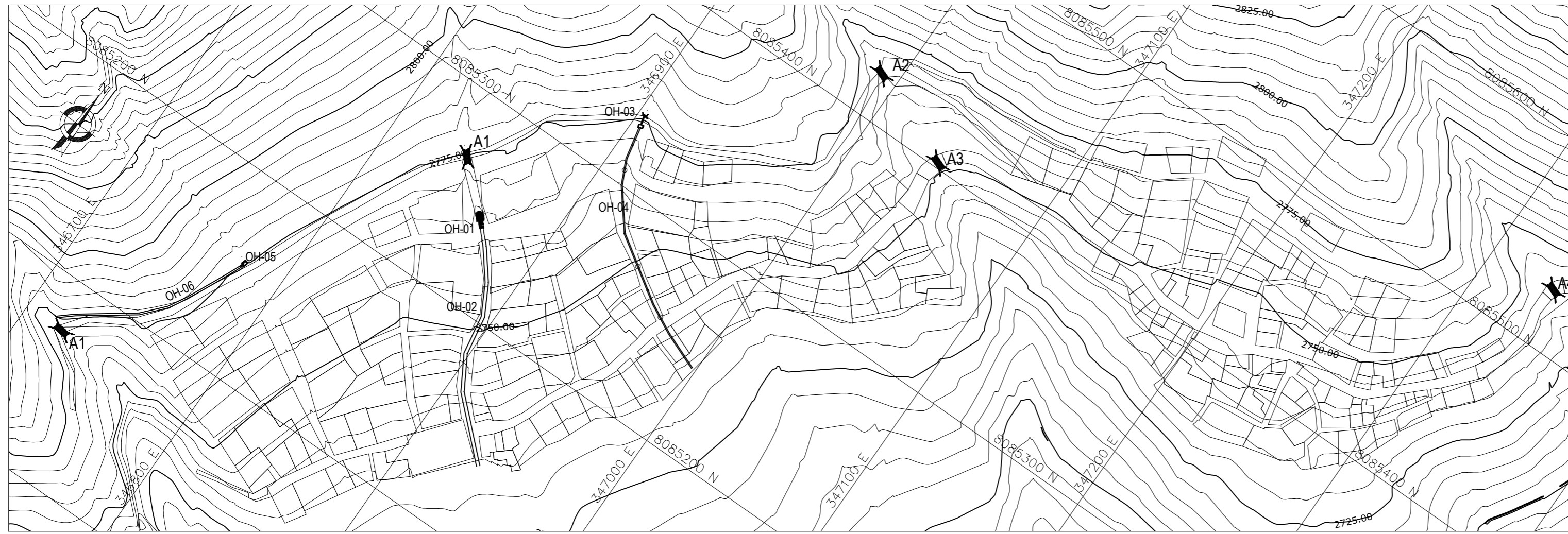
TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROGUEÑA - TACNA

PLANO: VULNERABILIDAD SISMICA

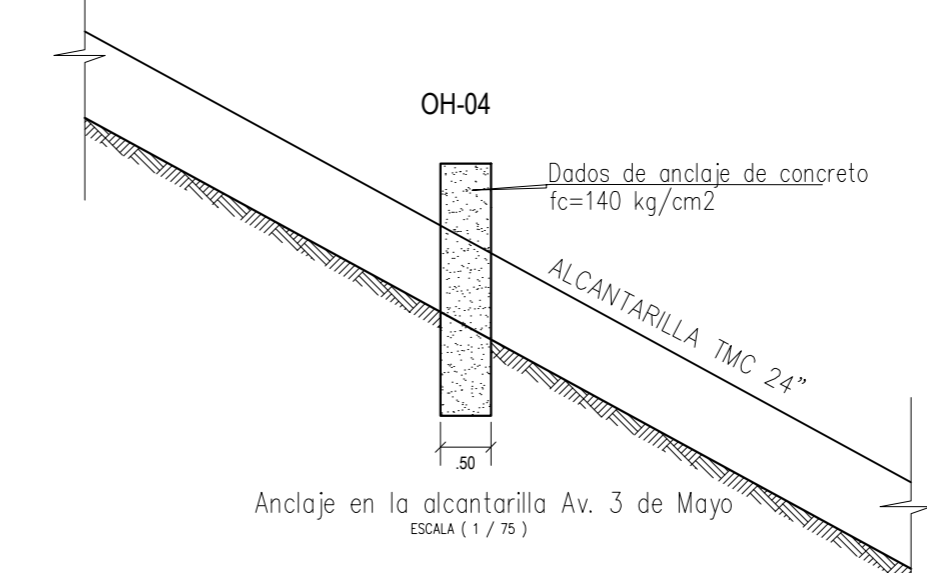
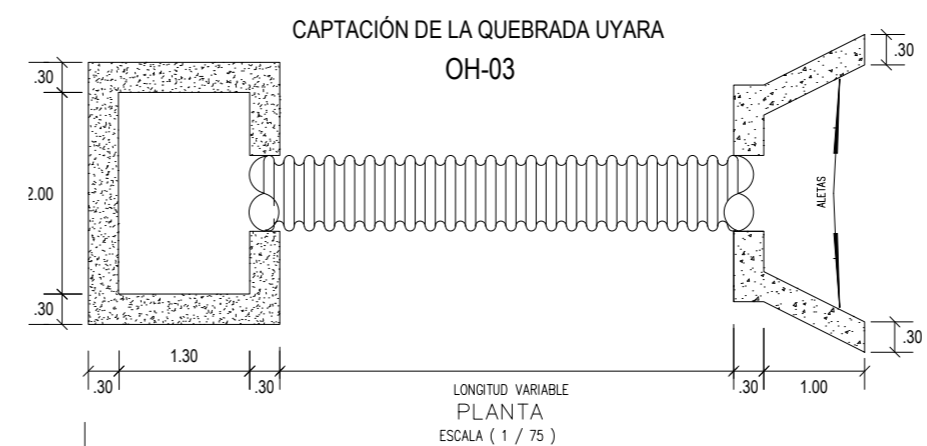
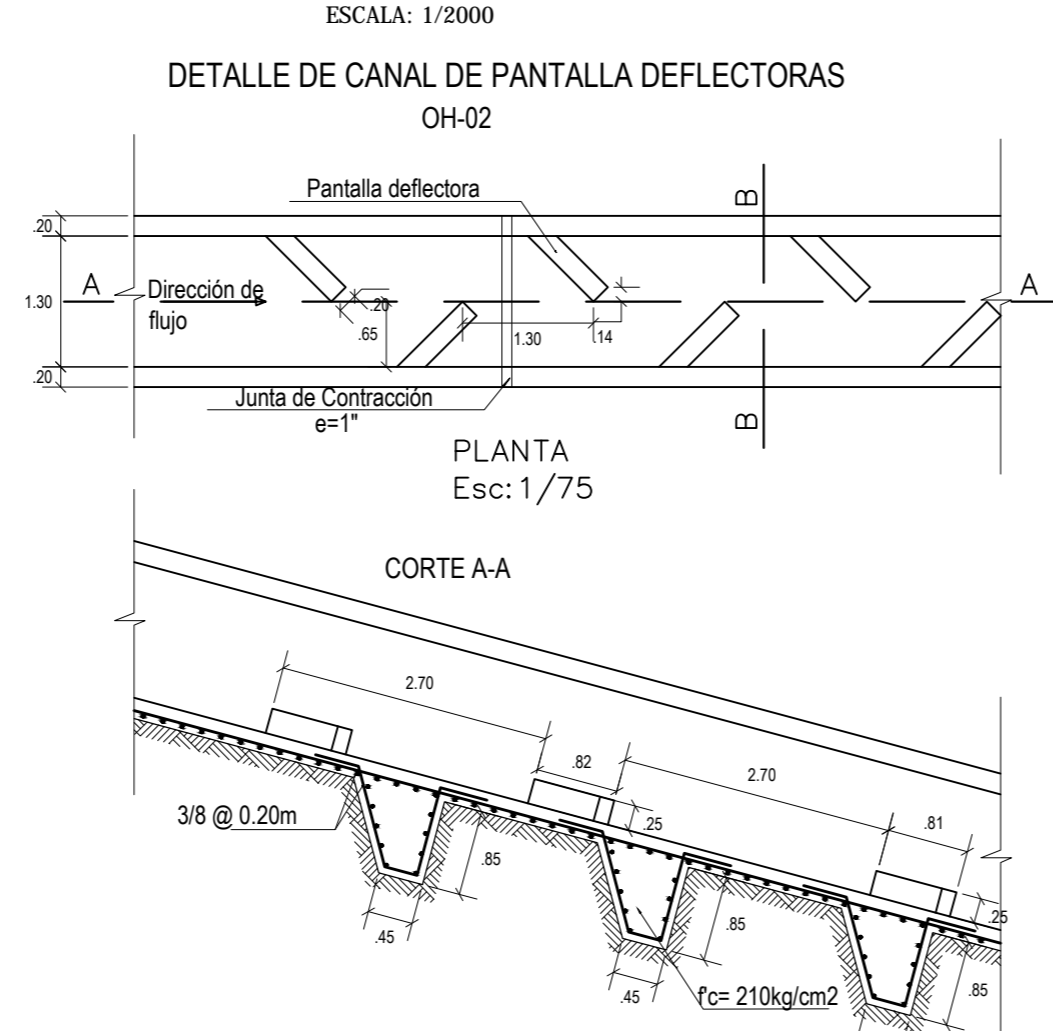
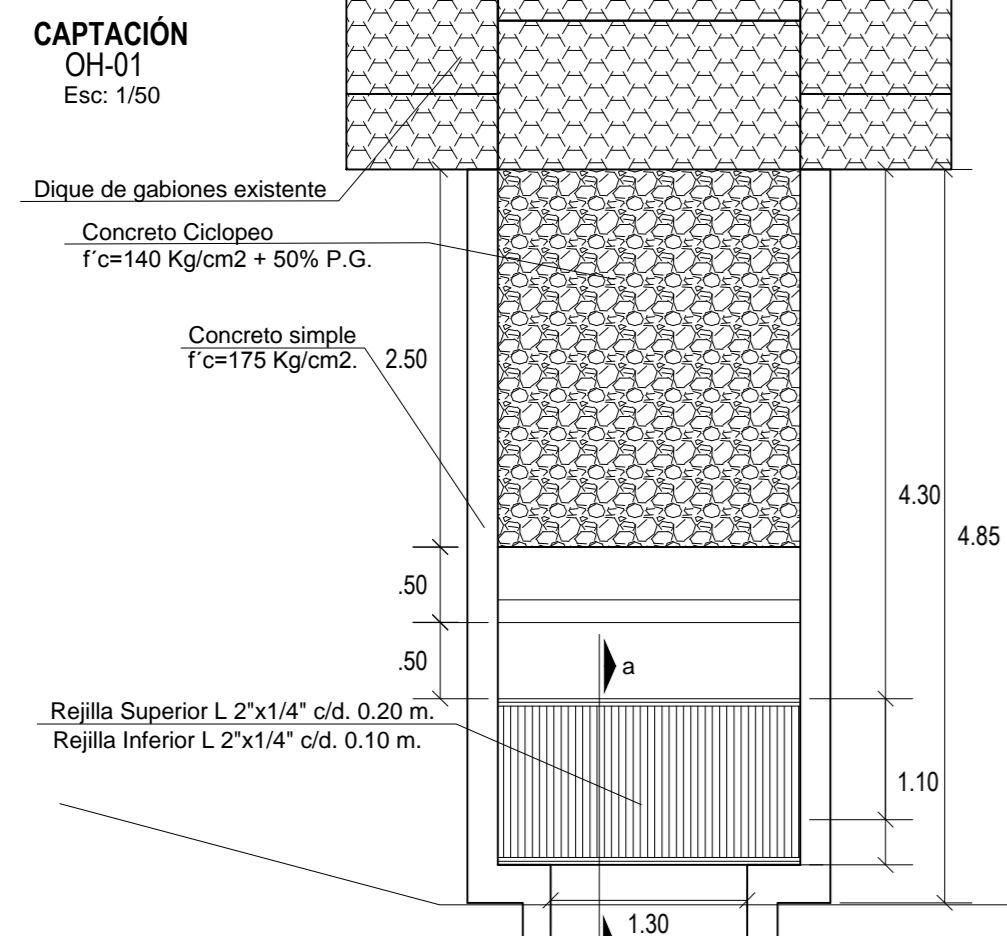
TESISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ

ESCALA: 1/2000 FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P.

PLANO :
MP-3

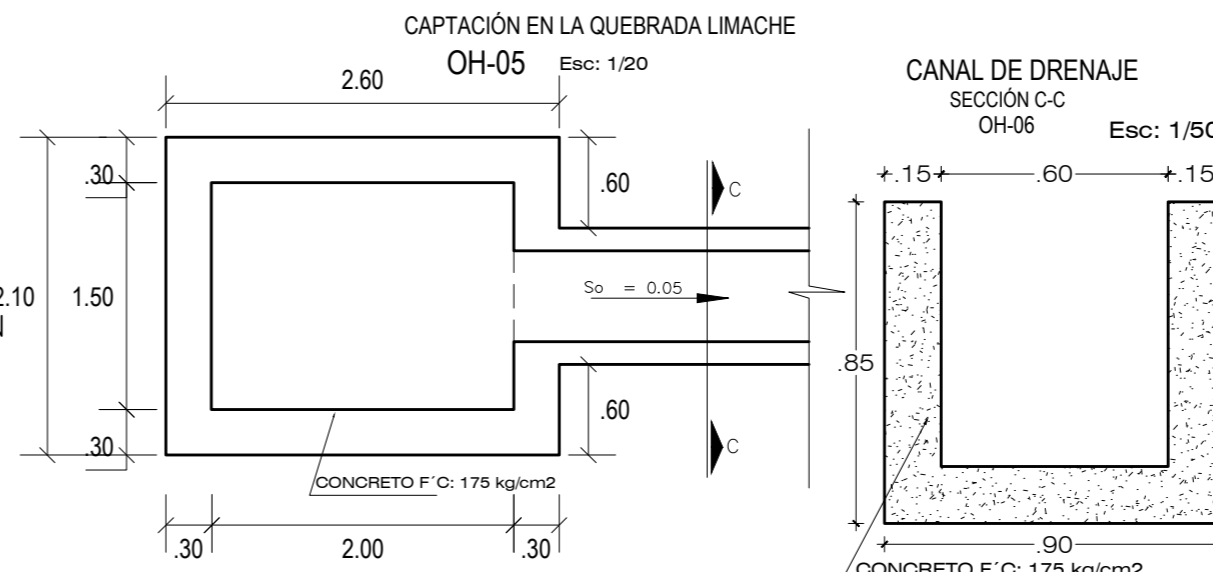
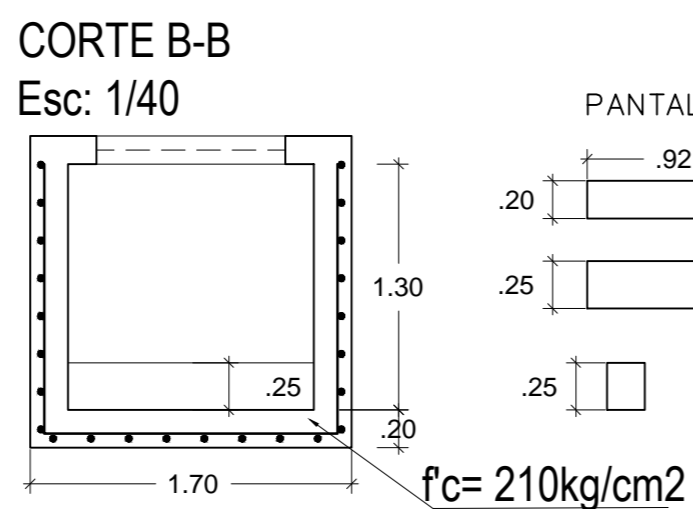
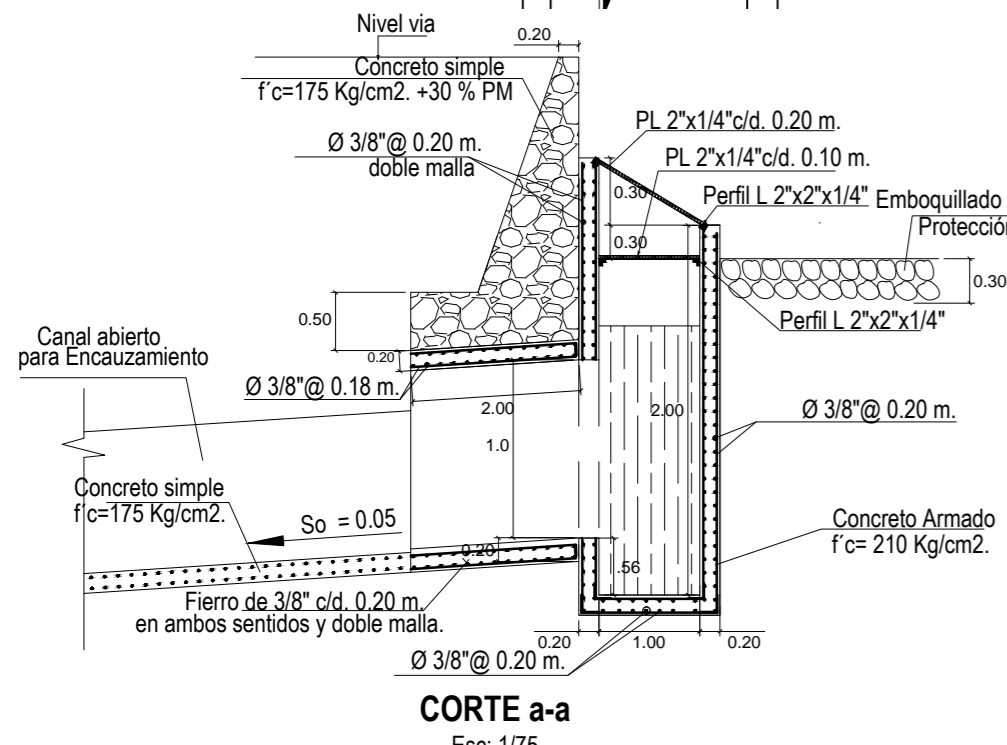
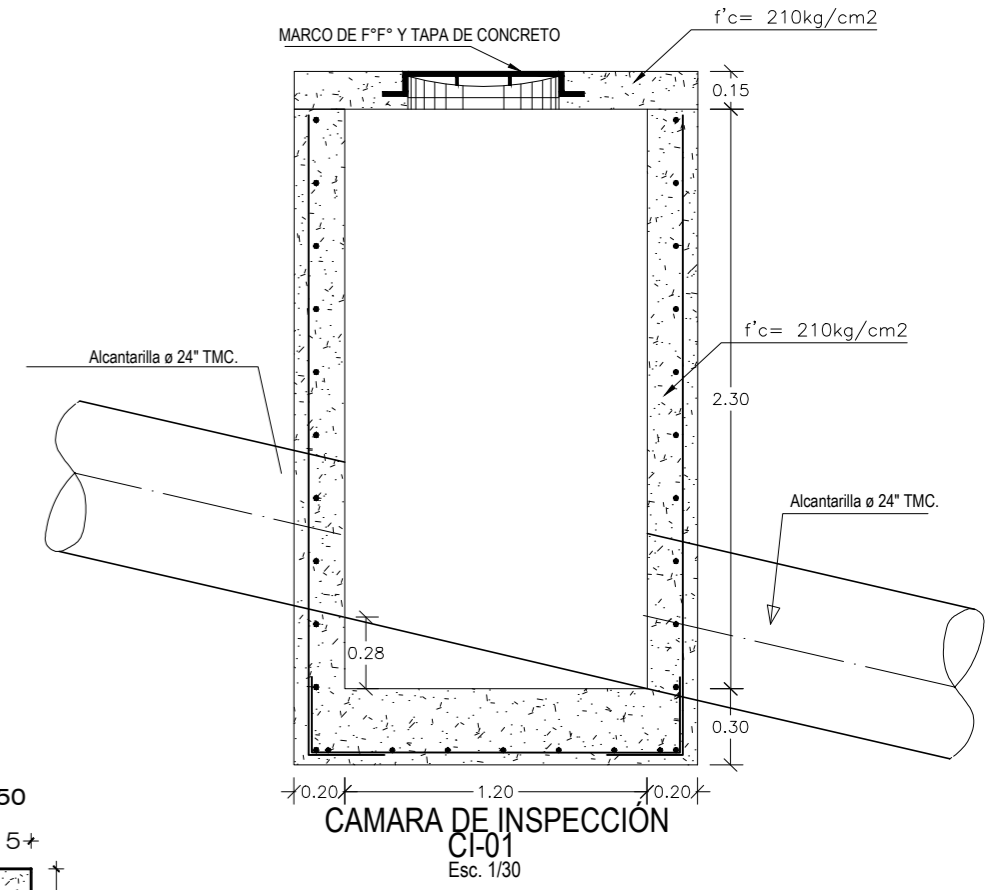


PLANO DE UBICACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE



DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS TMC

N°	UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS	ID	Q DISEÑO m³/seg.	LONGITUD m.	DIAMETRO CALCULADO D (m)	DIAMETRO COMERCIAL D (m)	S%
1	Q. Tarpuni-via	A1	2.39	7.00	1.50	60	2%
2	Q. Alta Misa-Via nueva visión	A2	3.87	7.00	1.80	72	2%
3	Q. Alta Misa-Av. Tacna	A3	3.87	10.00	1.80	72	2%
4	Q. Llueta Cahua-C. Borogueña	A4	2.36	14.00	1.50	60	2%



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
 Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL C. P. BOROQUEÑA - TACNA

PLANO: OBRAS DE DRENAJE
 TESISISTA: Bach. Ing. MAX ADERLY MEDINA PARIÁ
 ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2015 CAD: M.A.M.P.

MP-4