



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU
RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO
EN EL SECTOR HIDRÁULICO LURÍN

Línea de investigación:

Desarrollo urbano –rural, Catastro, Prevención de riesgos,

Hidráulica y Geotecnia

Tesis para optar el grado académico de
Maestro en Gerencia de Proyectos de Ingeniería

Autor (a):

Campos Díaz, Walter Javier

Asesor (a):

Alfaro Bardales Vda. De Ontaneda, María Renée
(ORCID: 0000-0003-4601-6748)

Jurado:

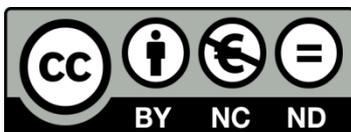
Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Bazán Briceño, José Luis

Lima - Perú

2021



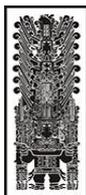
Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia:

Campos Díaz, W. (2021). *La optimización técnica en la selección de un medidor y su relación con la mejora de la distribución de agua de riego en el Sector Hidráulico Lurín*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5179>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU
RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO
EN EL SECTOR HIDRÁULICO LURÍN**

Líneas de investigación: Desarrollo urbano –rural, Catastro, Prevención de riesgos,

Hidráulica y Geotecnia

Tesis para optar el grado académico de

Maestro en Gerencia de Proyectos de Ingeniería

Autor:

Campos Díaz, Walter Javier

Asesora:

Alfaro Bardales Vda. De Ontaneda, María Renée.

Jurado:

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

Bazán Briceño, José Luis

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

En homenaje a mis queridos padres Germán y Amelia, que me dieron el ser y la formación moral, y de principios y me prodigaron su inconmensurable amor.

En reconocimiento a mi querida y admirable esposa Marisella, quien es la base de mi familia que conformamos con mis hijos Silvia, Carlos, Paul y nietos Luciana, Mathías, Adriana, Fernanda y Carlos Manuel.

A mi asesora, la Dra. María Renée Bardales Alfaro Vda. De Ontaneda.

Agradecimiento

A mi asesora, la Dra. María Renée Bardales Alfaro Vda.
De Ontaneda.

A mis profesores de la Maestría, quienes nos dieron los conocimientos requeridos y nos proveyeron sus experiencias profesionales.

A mis compañeros de la Maestría, por compartir las variadas experiencias de cada uno de nosotros, según nuestras diferentes especialidades y principalmente por compartir el gran sentimiento de la amistad.

Resumen

La presente tesis ha desarrollado la teoría que la optimización técnica en la selección de una estructura de medición de caudal, tiene relación con la mejora de la distribución de agua de riego, para lo cual se ha evaluado las características del aforador de garganta larga o RBC, frente a otro tipo de aforador que en este caso es el aforador tipo Parshall, que es uno de los aforadores que aún se usa en el Perú y en muchos países del mundo. Los factores a comparar han sido: el comportamiento hidráulico de la estructura, la facilidad y seguridad en el diseño, con el uso de programas informáticos, su facilidad de construcción y sus menores costos de construcción. Respecto a los costos de operación y mantenimiento son similares para ambos aforadores, por lo que no ha sido motivo de comparación. Teniendo en cuenta que los aforadores de garganta larga, dada su conformación, en la cual no se producen cambios bruscos en sus componentes, hace que el comportamiento hidráulico del flujo, sea mejor que en otros aforadores como el de tipo Parshall y se puede aplicar la teoría hidráulica de carácter bidimensional, también el uso del software Winflume, facilita las labores de diseño de estos aforadores de garganta larga, otra ventaja, es la viabilidad en su construcción, que significa el hecho que siempre que la sección de la garganta sea horizontal en la dirección de la corriente, se puede confeccionar una tabla de calibración que se base en las dimensiones de la obra terminada. Finalmente, una gran ventaja de este tipo de aforador es que se adapta a los canales existentes con suma facilidad evitando la construcción de tramos de transiciones. La optimización técnica, entonces ha determinado que el aforador de garganta larga es ideal para su implementación en el sector hidráulico menor Lurín. Esta optimización, a su vez, se relaciona significativamente con la mejora de la distribución de agua, teniendo en cuenta que expresadas las ventajas que tiene el aforador de garganta larga frente al medidor Parshall, que es uno de los medidores más utilizados en nuestro país, servirá para que el operador hidráulico

tenga un mayor interés y considere construir esta clase de aforadores, con lo cual se podrá efectuar una distribución adecuada y justa tanto para el operador hidráulico, como para el usuario.

Palabras clave: Medición de agua, aforador de garganta larga (RBC), medidor Parshall, eficiencia de distribución, programa Winflume.

Abstract

This thesis has developed the theory that the technical optimization in the selection of a flow measurement structure, is related to the improvement of the distribution of irrigation water, for which the characteristics of the long-throat or RBC flume have been evaluated, in front of another type of flume that in this case is the Parshall type flume, which is one of the flumes is used in Peru and in many countries of the world. The factors to compare have been: the hydraulic behavior of the structure, the ease and safety in the design, with the use of computer programs, its ease and safety in the design, with the use of computers programs, its ease of construction and its lower construction costs, with respect to the operation and maintenance costs are similar for both flumes, so it has not been a reason for comparison. Taking into account that the long-throat flume their conformation, in which there are no sudden changes in their components, makes the hydraulic behavior of the flow better than in other flumes such as the Parshall type and theory can be applied two-dimensional hydraulics, also the use of Winflume software, facilitates the design work of these long throat flumes, another advantages is the viability in their construction, which means the fact that whenever the throat section is horizontal in the direction of the current , a calibration table can be made based on the dimensions of the finished work. Finally, a great advantage of this type of flume is that it adapts to existing channels with great ease avoiding the construction of sections of transitions. The technical optimization, then has determined that the long throat flume is ideal for its implementation in the Lurin minor hydraulic sector. This optimization, in turn, is significantly related to the improvement of water distribution, taking into account that, given the advantages of the long-throat flume compared to the Parshall flume, which is one of the most used flumes in our country, it will help the hydraulic operator has a greater interest and considers building

this kind of flumes, with which an adequate and fair distribution can be made for both the hydraulic operator and the user.

Keywords: Water measurement, long throat flume (RBC), Parshall measurer, distribution efficiency, Winflume software.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract:	vi
Índice.....	viii
Índice De Figuras.....	xi
Índice de Tablas	xiii
I. Introducción.....	1
1.1.Planteamiento del Problema	2
1.2.Descripción del problema	3
1.3. Formulación del problema	4
-Problema General”	4
-Problemas específicos”	4
1.4. Antecedentes	4
1.5. Justificación de la investigación	16
1.6. Limitaciones de la investigación.....	18
1.7.Objetivos.....	18
- Objetivo general	18
- Objetivos específicos.....	19

1.8. Hipótesis	19
1.8.1. Hipótesis General.....	19
1.8.2. Hipótesis específicas	19
II. Marco teórico	20
2.1. Marco conceptual.....	20
2.2.Aspectos de responsabilidad social y medio ambiental.....	33
III. Método	34
3.1 Tipo de investigación.....	34
3.2 Población y muestra.....	34
3.3.Operacionalización de variables	36
3.4.Instrumentos.....	36
3.5.Procedimientos.....	37
3.6.Análisis de datos	118
IV. Resultados.....	121
4.1Contrastación de hipótesis	121
4.2Análisis e interpretación	122
V. Discusión de Resultados	124
VI. Conclusiones.....	129
VII. Recomendaciones	130
VIII. Referencias.....	131
IX. Anexos	135

Anexo A Diagnóstico de estructuras de medición en bloques de riego en el sector hidráulico Lurín.....	136
Anexo B Planillas de metrados-Aforador Parshall	143
Anexo C Planillas de metrados- Aforador de garganta larga (RBC).....	156
Anexo D Costos unitarios	169
Anexo E Presupuesto-Aforador Parshall	175
Anexo F Presupuesto-Aforador de garganta larga (RBC)	181
Anexo G Planos	187

Índice de Figuras

Figura 1. Aforador RBC	9
Figura 2. Aforador RBC	10
Figura 3. Aforador Parshall, en el valle Huaura-Perú.....	10
Figura 4. Conducción elevada Parshall.....	25
Figura 5. Planta y perfil de un medidor Parshall	26
Figura 6. Geometría transversal de los aforadores.....	30
Figura 7. Aforador con garganta trapecial	30
Figura 8. Aforador con garganta rectangular	31
Figura 9. Aforador RBC en el valle Chicama.....	32
Figura 10. Aforador garganta larga en el valle Chira	32
Figura 11. Un desnivel en un canal, puede ser seleccionado para construir una.....	40
Figura 14. Ejemplos de aforadores de garganta larga y vertederos de cresta ancha.....	78
Figura 15. Vertedero de cresta ancha en un canal trapezoidal revestido de concreto	79
Figura 16. Colocando un vertedero prefabricado en un canal revestido.....	80
Figura 17. Construcción de la cresta de gran vertedero en un canal en tierra	80
Figura 18. Un aforador con garganta de sección rectangular en India.	81
Figura 19. Aforador en un canal triangular en Florida	81
Figura 20. Aforadores RBC para medición del flujo en drenes y surcos.	81
Figura 21. Rectangular-Throated Portable Flumes.....	82
Figura 22. Aforadores temporales para canales trapezoidales revestidos.....	82

Figura 23. RBC portátil, Este aforador es de 100 mm. de ancho de fondo de garganta.....	83
Figura 24. Estructura de división de flujo con un divisor móvil	83
Figura 25. Dimensiones del aforador entrando al software WinFlume	84
Figura 26. Formatos de reglas producidas por Winflume.....	84

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores de Calibración.....	28
Tabla 2. Características de las estructuras de medición - S.H Lurín	29
Tabla 3 Operacionalización de variables	36
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
Tabla 5. Diagnóstico de estructuras de medición – SH Lurín	38
Tabla 6. Resultados del inventario de la UE 002-MGRH	38
Tabla 7. Ubicación de las estructuras de medición de agua -SH Lurín	39

I. Introducción

En la actualidad, la carencia de estructuras de medición de agua en los sectores hidráulicos de la costa del Perú, es evidente, observándose también que existe cierto desconocimiento, acerca de las ventajas y desventajas que tienen las principales estructuras de medición de agua de riego, tales como los medidores tipo Parshall, aforadores de garganta larga (RBC), aforadores sin cuello, etc.

Por lo que el presente estudio de investigación, se ha centrado en hacer conocer las principales características de dos de las principales estructuras de medición de agua que se utilizan actualmente en nuestro país, que son el medidor tipo Parshall y el aforador de garganta larga o RBC.

Este análisis, se ha efectuado a través de la optimización técnica, comparando la facilidad que tienen estos medidores, en adaptarse a la forma de los canales existentes, a las facilidades de diseño, al comportamiento hidráulico de las estructuras, así como a los costos de construcción.

También se demostrará que esta optimización técnica en la selección de una estructura de medición coadyuvará a su vez, en la mejora de la eficiencia de distribución del agua de riego.

El ámbito seleccionado para el desarrollo de esta tesis ha sido el sector hidráulico menor de riego Lurín.

1.1. Planteamiento del Problema

El presente estudio trata de demostrar la relación que existe entre la optimización técnica de la selección de un medidor de agua y la mejora de la distribución del agua de riego, lo cual se realizará en una muestra de seis puntos de medición de agua, donde se ubicarán las estructuras de medición en el sector hidráulico menor Lurín.

La optimización técnica, se hará con los objetivos siguientes:

Verificar, si el comportamiento hidráulico de un medidor, la viabilidad de la construcción y el uso de un software de diseño, se relacionan con una mejor selección de una estructura de medición de agua de riego. Con este propósito, se efectuará la comparación entre dos de las estructuras de medición más utilizadas en nuestro país: el aforador de garganta larga (RBC) y el medidor tipo Parshall.

La justificación de este estudio, se basa principalmente en que una selección adecuada de la estructura de medición, considerará entre otros, el factor económico, de manera que sea asequible al presupuesto de la organización de usuarios.

Dado que los resultados determinarán, el tipo de medidor más económico y eficiente, fomentará un mayor interés por parte de otras organizaciones de usuarios para su implementación en sus respectivos sistemas de riego, con lo cual se mejorará la eficiencia de distribución y consecuentemente la eficiencia de riego. Además, los derechos de uso de agua otorgados mediante licencias de uso de agua serán plenamente ejercidos, conociendo dichos volúmenes de agua.

También se tendrán beneficios económicos, al conocerse los volúmenes de agua, que se está aplicando a las parcelas y a nivel ambiental, se tendrá beneficios, principalmente porque no se aplicará agua en exceso, teniendo en cuenta que este exceso puede originar problemas de drenaje y salinidad de los suelos.

La importancia de este estudio, radica principalmente en que dicha investigación puede servir para su aplicación en otros sectores hidráulicos de la costa. Este estudio es factible de realizarlo, ya que se utilizarán herramientas de diseño, que facilitan el análisis hidráulico de las estructuras de medición consideradas.

1.2. Descripción del problema

En los sectores hidráulicos de la costa del Perú, se tienen deficientes sistemas de distribución, ocasionando entre otros perjuicios, problemas en la distribución del agua e inclusive en algunos casos, problemas de drenaje y salinidad en los suelos.

Esta deficiencia de distribución, se presenta debido a varios factores, uno de ellos está relacionado al control y medición de volúmenes de agua que se deben captar y distribuir o también que las estructuras de medición existentes, no aseguran una medición adecuada.

Esta problemática se agudiza, cuando en los planes anuales de trabajo de las organizaciones de usuarios, no se incluyen los trabajos necesarios de mantenimiento de la infraestructura, constituida por obras de captación, distribución, y medición principalmente.

Y cuando se proyecta implementar o mejorar las estructuras de medición, resulta aún más complicado, debido al desconocimiento de la validez o garantía de los valores de caudales registrados en las estructuras más conocidas (medidor sin cuello, Parshall y RBC), lo que ocasiona que se tenga menor interés en la medición de agua.

En el caso específico del sector hidráulico menor de riego Lurín, también se presenta estas deficiencias.

1.3. Formulación del problema

-Problema General

¿De qué manera, la optimización técnica en la selección de un medidor, se relaciona significativamente con la mejora de la distribución de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín?

-Problemas específicos

¿Cómo, el comportamiento hidráulico de un medidor, se relaciona significativamente con la mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín?

¿En qué medida, la viabilidad de construcción, se relaciona significativamente con la mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín?

¿Cómo, el uso de software de diseño, se relaciona significativamente con la mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico Lurín?

1.4. Antecedentes

Antecedentes internacionales

La necesidad de analizar las razones por las cuales es necesario medir los caudales de los efluentes, es tomado por **Gutiérrez** (2005), quien realizó un estudio para monitorear el río Teaone (Ecuador), para medir el caudal de los contaminantes vertidos en este río, considerando que es necesario, porque permite conocer el aporte contaminante de cada uno de los usuarios de un río, facilitando el cobro de tasas impositivas en base al volumen vertido. También, describe los métodos y estructuras para medir caudales en canales abiertos, como son los

orificios sumergidos, molinetes, flotadores, trazadores, medidores de velocidad ultrasónica, método directo y estructuras permanentes. Además, ha logrado realizar un inventario de los aforadores más conocidos, comparando las ventajas y desventajas de estos e identificar el más adecuado, para su utilización en el área de aplicación, pudiendo definir que la estructura de aforo más adecuada en el sistema de drenaje analizado, es el vertedero de cresta ancha o RBC. Este aforador se acomoda a las exigencias del proyecto y a las condiciones del lugar. Se diseñó el aforador de cresta ancha para el punto de aforo seleccionado. Además, se consiguió calibrar matemáticamente el aforador diseñado con ayuda del programa “Winflume versión 1.05”, elaborando una tabla de valores de caudal (Q) vs. altura de carga (H), para la obra de medición.

Basán (2008), hace una interrogación sobre la importancia de **medir el agua de riego**.

En el caso de riego, los conocimientos actuales de la relación agua-suelo-planta, permiten prever un uso eficiente del agua mediante la aplicación en el momento oportuno y en volúmenes adecuados, basados en la capacidad de infiltración del suelo. Estos conocimientos pueden ser usados efectivamente, cuando se está capacitado para medir el agua con una exactitud razonable.

La única forma que tiene el productor de saber si se le entrega el agua que le corresponde, es aforando el agua que entra a su propiedad.

Cuando se riega, se debe conocer la cantidad que hay que agregar a un cultivo, para que éste produzca adecuadamente sin desperdiciar el recurso.

La publicación presenta los principales métodos de medición de agua en canales abiertos, así como los principales tipos de medidor que se utilizan para la medición del agua.

Anquise (2005), en su publicación sobre “Estructuras de medición que se adapten a las condiciones de este valle” realizada en el valle central de Cochabamba (Bolivia),

específicamente la zona de El Paso, provincia de Quillacollo del departamento de Cochabamba, trata sobre la selección del tipo de estructura de medición que se adapte a las condiciones de este valle.

La investigación la realizó en la cordillera del Tunari, la cual es la principal fuente de agua para casi todo el valle central de Cochabamba, y en este valle se vinieron desarrollando varios sistemas de riego desde la época de la colonia.

Menciona también que la distribución del agua en los canales de riego de este valle central, era una tarea dirigida por los Jueces de Agua, quienes a simple vista (apreciación o tanteo) de la profundidad de agua, realizaban la repartición sin conocer la forma precisa de medir la cantidad de agua que pasa por los puntos de distribución, y que la infraestructura de riego de esta región, por lo general no poseía medidores de caudal, que podrían servir a los usuarios en el control y la distribución clara y equitativa del agua, entonces un aforador o medidor de caudal podría resolver la incertidumbre de saber la cantidad de agua que ingresa a un canal determinado.

Como parte de las conclusiones, se determinó que la estructura de aforo más adecuada en el sistema de riego El Paso, era el vertedero de cresta ancha, debido a que se acomodaba a las exigencias de los usuarios y de esta región.

Burt (2009), afirma que los aforadores o vertederos de garganta larga, son la opción preferida para equipos de flujo crítico. Y alcanza diversas recomendaciones para un funcionamiento óptimo de este tipo de estructuras como: la ubicación en un tramo recto del canal, que el flujo en ese tramo del canal, sea subcrítico, y que el número de Froude no sea mayor a 0.4. Además, que se debe medir las dimensiones después de la construcción de los medidores y recalibrar el diseño utilizando el software WINFLUME.

Castillo, Herrera y Pacheco (2014), realizaron un trabajo de investigación con la finalidad de desarrollar aforadores de bajo costo y fácil utilización en las tomas granjas (tomas parcelarias), en los valles de México. El trabajo estuvo enfocado a resolver con tecnología sencilla, pero al mismo tiempo, el problema de la medición a nivel de toma granja. Ya que, en la mayoría de los distritos de riego de México, las tomas granjas disponen de poca carga hidráulica para la operación de estructuras medidoras, se encontraron las siguientes ventajas en una estructura medidora para toma granja de tipo Aforador de Garganta Larga (AGL): muy práctica, con pérdida de carga mínima, bajo costo y factible de automatización.

Indica también que la medición del agua casi se “perdió” por falta de interés en ella, sin embargo, la necesidad de incrementar las eficiencias de conducción, operación y aplicación están trayendo a un primer plano los diferentes dispositivos de medición. Estos dispositivos van desde los más sencillos a los más sofisticados, algunos acoplados a tecnologías modernas de control y telemetría que permiten un manejo más preciso. La estructura que propone (AGL), la cataloga como una propuesta práctica y económica que ayudará a mejorar la medición del agua de riego.

Cruz (2009) en su estudio titulado “Tecnología de ultrasonido para mejorar la medición del agua de riego” realizado en la “Gaceta del IMTA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua”, indica que el buen desempeño de las zonas agrícolas de riego requiere del acopio de información de los volúmenes de agua entregados en la parcela y en la toma lateral o directa. Para ello, menciona que el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-IMTA, ha desarrollado la tecnología de ultrasonido para cuantificar el volumen de agua entregada en la red menor y en las parcelas. La información constante del caudal permite determinar los volúmenes de agua entregados en puntos de control.

El desarrollo tecnológico consiste en un medidor de nivel ultrasónico, con componentes electrónicos nacionales, que incorpora la compensación por temperatura a través de software.

Este medidor se utiliza para cuantificar el caudal con apoyo de un aforador de garganta larga, mediante una ecuación potencial en función del tirante. Con ello, se puede determinar en tiempo real el flujo y monitorear el nivel de agua en una sección específica de un canal.

La tecnología dispone de conexión a un módem GSM (Global System for Mobile Communications), para envío de información a equipo móvil o de oficina. Existen versiones para diferentes tipos de vertedores y aforadores, leyes escala-gasto y para desarrollar prototipos que midan la apertura y la carga con el fin de estimar el caudal en compuertas a descarga libre y ahogada calibradas.

Pedroza y Hinojoza (2014), en su publicación hace mención de las dos principales estructuras de medición que son el aforador de garganta larga y el medidor tipo Parshall, mencionando lo siguiente:

Aforadores de garganta larga

Los autores, mencionan que estas estructuras se han venido usando en canales en los programas gubernamentales de mejoramiento de la medición. La principal ventaja de los aforadores de garganta larga es, desde luego, la predicción teórica de su funcionamiento hidráulico. En general, indican que tienen las siguientes grandes ventajas sobre otros vertedores y aforadores.

Siempre que ocurra el tirante crítico en la garganta, se puede calcular una tabla con un error menor al 2%. Los cálculos pueden ser hechos para cualquier combinación de garganta

prismática y sección arbitraria del canal. La pérdida de carga requerida sobre el vertedor o aforador es mínima para asegurar un flujo modular.

Debido a su transición convergente gradual, estas estructuras tienen problemas menores con los escombros flotantes.

Las observaciones de campo y pruebas de laboratorio han mostrado que estas estructuras pueden ser diseñadas para el paso del sedimento transportado por canales abiertos con flujo subcrítico. Sin embargo, la sedimentación puede ser un problema cuando las cargas de sedimentos son excesivas, o cuando el aforador causa una reducción significativa en la velocidad del canal proyectado.

“En particular, un aforador de garganta larga puede no contar con un estrechamiento de las paredes y solamente tener una elevación del fondo. De esta manera, el canal no se modifica sustancialmente y solamente se construye la garganta, por lo que no se tiene ni canal de entrada ni transición, y la” sección “convergente es únicamente la elevación gradual desde el fondo del canal original hasta la garganta. Este es el tipo de aforador que se acostumbra a colocar en México y, por supuesto, que se supone ya revestido el canal en donde se coloca. De hecho, este tipo de estructuras se conoce con el nombre coloquial de” “chipote”, “debido a que es únicamente una protuberancia en el fondo del canal, tal como se muestra en las” Figuras 1 y 2.



Figura 1. Aforador RBC

Fuente: (Pedroza & Hinojosa, 2014)



Figura 2. Aforador RBC

Fuente: (Pedroza & Hinojosa, 2014)

Aforador Parshall

El aforador Parshall es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal. Consta de cuatro partes principales: una transición de entrada, un tramo que se va *estrechando* (sección convergente), otro tramo recto llamado garganta y un tramo que se vuelve a abrir en la salida (sección divergente).



Figura 3. Aforador Parshall, en el valle Huaura-Perú

Fuente: (Pedroza & Hinojosa, 2014)

En cualquier parte del aforador, desde el inicio de la transición de entrada hasta la salida, el aforador tiene una sección rectangular. Fundamentalmente, el aforador es una reducción de la sección que obliga al agua a elevarse o a “remansarse”, y volver a caer hasta la elevación que se tenía sin la presencia del aforador. En este proceso, se presenta una aceleración del flujo que permite establecer una relación matemática entre la elevación del agua y el gasto. Una de las principales restricciones que debe tener un sitio donde se va a colocar el aforador, es la uniformidad de la corriente. Esto significa que antes del medidor se debe tener un tramo recto y sin obstáculos de una longitud mínima. Por otro lado, la corriente antes del vertedor deber estar tranquila; es decir, el tramo recto debe ser largo y la pendiente del fondo, suave, sin curvas ni oleaje. El uso de aforadores Parshall en canales de riego, en México, es escaso.

Vanegas y López (2016), precisan que la medición de caudales es un parámetro estratégico que permite tomar decisiones futuras en diferentes campos de aplicación, pero que además es del diario vivir, es decir, todos los días se están realizando mediciones de caudales en fluidos, procediendo a determinar la calidad, parámetros físicos, químicos, uso de los elementos naturales, entre otras funciones.

Existen gran cantidad de métodos para la medición de caudales desde los más rústicos, artesanales y asequibles hasta los más complejos, innovadores y precisos. Los autores pretenden dar a conocer de forma general los métodos más usados en la actualidad, mostrando la evolución, sus ventajas y desventajas. Se hace énfasis en la medición de caudales medianos con tecnología satelital y principios del efecto Doppler, es decir, el principio de funcionamiento del ADP (Acoustic Doppler Profiler) M9.

Alcántara (2013), menciona que en la actualidad el abastecimiento de agua para riego con canales, no podría concebirse sin el uso de aforadores de caudal. El Water Measurement Manual, USBR (2001) señala que además de la facturación adecuada para el uso del agua, muchos beneficios se obtienen mediante la mejora de los programas en sistemas de medición. La adecuada administración del recurso, permitirá una medición más precisa del agua. Algunos beneficios de la medición son:

Contabilidad exacta y un buen registro que ayuda a asignar cuotas equitativas entre los usuarios.

Una buena práctica de medición del agua facilitará una distribución exacta dentro del distrito, del cual se espera minorar los problemas y facilitar la operación.

Así mismo, estableciendo los métodos precisos y más convenientes mejoraría la evaluación por pérdidas en filtraciones de los canales no revestidos. Por lo tanto, la mejora de las determinaciones de los beneficios de costo de canal propuesto y las mejoras de zanjas son posibles.

La medición del agua de manera constante, también puede servir para futuras mejoras.

Menciona que eEntre las estructuras aforadoras en canales con gran capacidad, los aforadores de garganta larga son los más adecuados siempre y cuando el canal mismo tenga suficiente bordo libre para que en el quede alojado la sobre elevación que experimenta la superficie libre del agua. El término Aforador de Garganta Larga describe una clase ancha de aforadores de flujo crítico y los dispositivos del vertedero de cresta ancha usados en la medida del flujo de agua en los canales abiertos. Estos dispositivos son adaptables a una variedad de canales naturales o artificiales, por construir o existentes (USBR, 2001).

Antecedentes nacionales

Tufino (2017), indica que la infraestructura de riego en la mayor parte de los valles de la costa, está constituida por una red de canales en los cuales se requiere de estructuras de medición, existiendo a la fecha la tendencia a suministrar cantidades mayores de agua a las necesidades medias, originándose pérdidas significativas por percolación y escorrentía superficial; así como por inadecuada operación de las estructuras existentes y los malos hábitos de usos de agua de riego por parte de los agricultores ubicados principalmente en la parte alta y media del valle.

Los medidores más utilizados en nuestro país son los medidores Parshall y RBC de diferentes tamaños.

La corriente actual a nivel mundial es una política de preservación y cuidado del agua, es decir de no desperdiciar el agua, y si esta es para riego debe darse la cantidad requerida para el crecimiento y desarrollo de las plantas, de lo contrario se estaría generando los problemas siguientes:

Inundaciones en las zonas bajas.

Salinización de los terrenos bajos.

Pérdida de capacidad portante del suelo.

Bajo rendimiento de los cultivos.

Paz (2018), precisa que el “Sistema de Irrigación Pangoa” en el ámbito del Proyecto Especial Pichis Palcazú, plantea aprovechar los recursos hídricos superficiales del río San Ramón para el riego de 2,495 hectáreas.

En la ingeniería hidráulica, para distintos propósitos, es imprescindible la determinación del caudal en un sistema de conducción cerrado o abierto, por ejemplo: en caso de evaluación del diseño hidráulico; diseño de una nueva línea de conducción; ampliación de una línea de conducción; distribución de sistema de riego o procesos de facturación; entre otros. Por ello es necesario utilizar equipos en campo que permitan un control fácil, rápido y con especificaciones de los caudales. Los equipos de medición del flujo volumétrico funcionan con los principios de la mecánica de fluidos como la ecuación de continuidad o principio de Bernoulli. La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico del uso de la tecnología, además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir.

García (2002), expresa que uno de los instrumentos para medir corrientes en canales abiertos implementado en el Valle de Chillón, en el departamento de Lima, es el cuchillo de cuello largo, o mejor conocido como "RBC", que gracias a su sencilla construcción, su facilidad de uso en obra y la eficiencia de la medición de flujo fue la más adecuada para la instalación de estructuras de medición en esta área. "

“La ventaja del medidor RBC es que se puede crear una tabla de calibración de alta precisión con cualquier tipo de sección de conducto siempre que el flujo en el cuello del medidor sea crítico. Además, la caída de presión requerida para una relación entre la carga de agua y el canal es mínima, evita los problemas de sedimentación que afectan los caudales, son los más baratos en construcción y su facilidad para conseguir caudales.

Panta (2014), indica que en el sistema de riego Tunán, no es posible garantizar el abastecimiento de agua para el total de las áreas del sector, de acuerdo a lo analizado en campo, uno de los principales inconvenientes que afronta el productor agrícola del valle Julquillas es el no contar con una adecuada dotación del agua de riego que le permita al usuario mitigar la marchitez y el estrés de las plantas.

Los problemas del sector, se plasman en factores como la deficiencia operacional de la infraestructura hidráulica de uso común, el desorden existente en el proceso de suministro de agua a los usuarios, la mayor parte de estructura física se encuentra deteriorada, las estructuras de conducción y control requieren ser reconstruidas; la infraestructura existente se caracteriza por ser un canal en tierra y escasa presencia de obras necesarias para el manejo del recurso hídrico, además otro factor que eleva la mala distribución, viene a ser la existencia de fugas, debido a que en algunos casos la estructura del canal es debilitada por los mismos usuarios ocasionando que no tenga suficiente capacidad de conducción, lo que obliga a fraccionar los módulos y turnos de riego.

La Dirección General de Infraestructura de riego-DGIAR (2015), del "Ministerio de Agricultura y Riego", en su publicación "Manual N° 05 Medición de Agua", proporciona la información básica necesaria para la capacitación en medición de caudal para las organizaciones de riego, y tienen los criterios básicos para medir el agua en sus sistemas de riego. "

"Este manual menciona que el medidor de RBC fue desarrollado por Replogle, Bos y Clemmens en 1984. Proporciona una estructura portátil para la medición de flujo basada en el proceso de causar un flujo de régimen crítico".

"El medidor RBC tiene varios usos en pequeños canales terrestres, canales parcelarios y pequeños cursos de agua. con el objetivo de realizar estudios y / o evaluaciones sobre la eficiencia de los sistemas de riego. Su uso se aplica a menudo a nivel de paquete y en canales pequeños, cuyo caudal máximo a medir es de 50 l / s. "

1.5. Justificación de la investigación

Justificación teórica

El relativo desconocimiento que existe en cuanto a las características de las estructuras de medición, tanto en los aspectos de diseño, facilidades para su construcción, necesidades de mantenimiento de estas estructuras, flexibilidad para el rediseño de las estructuras, lo cual genera la búsqueda de una solución.

Justificación social

La selección adecuada de una estructura de medición de agua, permitirá distribuir el agua con justicia, lo cual favorecerá la paz social.

Justificación económica

La selección adecuada de la estructura de medición, considerará los factores económicos, de manera que sea asequible a los presupuestos de las organizaciones de usuarios. La diferencia en los costos va a ser determinante al momento de seleccionar la estructura apropiada.

Justificación práctica

El desarrollo de la investigación ayudará a resolver los problemas planteados, proponiendo estrategias que se aplicarán para contribuir a su solución, además, se describirán y analizarán los problemas, planteando maneras de solución reales.

Justificación metodológica

La justificación metodológica del estudio se desarrollará por cuanto el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.

Justificación investigadora

El presente tema se justifica por cuanto en la mayoría de los sectores hidráulicos de la costa del Perú, incluyendo el sector hidráulico menor Lurín, no existe una disposición plena de parte de las juntas de regantes, para distribuir el agua, teniendo en cuenta el volumen de agua (m^3) utilizado por los usuarios. Muchas veces esta distribución se realiza con la base de módulos de riego aplicados a las áreas de las parcelas, entonces el pago de la tarifa de agua se hace por hectárea.

La presente investigación es de mucha importancia, porque como se precisa en el artículo “El agua en la agricultura” del Banco Mundial BIRF AIF (2019):

El uso del agua para fines agrícolas es un tema central en cualquier debate sobre los recursos hídricos y la seguridad alimentaria. En promedio, en la agricultura se ocupa el 70 % del agua que se extrae en el mundo, y las actividades agrícolas representan una proporción aún mayor del uso consuntivo del agua. (párr. 1)

Esta utilización se debe hacer con la mayor eficiencia, teniendo en cuenta que estos recursos paulatinamente viene siendo disminuidos, entre otros factores debido al calentamiento global.

Dado que los resultados principales determinarán, finalmente el tipo de medidor más económico y eficiente, fomentará un mayor interés por parte de otras organizaciones de usuarios para su implementación en sus respectivos sistemas de riego, con lo cual se mejorará la eficiencia de distribución y consecuentemente la eficiencia de riego, que según se indica en el Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistema de Riego (2015), “la eficiencia de riego en el Perú no está definida y no existe sustento de ella, en muchos casos se menciona que la eficiencia es de 30 %” (p.5).

A nivel jurídico, teniendo en cuenta que los volúmenes de agua asignados corresponden a derechos de uso de agua otorgados mediante licencias de uso de agua. Estos derechos, entonces serán plenamente ejercidos, conociendo dichos volúmenes de agua.

A nivel productivo, también se tendrán beneficios económicos, al conocerse los volúmenes de agua reales, que se está aplicando a las parcelas (entendiendo que es negativo para los cultivos aplicar el agua, tanto en demasía, como en forma deficitaria).

A nivel ambiental, se tendrá beneficios, principalmente porque no se aplicará agua en exceso, teniendo en cuenta que este exceso puede originar problemas de drenaje y salinidad de los suelos.

La importancia de este estudio, radica principalmente en que dicha investigación puede servir para su aplicación en otros sectores hidráulicos con condiciones similares a las existentes en el valle Lurín, que mayormente, son parecidas a los demás sectores hidráulicos costeros del país.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Cierta desinterés de parte de las personas e instituciones involucradas en la temática.
- No existe demasiada información en bibliotecas nacionales o particulares.
- Limitado acceso a los documentos existentes, tales como normas, directivas, procedimientos; entre otros ya que las personas involucradas en los temas restringen la información.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Demostrar, la relación que existe entre la optimización técnica de la selección de un medidor y la mejora de la distribución del agua de riego en el sector hidráulico Lurín.

1.7.2. Objetivos específicos

Verificar, si el comportamiento hidráulico de un medidor se relaciona con una mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín.

Analizar, si la viabilidad de la construcción, se relaciona con una mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín.

Determinar, si el uso de software de diseño, se relaciona con una mejor selección de una estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis General

La optimización técnica en la selección de medidores, se relaciona significativamente con la mejora de la eficiencia de distribución del agua de riego en el sector hidráulico Lurín.

1.8.2. Hipótesis específicas

-El componente hidráulico, se relaciona significativamente con una mejor selección de la estructura de medición de agua de riego en el sector hidráulico menor Lurín.

-La adecuada viabilidad de construcción de la estructura de medición, se relaciona significativamente con una mejor selección de la estructura de medición en el sector hidráulico menor Lurín.

-El uso de software de diseño, se relaciona significativamente con la adecuada selección de la estructura de medición en el sector hidráulico menor Lurín.

II. Marco teórico

2.1. Marco conceptual

Optimización

“Optimizar quiere decir buscar mejores resultados, más eficacia o mayor eficiencia en el desempeño de alguna tarea. De allí que términos sinónimos sean mejorar, optimar o perfeccionar” (Hernandez, 2018, p. 8).

Selección.

El concepto de selección tiene su origen en el vocablo latino selectio. Se trata de la acción y efecto de elegir a una o más personas o cosas entre otras. Aquello que se selecciona, se separa del resto por preferencia de quien elige. (Aquino & Palomino, 2016, p. 25).

Medidor.

Los medidores de caudal más utilizados en la medición de agua de riego, son:

a. Vertederos

Existen tres tipos, y se clasifican según la forma de su sección, es así que podemos encontrar vertederos rectangulares, trapezoidales (Cipolleti) y triangulares; el caudal en los vertederos se obtiene de medir la carga que existe sobre su cresta y luego convertirla a su equivalente en caudal mediante el empleo de un ábaco o una tabla de caudales elevaciones.

(Ministerio de Agricultura , 2004, p. 16)

b. Canales

Aforadores, Los tipos más comunes son: el Parshall, el aforador sin cuello y el aforador RBC; este tipo de estructuras determina el caudal Q en función de la profundidad del tirante de agua; cuando el aforador funciona como flujo libre basta con medir el tirante del agua al ingreso del aforador, caso contrario (flujo sumergido) es necesario conocer el nivel del agua a la entrada y a la salida del aforador. (Ministerio de Agricultura , 2004, p. 16)

La optimización resultará de comparar las ventajas de los medidores tipo Parshall y RBC, por ser los más utilizados por las organizaciones de usuarios.

c. Orificios

Las estructuras que funcionan como orificio, funcionan bajo dos condiciones; la primera cuando el orificio es sumergido y la segunda cuando el orificio funciona a flujo libre. Tanto para el flujo sumergido como para el flujo libre, se emplea la misma ecuación de descarga, cambiando solamente el coeficiente de descarga C; las estructuras más comunes que funcionan como orificio son: las tomas, las compuertas, los medidores de presión diferencial (Venturímetros) y los medidores de carga diferencial (Tubos Pitot). (Ministerio de Agricultura , 2004, p. 16)

d. Correntómetros

Son instrumentos que miden la velocidad de la corriente, y el más popular de todos ellos es el molinete. El molinete es un instrumento que posee un mecanismo que cuenta el número de vueltas de su hélice, para luego asociarlo a la velocidad de la corriente donde se encuentra sumergida. (Ministerio de Agricultura , 2004, p. 16)

Distribución de agua de riego

La definición de la distribución de agua en un sistema de riego, se enfoca a establecer un cierto equilibrio entre las demandas y la disponibilidad de agua, establecido en un marco de aceptación por parte de los usuarios del agua. Por distribución de agua nos referimos al conjunto de actividades que se realizan para entregar el agua a los usuarios en sus tomas prediales en la cantidad necesaria y en el momento requerido, de acuerdo a criterios técnicos y sociales. Tiene la importancia debida porque constituye la base para una adecuada operación de un sistema hidráulico. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013, p. 10)

Los criterios básicos más importantes son:

Equidad

Se define como la imparcialidad en el reparto de agua; en algunos ámbitos de la sierra del Perú, se distribuye el agua por horas para cada usuario en función a los trabajos realizados en la construcción del canal, sin tener en cuenta el área bajo riego; en otras zonas todos los usuarios tienen la misma cantidad de horas distribuidas; y en otros sectores es a demanda libre del usuario (toma libre) y en muy pocos sectores es en función a horas por hectárea. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013, p. 12)

Transparencia

Es la capacidad de las organizaciones de usuarios y los propios usuarios de transparentar la distribución del agua, porque en muchas organizaciones falta que se ordenen los procedimientos y se establezcan reglas claras de distribución que sean visibles por todos los usuarios. Por ejemplo, todos los usuarios para tener acceso al uso del agua, tienen que tener su derecho de uso de agua, así como realizar el pago de las tarifas conforme a Ley, sin embargo, eso no siempre es así. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013, p. 12)

Autonomía

Se refiere a la capacidad para regirse con órganos y normas propias evitando la centralización para la toma de decisiones sobre la distribución de agua y que no sólo esté supeditado a los niveles jerárquicos (directivos), sino se involucre a todos los usuarios. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013, p. 12)

Flexibilidad

Es la capacidad de adecuarse a cambios en las condiciones sociales, climáticas, productivas y legales. En algunos sectores los usuarios consideran que, si su licencia de uso de agua establece un caudal de 40 o 60 l/s, ese es el caudal que deben recibir, sin entender las condiciones climáticas existentes de fuerte estiaje entre otros. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2013, p. 12)

1. Bloque de riego

Unidad básica de demanda conformada por el conjunto de predios bajo riego, de uso agrícola o unidades agrícolas productivas, que tienen en común el origen del recurso hídrico, una estructura hidráulica de captación, distribución y/o regulación, entre otros.

2. Eficiencia del sistema de riego, (Efr).

"La eficiencia de un sistema de riego es la relación entre la cantidad de agua consumida por las plantas y la cantidad de agua suministrada desde la entrada, la cantidad de agua obtenida de una fuente natural de un sistema de riego de un canal principal y luego el agua se desvía a través de un canal de distribución y finalmente se convierte en eso Agua derivada a nivel de parcela para el cultivo de un agricultor. Que finalmente, con base en el caudal registrado en el registro, se evalúa cuánta agua de la misma se utiliza para el riego del cultivo y para ello es importante determinar la eficiencia del riego con el fin de determinar la demanda de agua. Determinar lo que se necesita en un proyecto de riego es un factor importante al calcular los requerimientos de agua de un proyecto de riego. La eficiencia de riego se compone de la eficiencia de la línea en el canal principal, la eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de

la aplicación a nivel de parcela. e juntos. El producto de estas tres eficiencias determina la eficiencia del riego. ") (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015, pág. 7)

Ley de Recursos Hídricos

“Ley N° 29338, esta Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta” (Ministerio de Agricultura, 2010, p. 34).

“Tiene por finalidad, regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a estos” (Ministerio de Agricultura, 2010, p. 34).

El Ministerio del Ambiente (2010), en su “artículo 162° Instrumentos de medición”, indica que: “para desarrollar el proceso de Certificación de Aprovechamiento Eficiente, se requiere que el operador o usuario cuente con instrumentos de medición, en buen estado y calibrados, que permitan la adecuada verificación de los valores de los parámetros de eficiencia” (p.99).

Medidor Parshall

“La conducción elevada Parshall es un dispositivo de medición de ruta crítica que se puede instalar en un canal, zanja o surco para medir el flujo de agua. Es una forma especial de conducción elevada y lleva el nombre de su principal creador, R.L. Parshall. "(Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 170)

La conducción elevada (Figura 4) ha sido normalizada y calibrada para una amplia gama de capacidades en los Estados Unidos.

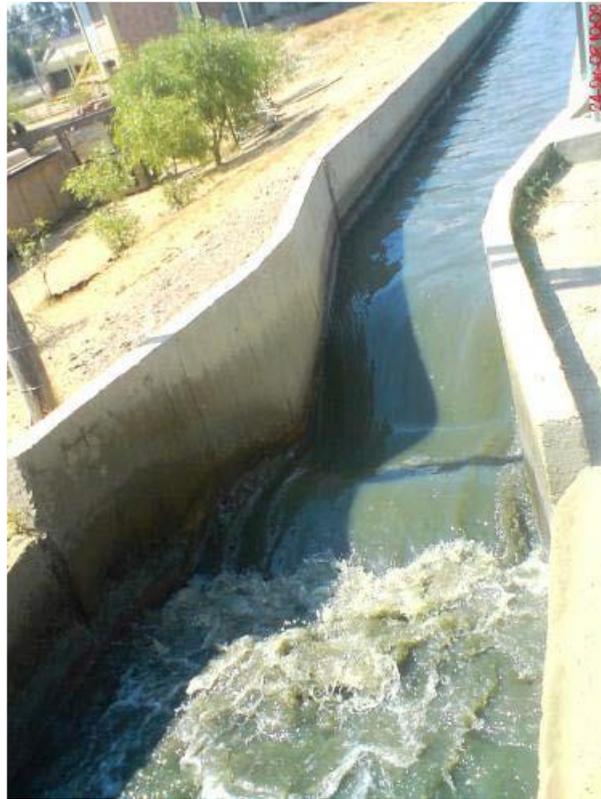


Figura 4. Conducción elevada Parshall

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

“La conducción elevada consta de tres secciones principales: una sección convergente o de contracción en su extremo de aguas arriba; un tramo que conduce a una sección contraída o garganta y una sección divergente o creciente aguas abajo” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 170) (Figura 5).

Las conducciones elevadas de dimensiones mayores tienen una losa de acceso y muros en aleta en el extremo de aguas arriba. La losa de la sección convergente está nivelada, tanto en sentido longitudinal como transversal. La losa de la garganta se inclina hacia abajo y la losa de la sección divergente se inclina hacia arriba. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 170)

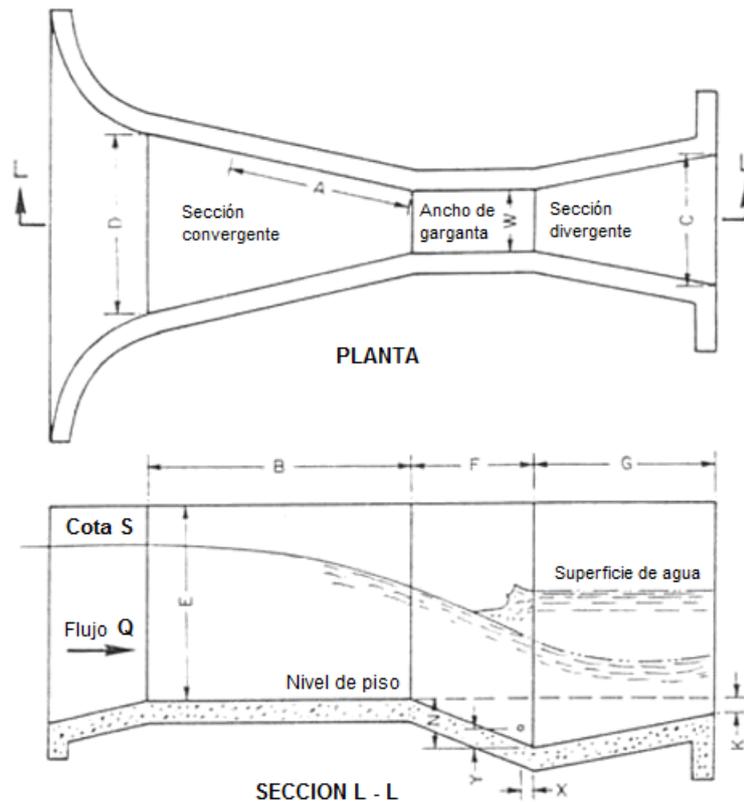


Figura 5. Planta y perfil de un medidor Parshall

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

La conducción elevada tiene varias ventajas significativas. Puede funcionar con pérdidas de altura relativamente pequeñas. Esta posibilidad permite su utilización en canales de profundidad relativamente pequeña y perfiles planos. Si se construye y mantiene debidamente, se pueden obtener exactitudes con un margen de error de ± 2 por ciento para derrame libre y ± 5 por ciento para derrame sumergido. La velocidad de la corriente es lo bastante elevada como para eliminar virtualmente los depósitos de sedimentos dentro de la estructura durante el funcionamiento. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 171)

“Otra ventaja es que no existe ninguna forma fácil de alterar las dimensiones de las conducciones elevadas ya construidas o de cambiar el dispositivo o canal de algún modo para conseguir una proporción de agua no permitida” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 171).

Un inconveniente de la conducción elevada es que las dimensiones normalizadas tienen tolerancias muy pequeñas para poder conseguir una exactitud razonable en las mediciones. Esto exige que la construcción se realice con exactitud, empleando mano de obra especializada, lo que hace que el dispositivo resulte relativamente caro. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 172)

Propiedades hidráulicas

La descarga por la conducción elevada Parshall puede tener lugar en condiciones de derrame libre o derrame sumergido. Para determinar el régimen de descarga, se disponen dos limnómetros (H_a y H_b). Ambos limnómetros se gradúan con el punto cero en la cota media de la coronación de la conducción elevada. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 172)

Derrame libre

En condiciones de derrame libre (o escorrentía), la tasa de escorrentía depende solo de la longitud de la cresta W y la profundidad del agua en el punto donde el indicador H_a está en la sección convergente, similar a un relleno sanitario donde solo se mide la longitud de la cresta. y la altura interviene en el cálculo del caudal. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 173).

Derrame sumergido

En la mayoría de las instalaciones, cuando la descarga se incrementa por encima de un valor crítico, el arrastre en el canal aguas abajo se vuelve suficiente para disminuir la velocidad, aumentar la profundidad de la corriente y crear un efecto de agua estanca en la elevada Parshall Drive. Se podría suponer que tan pronto como el nivel de agua estancada H_b excede la altura de la cresta de la tubería elevada, el drenaje comienza a disminuir; Sin embargo, éste no es el caso. Las pruebas de calibración muestran que la descarga se reduce hasta que la relación de inmersión $H_b: H_a$, expresada en porcentaje, supera los siguientes valores. "(Autoridad Nacional del Agua, 2010, págs. 173-174).

Tabla 1.
Valores de Calibración

Anchura de la garganta (W)	Límite de derrame libre de H_b/H_a
15.2 a 23 cm (6 a 0 pulgadas)	(60 por ciento)
30,5 a 244 cm (1 a 8 pies)	(70 por ciento)

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2010)

El límite superior de la relación de inmersión es del 95 por ciento. En este punto, la tubería elevada ya no es un medidor efectivo porque la diferencia de altura entre H_a y H_b se vuelve tan pequeña que una ligera inexactitud en los valores de altura resultará en un gran error en la medición del flujo. "(Autoridad Nacional del Agua, 2010, pág. 174)

Condiciones de la corriente de aproximación

“La experiencia ha demostrado que las líneas aéreas de Parshall no deben colocarse en ángulo recto con los arroyos, como es el caso de las desviaciones, a menos

que la corriente se enderece y redistribuya uniformemente antes de entrar en las líneas aéreas. Deben eliminarse las vibraciones y ondas de cualquier tamaño significativo. El agua debe entrar en la sección convergente con una distribución aceptable a lo ancho de la entrada y los conductos de flujo deben ser sustancialmente paralelos al eje de simetría del conducto elevado. Asimismo, el flujo en la entrada de la línea debe estar libre de agua "espumosa" y turbulencias en forma de "burbujas" visibles en la superficie, como se podría hacer bajo una compuerta de control. Solo bajo estas condiciones, la tubería elevada puede medir el agua según lo previsto. "(Autoridad Nacional del Agua, 2010, pág. 174)

Medición de descarga

Condiciones de descarga libre

Condiciones de inmersión

Cuando la razón de las dos alturas H_b y H_a sobrepasa el límite correspondiente a las conducciones de derrame libre, resulta necesario aplicar una corrección negativa a la descarga de derrame libre con objeto de determinar el régimen de derrame sumergido.

3. Medidor de garganta larga (RBC)

Es una "contracción que se genera dentro de un canal en el que están presentes las condiciones hidráulicas para el flujo crítico en la garganta". La contracción puede estar en el fondo del canal, las paredes o las pendientes, o ambos. " (Acuña, 2017, p.12) como se muestra en la Figura 6.

Otra condición para que el aforador sea de garganta larga es que ésta tenga una longitud mínima, para evitar curvaturas fuertes en el perfil hidráulico del flujo y en las líneas de corriente.

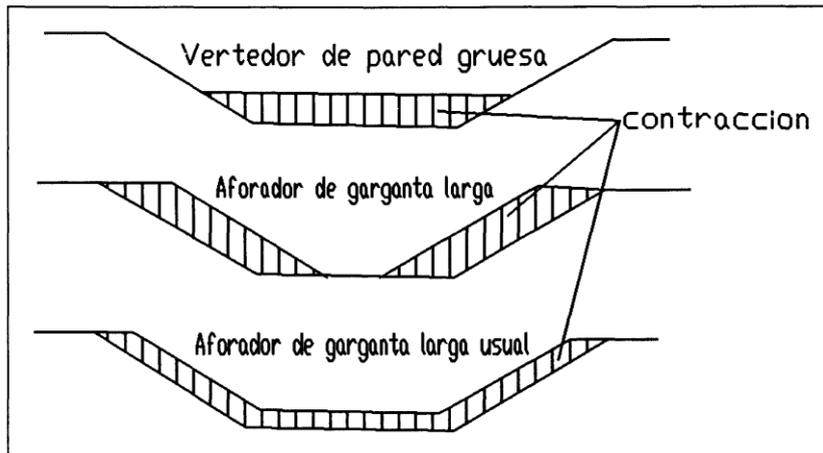


Figura 6. Geometría transversal de los aforadores

Fuente: (Acuña, 2017)

El aforador no debe tener contracciones bruscas. Así, la pérdida de carga será insignificante, y será posible calcular el flujo a través del aforador sin tomar en cuenta los efectos de estas curvaturas y sin incurrir en errores significativos. Se obtendrá de esta manera un modelo matemático sencillo lo bastante preciso para la elaboración de curvas de tirante versus gasto. Hay varios tipos de aforadores de garganta larga. Tomando en cuenta su geometría, se pueden dividir en trapezoidales, rectangulares, triangulares y las combinaciones de los anteriores en el canal de aproximación y la garganta. Figura 7 Aforador con garganta trapezoidal, Figura 8 Aforador con garganta rectangular.

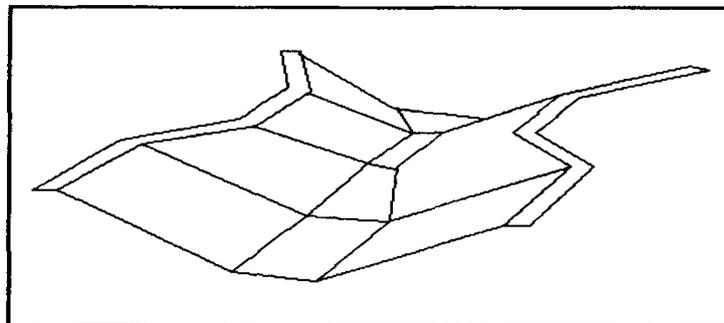


Figura 7. Aforador con garganta trapezoidal

Fuente: (Acuña, 2017)

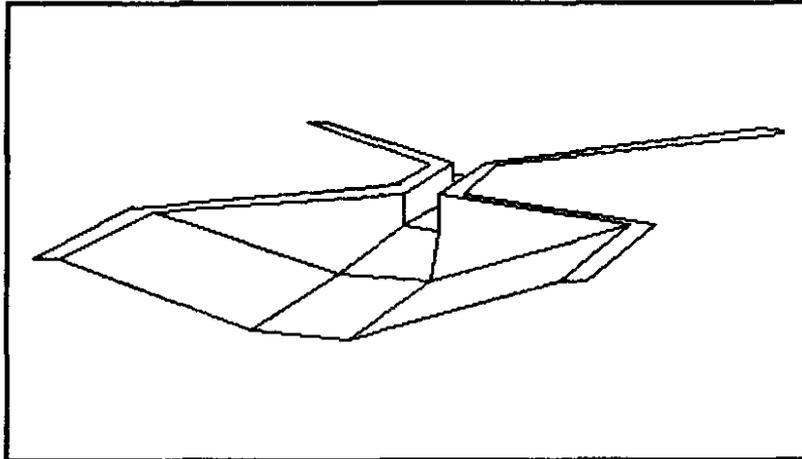


Figura 8. Aforador con garganta rectangular

Fuente: (Acuña, 2017)

En la Figura 7 se observa un canal de aproximación trapezoidal con la garganta también trapezoidal; en la Figura 8 se ve un canal de aproximación trapezoidal con la garganta rectangular. Ambos casos son muy comunes, ya que la mayoría de los canales de riego son precisamente trapezoidales, mientras que la sección rectangular facilita el diseño y construcción de estructuras aforadoras en el laboratorio o taller para después colocarlas en el campo.

Es importante que el medidor tenga una transición desde el canal de proximidad hasta el cuello. De lo contrario, puede provocar grandes pérdidas de carga, además de curvaturas en las líneas de flujo de corriente, que impiden el análisis y por tanto dificultan el diseño. El cruce de salida también juega un papel importante en el funcionamiento de las estructuras, por lo que es deseable un diseño cuidadoso de las estructuras. Es en la salida donde se producen las mayores pérdidas de carga; aquí el flujo cambia de un estado crítico a uno subcrítico. Dependiendo de una transición de salida adecuada, la pérdida de energía es mínima. (Kennedy, Fragoza, Peña, & Moreno, 1992, p. 78)

En las figuras 9 y 10 se muestran aforadores con la garganta de sección rectangular y con la garganta de sección trapecial.



Figura 9. Aforador RBC en el valle Chicama

Fuente: PSI-MINAGRI



Figura 10. Aforador garganta larga en el valle Chira

Fuente: PSI-MINAGRI

10. Reglamento de operadores de infraestructura hidráulica-Resolución Jefatural-327-2018-ANA, tiene por objeto regular la prestación de los servicios públicos de suministro de agua y gestión de aguas subterráneas, así como el contenido, aprobación y supervisión de los instrumentos técnicos que presentan los operadores de infraestructura hidráulica y usuarios con sistema de abastecimiento de agua. En el literal g) del artículo Nro. 09 – Obligaciones del usuario del servicio, precisa que debe instalar dispositivos que permitan al operador la medición y control del agua.

11. Sector hidráulico mayor, está conformado por infraestructura hidráulica mayor que permite el suministro de agua hacia los sectores hidráulicos menores, así como el sistema de drenaje principal. (Art. 11 del Reglamento de operadores hidráulicos-Resolución Jefatural 327-2018-ANA).

12. Sector hidráulico menor, está conformado por infraestructura hidráulica que a partir del sector hidráulico mayor o de la fuente natural, permite el suministro de agua a los usuarios de agua, así como el sistema de drenaje secundario. (Art. 13 del Reglamento de operadores hidráulicos-Resolución Jefatural 327-2018-ANA)

2.2. Aspectos de responsabilidad social y medio ambiental

La responsabilidad social significará la aceptación de las estructuras de medición, tanto en su operación como en su cuidado o mantenimiento, y estará relacionada a los aspectos ambientales, teniendo en cuenta que toda estructura de medición normalmente significa una obstrucción en el libre discurrir del agua, por lo que los beneficiarios deben estar comprometidos con el cuidado de estas estructuras.

III. Método

3.1 Tipo de investigación

Se utilizará el enfoque cuantitativo, que es el que “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Sampieri et al. 2014, p. 4).

Dadas las características de la investigación, se orienta hacia una investigación no experimental.

3.2 Población y muestra

La población está representada por los canales (puntos donde se ubicarán las estructuras de medición en el sector hidráulico Lurín), que son un total de 35 y que corresponden a los puntos identificados en el diagnóstico efectuado por la Unidad Ejecutora N° 002 MGRH, como parte de las actividades previas del proyecto de inversión pública “Gestión integrada de los recursos hídricos en diez cuencas”. Ver tabla N°3.

Tabla 2.
Características de las estructuras de medición - S.H Lurín

Nº	NOMBRE DE BLOQUE	CODIGO DE BLOQUE	NOMBRE CANAL EN EL QUE SE UBICA LA ESTRUCTURA DE MEDICIÓN	Q (m ³ /s)	n	s	b (m)	B (m)	H (m)	z	y (m)	v (m/s)	F		
1	MEJORADA PLATANAL	PLUR-30-B10	CD MEJORADA	0.5	0.015	0.03	1.1	1.7	0.7	0.43	0.151	2.8525	2.4119		
2	-	-	CD LURIN	1.3	0.03	0.001	2	2.8	0.45	0.89	0.741	0.6594	0.2732		
3	SUB SECTOR CIENIGUILLA	PLUR-30-B01	CD LIDERO ALTO	0.08	0.015	0.015	0.39	0.39	0.29	0.00	0.135	1.5149	1.3144		
4			CD SAN ISIDRO ALTO	No hay data por canal afectado por el fenomeno de niño											
5			CD SAN ISIDRO BAJO	0.08	0.03	0.012	0.60	1	0.6	0.33	0.1502	0.8202	0.7011		
6			CD LINDERO BAJO	0.1	0.015	0.01	0.6	0.6	0.5	0.00	0.1258	1.3251	1.193		
7			CD VALENCIA	0.12	0.025	0.013	0.55	0.85	0.35	0.43	0.1903	0.9982	0.7765		
8			CD SAN VICENTE	0.08	0.03	0.03	0.42	0.7	0.7	0.20	0.15	1.185	1.0089		
9			CD PIEDRA LIZA	0.15	0.03	0.014	0.67	0.67	0.7	0.00	0.2186	1.024	0.6992		
10			CD SAN FRANCISCO	0.12	0.015	0.01	1.1	1.8	0.55	0.64	0.0864	1.2015	1.3356		
11			CD HUAYCAN	0.072	0.015	0.01	0.65	0.9	0.3	0.42	0.0898	1.1657	1.2754		
12			CD MOLLE ALTO	0.1	0.03	0.015	0.55	0.55	0.4	0.00	0.1909	0.9524	0.696		
13			CD CARRILLO	0.12	0.015	0.03	0.45	0.45	0.8	0.00	0.1243	2.1451	1.9425		
14			CD MOLLE BAJO	0.1	0.015	0.0065	0.4	0.4	0.45	0.00	0.2118	1.1801	0.8186		
15			CD SANTA AUGUSTA	0.08	0.015	0.008	0.85	0.85	0.6	0.00	0.0896	1.0508	1.121		
16			TOLEDO	PLUR-30-B02	CD TOLEDO	0.9	0.015	0.011	1.1	1.1	0.55	0.00	0.2911	2.4537	1.5415
17			CIENIGUILLA	PLUR-30-B03	CD CIENIGUILLA	1.8	0.015	0.0117	1.1	1.1	0.95	0.00	0.6118	2.6747	1.0918
18	CONDOR HUACA MOLINO	PLUR-30-B04	CD CONDOR HUACA MOLINO	0.2	0.015	0.0135	1	1	0.7	0.00	0.1216	1.6445	1.5056		
19			CD MOLINO	0.3	0.015	0.0084	0.7	0.7	0.8	0.00	0.2523	1.6988	1.0799		
20	TAMBO INGA	PLUR-30-B05	CD TAMBO INGA	0.8	0.015	0.03	1.8	2	0.65	0.15	0.1488	2.9495	2.4558		
21	JATOSISA SOTELO	PLUR-30-B06	CD JATOSISA	0.9	0.015	0.015	0.8	1.1	0.6	0.25	0.3554	2.849	1.6002		
22			CD SOTELO	No hay data por canal afectado por el fenomeno de niño											
23	CAÑA HUECA	PLUR-30-B07	CD CAÑA HUECA	1.1	0.015	0.014	0.5	0.87	0.5	0.37	0.5356	2.9415	1.454		
24	SAN FERNANDO	PLUR-30-B08	CD SAN FERNANDO	1	0.015	0.0116	0.8	1	0.5	0.20	0.4247	2.6606	1.3646		
25	PAN DE AZUCAR	PLUR-30-B09	CD PAN DE AZUCAR	1.5	0.03	0.0033	0.8	1.2	0.5	0.40	1.1047	1.0934	0.3867		
26	MEJORADA PLATANAL	PLUR-30-B10	L1 HUAPAYA	0.2	0.03	0.008	0.8	1.8	0.9	0.56	0.2385	0.8982	0.6278		
27	OLIVAR CASICA	PLUR-30-B11	L1 OLIVAR	0.25	0.03	0.015	1	1.4	1.1	0.18	0.2077	1.1603	0.8274		
28	HUERTOS RINCONADA	PLUR-30-B12	CD MEJORADA	1	0.015	0.005	2.1	2.1	1	0.00	0.2776	1.7155	1.0396		
29	PAMPA GRANDE BUENA VISTA ALTA	PLUR-30-B13	L1 LUVANEJA	0.3	0.015	0.01	0.7	1.2	0.9	0.28	0.2162	1.8241	1.3013		
30	VENTUROSA	PLUR-30-B14	CD VENTUROSA	0.5	0.015	0.006	1	1	0.6	0.00	0.491	1.0184	0.4641		
31	CASICA	PLUR-30-B15	L1 LOPEZ	0.25	0.03	0.0085	0.5	0.7	0.6	0.17	0.4409	0.9862	0.5042		
			L1 WENCESLAO	0.3	0.03	0.011	0.5	0.8	0.65	0.23	0.4361	1.146	0.5985		
32	SAN PEDRO	PLUR-30-B17	L1 SAN PEDRO	0.6	0.03	0.0085	1.1	2.2	1.3	0.42	0.3874	1.2265	0.6684		
33	SAN VICENTE	PLUR-30-B18	L1 SAN VICENTE SALINAS	0.35	0.03	0.05	1.5	2	0.9	0.28	0.1721	1.9408	1.5278		
34	SALINAS	PLUR-30-B19	L1 SAN VICENTE SALINAS	0.15	0.03	0.007	1	1.7	0.65	0.54	0.181	0.7548	0.5911		
35	COMUNIDAD	PLUR-30-B20	CD LURIN	1.3	0.03	0.001	2	2.8	0.45	0.89	0.7412	0.6594	0.2732		
36	HUARANGAL	PLUR-30-B21	L1 HUARANGAL	0.4	0.03	0.008	0.9	1	0.55	0.09	0.3954	1.0812	0.5593		
37	SANTA ROSA	PLUR-30-B22	L1 NUÑEZ	0.6	0.03	0.008	1.5	2.8	2	0.33	0.325	1.1486	0.6644		
38	SUCHE	PLUR-30-B24	CD SUCHE	0.32	0.03	0.01	3	6	1.4	1.07	0.1271	0.8028	0.7344		

Se presenta un resumen de este diagnóstico, en el Anexo N° 1.

La muestra ha sido seleccionada de manera no probabilística, aplicando un criterio de selección relacionado al caudal de conducción, así se seleccionaron seis puntos en un número

similar de canales que conducen los caudales siguientes: 0.10 m³/s, 0.30 m³/s, 0.50 m³/s (02 canales), 1.00 m³/s y 2.00 m³/s.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 3 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
X= Optimización técnica	-Comportamiento hidráulico -Viabilidad de construcción -Diseño	-Precisión de medición
		Costos
		Seguridad en el diseño
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
Y= Distribución de agua de riego	Volumen de agua Ingresos económicos Caudal	-Volumen de agua recuperado
		Ingresos por tarifa de agua
		- Caudal controlado

3.4. Instrumentos

Tabla 4.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN	INFORMANTE O FUENTE QUE CORRESPONDE AL INSTRUMENTO DE CADA TÉCNICA
Observación	Fichas de Resumen.	Fuente: Nuestra realidad problemática y la experiencia internacional.
	Fichas de Análisis.	
Análisis documental	Fichas de Resumen.	Fuente: Libros, tratados e internet. Además de proyectos nacionales e internacionales.
	Fichas Textuales.	
	Fichas Bibliográficas.	
	Fichas de Análisis	
Sesiones en profundidad o de grupos y análisis secundario	Fichas de Resumen.	Fuente: Funcionarios de entidades públicas y privadas.
	Fichas Textuales.	
	Fichas Bibliográficas.	
	Fichas de Análisis	

3.5. Procedimientos

La información del diagnóstico efectuado por el PGIHR, se ha tomado como básica para el presente trabajo de investigación, procediéndose a seleccionar seis (06) puntos del inventario, con la finalidad de ejecutar los medios correspondientes para hacer la optimización técnica de la selección de medidores, para lo cual se seguirá el procedimiento siguiente:

- a.- Coordinación con la organización de usuarios de Lurín a través de la gerencia técnica y directiva.
- b.- Selección de los canales y puntos de medición a intervenir.
- c.- Acopio de información para los diseños de las estructuras.
- d.- Diseño hidráulico de las estructuras.
 - d.1 Diseño hidráulico de medidores considerando el tipo Parshall.
 - d.2 Diseño hidráulico de medidores considerando el tipo aforador de garganta larga o RBC.
- e.- Elaboración de análisis de costos unitarios.
- f.- Metrados y presupuesto de obra.

a. Coordinación con la junta de usuarios Lurín Chilca

Actividad realizada para fomentar el interés de la organización de usuarios, que además pueda permitir el acceso a la información actualizada sobre diferentes temas relacionados principalmente a la distribución del agua de riego en este sector hidráulico.

Se sostuvo una reunión con la gerente técnica, con quien finalmente se seleccionó los puntos de medición a ser tratados en la presente investigación.

b. Selección de los canales y puntos de medición a intervenir

Luego de la coordinación con la junta de usuarios de Lurín Chilca, se seleccionaron seis puntos de medición en los cuales se harán los comparativos de los diseños de estructuras de medición. En este estudio se tendrá en cuenta para la optimización, las estructuras de medición tipo Parshall y las estructuras de garganta larga, que son las más usadas, lo cual fue demostrado en el último inventario de estructuras de medición, efectuado en el año 2017, por la UE 002-

MGRH en sesenta sectores hidráulicos de la costa, cuyos resultados se muestran en las tablas N° 4 y N° 5.

Tabla 5.
Diagnóstico de estructuras de medición – SH Lurín

DESCRIPCIÓN	Resultados del diagnostico de estructuras de medicion en bloques y captaciones										
	Puntos de medicion evaluados	Cantidad de estructuras evaluadas, segun tipo			Cantidad de estructuras propuestas,			Resultados			
		Parshall	RBC	Otros	Parshall	RBC	Otros	Estructura apta	Estructura por mejorar	Estructura por rehabilitar	Nueva estructura
Zona norte	665	140	138	39	14	258	76	56	212	49	348
Zona centro	538	55	128	4	7	341	3	27	119	41	351
Zona sur	610	67	131	9	15	343	45	67	86	54	403
Total	1813	262	397	52	36	942	124	150	417	144	1102

Fuente: UE 002-MGRH-ANA

Tabla 6.
Resultados del inventario de la UE 002-MGRH

Descripción	Cantidad	%
Estructura apta	150	8.27
Estructura por mejorar	417	23.00
Estructura por rehabilitar	144	7.94
Nueva estructura	1,102	60.78
Total	1,813	100.00

Fuente: UE 002-MGRH-ANA

Como se observa en la tabla N° 5, el número de estructuras evaluadas (aptas: 150, por mejorar: 417 y por rehabilitar: 144), fue de 711, de los cuales 397 (55.84 %) correspondieron a estructuras de medición de garganta larga, 262 (36.85 %) a estructuras tipo Parshall, y 52 (7.31 %) a otro tipo de estructuras, entre ellas: medidores sin cuello, orificios de carga constante, etc.

Del grupo de 38 estructuras de medición del sector hidráulico Lurín, se seleccionaron seis (06) puntos de medición, los cuales se indican en tabla N° 6.

Tabla 7.
Ubicación de las estructuras de medición de agua -SH Lurín

N°	NOMBRE SUBSECTOR	NOMBRE DE BLOQUE	UBIC EN RED HIDROMETRI CA	TIPO Y NOMBRE DE CANAL	AREA BENEF. (ha)	NRO. BENEF	NOM ESTRUCT. MEDICIÓN	UBICACIÓN		ALTI TUD msn m	CAUDALES (m3/s)		
								ESTE	NORTE		QMA X	QME D	QMI N
1	CIENEGUIL LA	CIENEGUILLA	TD	CD CIENIGUILLA	370.41	199	CIENEGUILL A	304617	8661101	316	2.00	1	0.6
2	PAN DE AZUCAR	PAN DE AZUCAR	TD	CD PAN DE AZUCAR	321.65	530	PAN DE AZUCAR	297843	8652264	122	1.00	0.8	0.5
3	TOLEDO VENTUROS	TOLEDO	TD	CD TOLEDO CD	200.89	450	TOLEDO	306644	8662472	356	0.50	0.4	0.2
4	A CONDOR	VENTUROSA CONDOR	TD	VENTUROSA	273.27	109	VENTUROSA	296460	8649530	84	0.50	0.3	0.12
5	HUACA MOLINO	HUACA MOLINO	TD	CD MOLINO	157.28	11	MOLINO	300513	8656597	210	0.50	0.2	0.1
6	CIENEGUIL LA	CIENEGUILLA	TD	MOLLE BAJO	-	-	MOLLE BAJO	307988	8664978	421	0.10	0.06	0.02

Fuente: UE 002-MGRH-ANA

Estos puntos de ubicación, fueron materia de la elaboración de un expediente técnico, elaborado por el ingeniero Carlos Romero Hernández, el año 2013 para el PSI.

Por lo que se ha tomado la información topográfica correspondiente, así como otra información relevante para cumplir el objetivo del presente estudio. Cabe indicar que el ingeniero Romero, consideró en su propuesta, solamente aforadores de garganta larga.

Ubicación de las estructuras de medición

De acuerdo a las normas técnicas indicadas en el texto “Aforadores de caudal para canales abiertos”, para una ubicación adecuada de una estructura de medición se deben seguir los pasos siguientes:

Emplazamiento:

Todas las obras de aforo o de regulación de caudales deben situarse en un tramo de canal en el que pueda medirse con exactitud el valor de h (carga hidráulica), y en donde pueda producirse una pérdida de carga suficiente (figura 11) para obtener una relación única entre Q y h .” (Bos, Replogle, & Clemmens, 1986)



Figura 11. Un desnivel en un canal, puede ser seleccionado para construir una estructura de aforo (sector hidráulico Jequetepeque)

“El reconocimiento de un canal, para encontrar un emplazamiento idóneo para la instalación, debe también suministrar información sobre algunos otros factores que habrán de influir en el comportamiento de la futura obra” (Bos, et al., 1986, p. 124).

Aguas arriba del posible emplazamiento, el canal debe ser recto y poseer una sección transversal razonablemente uniforme, en una longitud aproximadamente igual a diez veces su anchura media. Si existe una curva muy cerca de la obra, la altura del agua a los dos lados del canal es diferente. Pueden, sin embargo, efectuarse medidas aceptablemente exactas, (error añadido de alrededor del 3 %), si el tramo recto del canal tiene una longitud de unas dos veces su anchura, en cuyo caso el nivel del agua deberá medirse por la parte interna de la curva. (Bos, et al., 1986, p. 124)

El tramo de canal debe tener una pendiente constante en la solera. En ciertos tramos la deposición de sedimentos se produce durante las épocas o períodos secos. Estos depósitos pueden ser arrastrados nuevamente en la estación húmeda. Tales sedimentos modifican la velocidad de aproximación del agua hacia el aforador, pudiendo llegar a enterrarlo, e incluso a socavar, por erosión, los cimientos de la obra. (Bos, et al., 1986, p. 124)

El nivel del agua en el canal debe determinarse directamente, tanto si se puede predecir según su caudal, como si sufre la influencia de otros canales, con los que confluye aguas abajo, o si le afectan las maniobras de las compuertas, o las operaciones en el embalse, etc. De los niveles de agua en el canal depende, en gran parte, la altura de resalto necesaria para lograr un régimen modular. (Bos, et al., 1986, p. 125)

Basándose en los niveles de agua del canal y en la altura de resalto necesaria, en combinación con la relación de Q , con respecto a h , de la obra de aforo, deberá estudiarse la posibilidad de inundación de los terrenos circundantes de aguas arriba.

Estas inundaciones, normalmente, son causa de sedimentación, debido al cambio que se produce en las condiciones de la corriente que se aproxima. (Bos, et al., 1986, p. 125)

“Para toda la gama de caudales predecibles el número de Froude, Fr, en el punto de medición de la altura de carga, debe calcularse utilizando la fórmula” (Bos, et al., 1986, p. 125).

$$Fr, = v/(gD_H)$$

en donde:

v= velocidad media de la sección del canal, (m/s)

g= aceleración de la gravedad, (m/s²)

D_H= profundidad hidráulica (A/T), (m)

A = área de la sección normal a la corriente, (m²)

T = anchura libre del agua en la estación limnimétrica, (m).

Para lograr una superficie del agua suficientemente suave, en la que se pueda medir exactamente su altura, el número de Froude, Fr, no debe ser superior a 0,5, en una distancia de, al menos, 30 veces h, aguas arriba del aforador. Siempre que sea posible se debe reducir el número de Froude a 0,2. (Bos, et al., 1986, p. 126)

Condiciones del subsuelo: las filtraciones en torno y por debajo del lugar de la obra de aforo, debidas a las pérdidas de carga en la misma, deben suprimirse a un costo razonable. Así mismo, debe asegurarse una cimentación estable, sin que se produzca un asentamiento significativo del terreno. (Bos, et al., 1986, p. 126)

c. Acopio de información para los diseños de las estructuras.

La información necesaria radica en conocer las características hidráulicas y geométricas del canal que conduce el recurso hídrico, dentro de las cuales se indican las siguientes: plantilla, talud y altura del canal, coeficiente de rugosidad de Manning (n),

pendiente del canal. Con esta información se calculará las características hidráulicas del flujo (velocidad, número de Froude).

En el caso de las características geométricas, se ha tomado la información del diagnóstico y trabajos topográficos incluidos en el expediente técnico elaborado por el ingeniero Hernández (2013).

d. Diseños hidráulicos de las estructuras

d.1 Diseño hidráulico de medidores tipo Parshall.

Se presentan a continuación los diseños de las estructuras de medición considerando para este caso los del tipo Parshall, para lo cual se ha tomado la información de campo utilizada en el proyecto “Obras de control y medición de agua por bloques de riego en el valle Lurín”, (Cromero, 2013).

El expediente técnico (Cromero, 2013), tuvo como objetivo contar con los diseños requeridos para la implementación de 23 estructuras de medición de tipo RBC.

Consideraciones de diseño

Los puntos de ubicación de las estructuras de medición fueron definidos en el expediente técnico indicado, para lo cual se tomaron las precauciones correspondientes, como es que estén comprendidos en un tramo recto y que no existan obstáculos en el canal, que puedan causar problemas en el escurrimiento, lo que afectaría el funcionamiento de la estructura de medición. En la mayor parte de los casos, no se presenta flujo subcrítico, por lo que se consideró necesario modificar la pendiente del canal (para el caso de los canales revestidos), mediante la variación del espesor de la losa de fondo.

Respecto al caudal de diseño, se ha considerado los valores de caudal máximo y mínimo proporcionado por la organización de usuarios.

En cuanto al diseño, se presenta una información proveniente del manual “Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico” (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 178)

Elección del tamaño de la estructura de medición Parshall

Después de seleccionar la ubicación, averigüe los caudales máximos y mínimos a medir, las profundidades de corriente correspondientes, la velocidad máxima y las dimensiones del conducto en la ubicación. Estas dimensiones deben incluir el ancho, los taludes laterales y la profundidad y altura de los bancos costa afuera, con especial referencia a su capacidad para aceptar la mayor profundidad causada por la instalación del medidor Parshall. Con esta información y el uso de las tablas de descarga para las dimensiones de los calibres estándar de Parshall, se puede determinar el tamaño y la altura apropiados de la cresta o rampa. (Autoridad Nacional del Agua, 2010, p. 178)

Todos estos aspectos teóricos, se ha aplicado en los diseños requeridos de las seis estructuras seleccionadas en el sector hidráulico Lurín.

Los resultados de los diseños de los medidores Parshall, se muestran a continuación.

1. Diseño del medidor Parshall Cieneguilla (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
2.0	2.0	0	0.0015	0.015	0.70	2.0	1.43	0.8	0.85	0.54

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
2.0	2.0	0	0.0015	0.015	0.70	2.0	1.43	0.8	0.85	0.54

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 2.0 m³/s a 0.200 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 5 a 8 pies. Sin embargo, como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 1/3 a 1/2 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este caso, se debería considerar la canaleta de 3 pies, pero esta canaleta no es apropiada para conducir un caudal de 2 m³/s. Por lo que se analizarán las canaletas de 5 a 8 pies. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.70$ m (profundidad de agua en el canal).

a) Opción, considerando una garganta de $w = 6$ pies

Condiciones de sumergencia:

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q = 4.519 H_a^{1.55}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.60 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.42 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.50 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para la determinación de la pérdida de carga, de los medidores

Parshall (1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es igual a 0.23 m.

DATOS DEL NOMOGRAMA:

PERDIDA DE CARGA :

W = 6'		W = 5'	
Q	Pc	Q	Pc
0.050	0.018	0.050	0.020
0.060	0.019	0.060	0.022
0.070	0.022	0.070	0.025
0.080	0.024	0.080	0.028
0.090	0.026	0.090	0.030
0.100	0.027	0.100	0.032
0.110	0.030	0.110	0.035
0.120	0.032	0.120	0.037
0.130	0.034	0.130	0.040
0.140	0.035	0.140	0.041
0.150	0.036	0.150	0.042
0.200	0.043	0.200	0.050
0.250	0.051	0.250	0.060
0.300	0.058	0.300	0.068
0.350	0.064	0.350	0.077
0.400	0.070	0.400	0.085
0.450	0.075	0.450	0.090
0.500	0.080	0.500	0.095
0.600	0.095	0.600	0.110
0.700	0.110	0.700	0.125
0.800	0.120	0.800	0.140
0.900	0.130	0.900	0.150
1.000	0.140	1.000	0.160
1.200	0.160	1.200	0.190
1.500	0.180	1.500	0.220
2.000	0.230	2.000	0.260
2.500	0.260	2.500	0.300
3.000	0.280	3.000	0.330
3.500	0.340	3.500	0.400
4.000	0.350	4.000	0.420

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.70 - 0.42 = 0.28$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del medidor Parshall = $0.70 \text{ m} + P_c = 0.70 \text{ m} + 0.23 \text{ m} = 0.93 \text{ m}$. Tirante aguas arriba = 0.93 m.

Se buscará otra opción

b) Opción, considerando $w = 5$ pies Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q = 3.732 H_a^{1.587}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.675 \text{ m. luego } H_b = 0.47 H_a$$

$$H_b = 0.47 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.56 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (1 a 8 pies)

La pérdida de carga es igual a 0.26 m.

La altura de la rampa, es igual a: $p = 0.70 - 0.47 = 0.227 \text{ m.}$

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

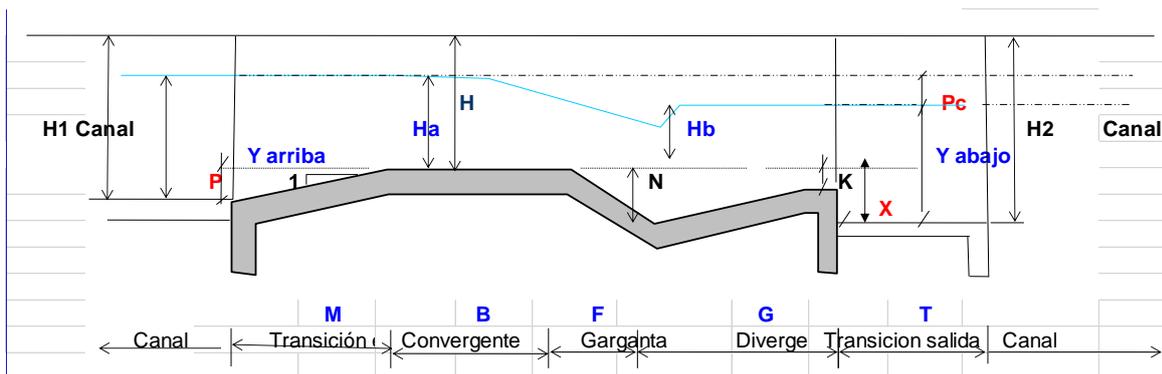
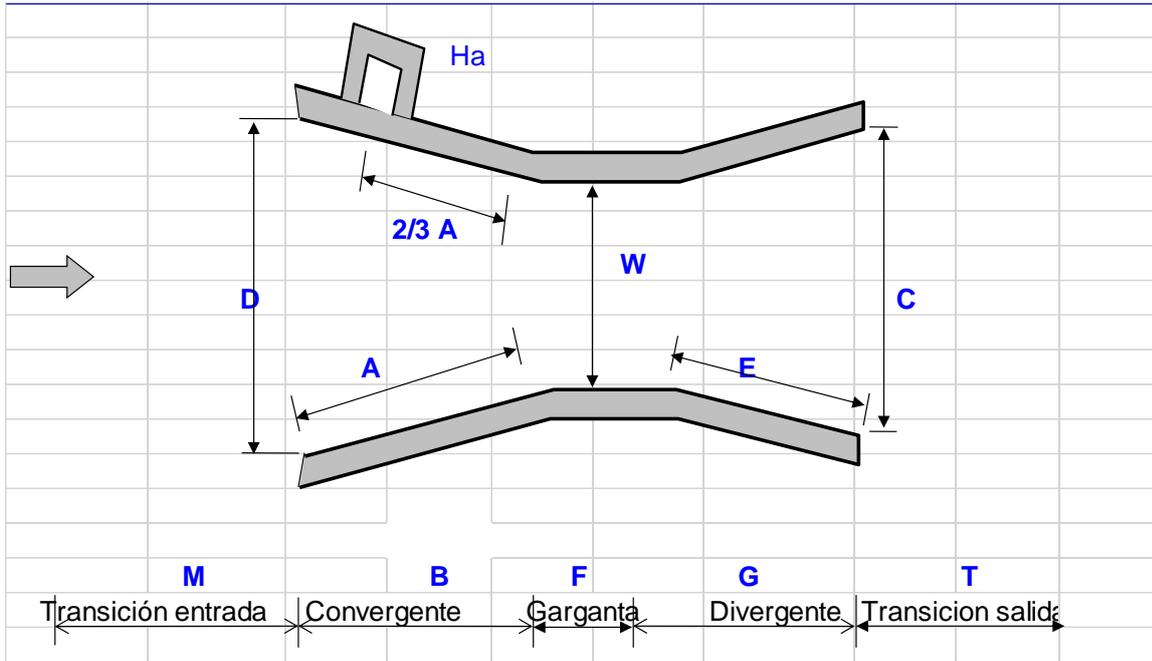
Tirante aguas arriba del medidor Parshall = $0.70 \text{ m} + P_c = 0.70 \text{ m} + 0.26 \text{ m} = 0.93 \text{ m.}$ Tirante aguas arriba = 0.96 m.

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 6 pies.

Porque con el ancho de garganta de 5 pies, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y sobreelevación de los muros aguas arriba del medidor. Además, cuando se utiliza medidores con este ancho de garganta (5 pies), se tendrá un valor de H_a cercano a 0.700 m.

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w=6$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
1.829	2.134	1.422	2.092	2.134	2.667	0.610	0.914	0.229		0.914	1.50	0.50



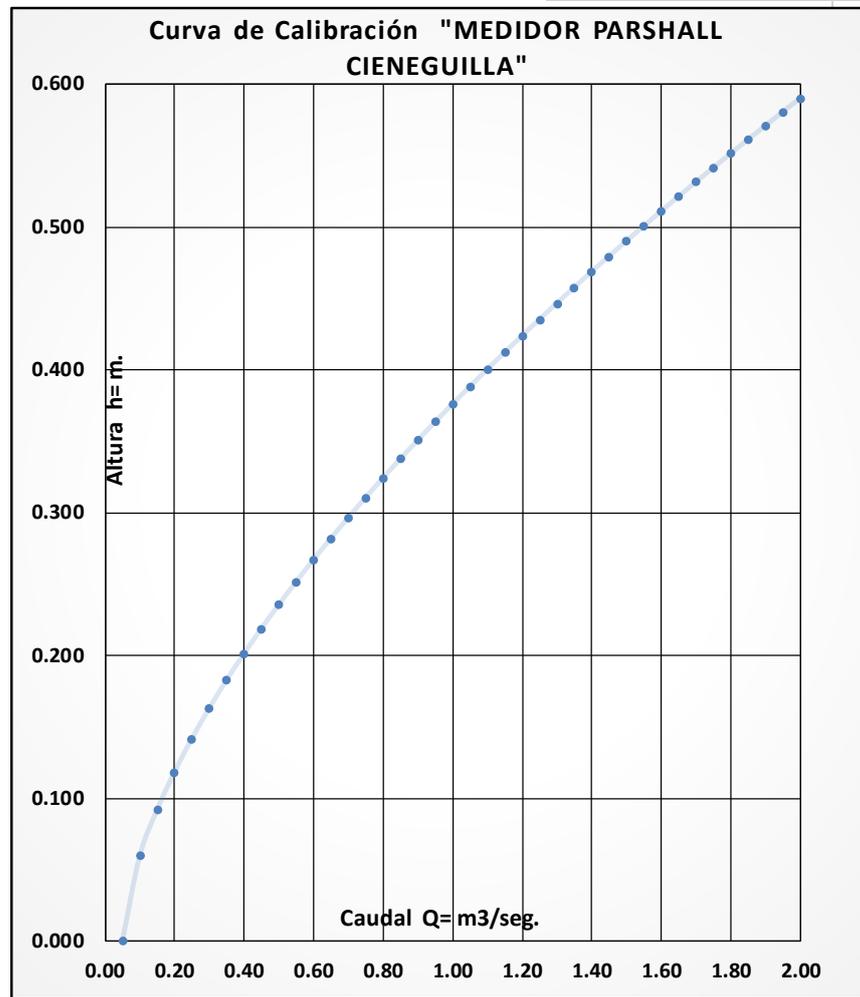
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 1.50 m.

Salida : 0.50 m.

La Tabla de caudal vs Ha, y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	Ha (m)
2.00	0.599
1.95	0.590
1.90	0.580
1.85	0.571
1.80	0.561
1.75	0.551
1.70	0.541
1.65	0.531
1.60	0.521
1.55	0.511
1.50	0.500
1.45	0.490
1.40	0.479
1.35	0.468
1.30	0.458
1.25	0.446
1.20	0.435
1.15	0.424
1.10	0.412
1.05	0.400
1.00	0.388
0.95	0.376
0.90	0.363
0.85	0.351
0.80	0.337
0.75	0.324
0.70	0.310
0.65	0.296
0.60	0.282
0.55	0.267
0.50	0.251
0.45	0.235
0.40	0.218
0.35	0.201
0.30	0.182
0.25	0.163
0.20	0.141
0.15	0.118
0.10	0.092
0.05	0.059
0.00	0.000



2. Diseño del medidor Parshall Pan de Azúcar (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
1.0	1.0	0	0.0015	0.015	0.53	2.068	1.22	0.61	1.30	0.62

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
1.0	1.0	0	0.0015	0.015	0.53	2.068	1.22	0.61	1.30	0.62

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 1.0 m³/s a 0.100 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 3 a 5 pies. Sin embargo, como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 1/3 a 1/2 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este ejemplo, se debería considerar la canaleta de 3 pies. Sin embargo, se está considerando también la canaleta de 4 pies. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.534$ m (profundidad de agua en el canal).

Opción, considerando una garganta de $w = 4$ pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q=2.953 H_a^{1.578}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.504 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.35 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.41 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para determinación de la pérdida de carga, de los medidores Parshall (1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es 0.19 m.

PERDIDA DE CARGA :

W = 4'		W = 3'	
Q	Pc	Q	Pc
0.050	0.025	0.050	0.030
0.060	0.028	0.060	0.035
0.070	0.031	0.070	0.039
0.080	0.033	0.080	0.042
0.090	0.036	0.090	0.046
0.100	0.039	0.100	0.050
0.110	0.042	0.110	0.055
0.120	0.045	0.120	0.060
0.130	0.048	0.130	0.063
0.140	0.049	0.140	0.064
0.150	0.050	0.150	0.065
0.200	0.062	0.200	0.080
0.250	0.066	0.250	0.090
0.300	0.070	0.300	0.100
0.350	0.085	0.350	0.120
0.400	0.100	0.400	0.140
0.450	0.115	0.450	0.150
0.500	0.130	0.500	0.160
0.600	0.140	0.600	0.180
0.700	0.155	0.700	0.195
0.800	0.170	0.800	0.210
0.900	0.180	0.900	0.230
1.000	0.190	1.000	0.250
1.200	0.225	1.200	0.290
1.500	0.260	1.500	0.330
2.000	0.310	2.000	0.400
2.500	0.370	2.500	0.450
3.000	0.400	3.000	

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.534 - 0.352 = 0.182$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del med. Parshall = $0.70 \text{ m} + P_c = 0.534 \text{ m} + 0.19 \text{ m} = 0.724 \text{ m}$ Tirante

aguas arriba = 0.724 m.

Se buscará otra opción

b) Opción, considerando una garganta $w = 3$ pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q=2.184 \text{ Ha}^{1.566}$$

Determinación de Ha

Despejando Ha, de ecuación 1, se tiene:

$$\text{Ha} = 0.61 \text{ m. luego } \text{Hb} = 0.7 \text{ Ha}$$

$$\text{Hb} = 0.43 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{(1/3)}$

$$Y_c = 0.50 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (1 a 8 pies)

La pérdida de carga es igual a 0.25 m.

La altura de la rampa, es igual a: $p = 0.534 - 0.425 = 0.109 \text{ m.}$

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

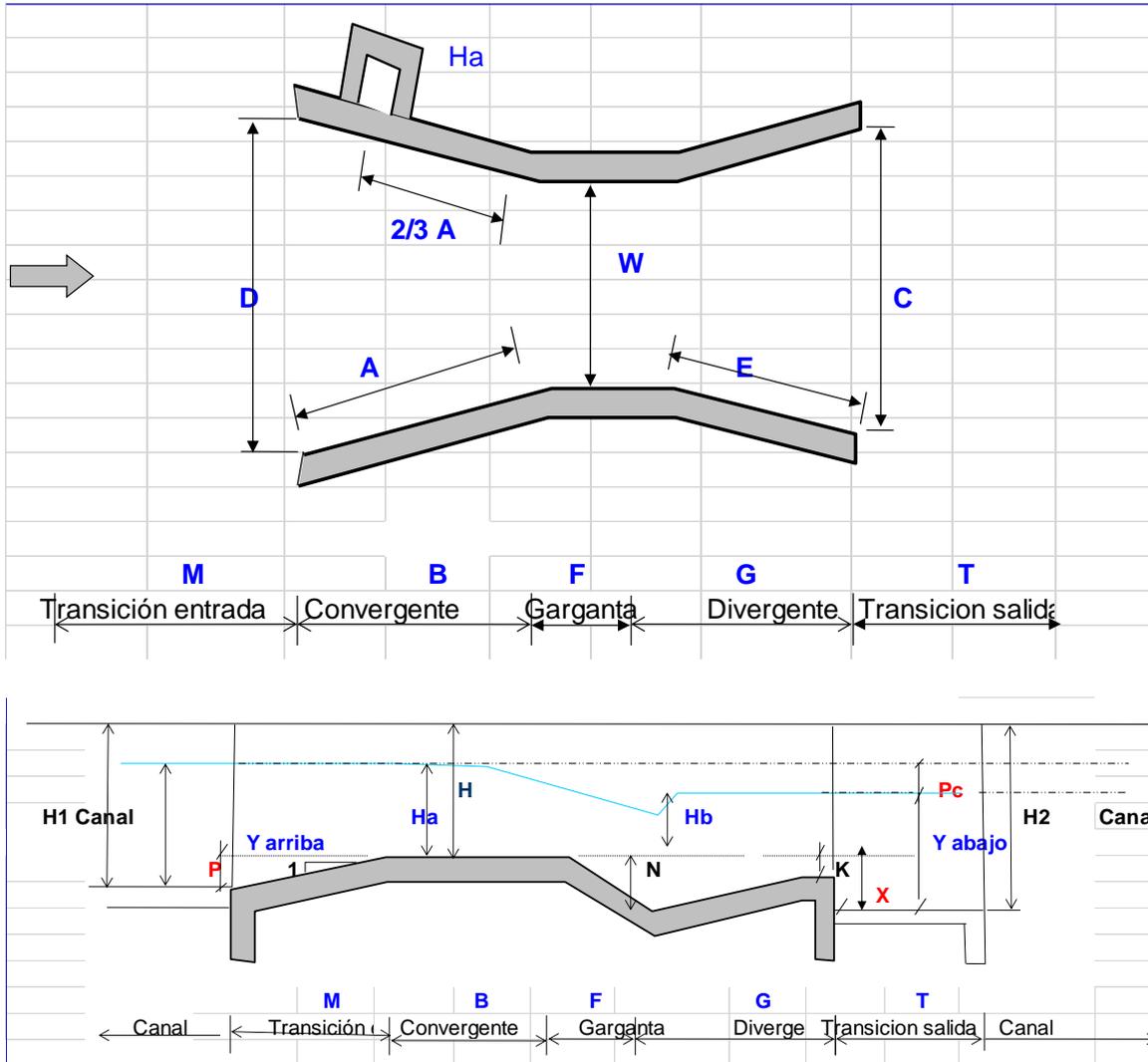
Tirante aguas arriba del m. Parshall = $0.534 \text{ m} + P_c = 0.534 \text{ m} + 0.25 \text{ m} = 0.784 \text{ m.}$ Tirante aguas arriba = 0.784 m.

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 4 pies.

Porque con el ancho de garganta de 3 pies, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y sobreelevación de los muros aguas arriba del medidor. Además, cuando se utiliza medidores con este ancho de garganta (3 pies), se tendrá un valor de Ha cercano a 0.534 m.

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w = 6$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
1.219	1.829	1.219	1.794	1.524	1.936	0.610	0.914	0.229		0.914	1.00	1.00



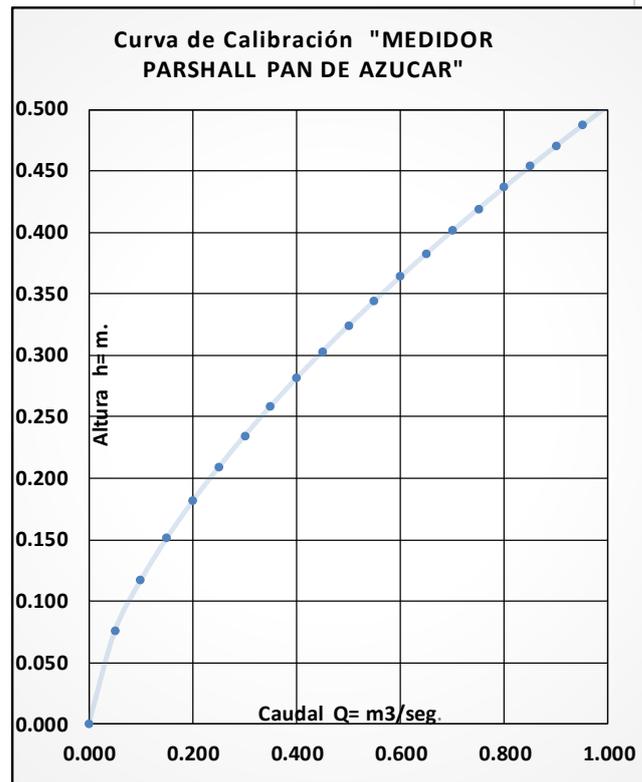
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 1.00 m.

Salida : 1.00 m.

La Tabla de caudal vs H_a , y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	Ha (m)
1.000	0.503
0.950	0.487
0.900	0.471
0.850	0.454
0.800	0.437
0.750	0.419
0.700	0.401
0.650	0.383
0.600	0.364
0.550	0.344
0.500	0.324
0.450	0.303
0.400	0.282
0.350	0.259
0.300	0.235
0.250	0.209
0.200	0.181
0.150	0.151
0.100	0.117
0.050	0.075
0.000	0.000



3. Diseño del medidor Parshall Toledo (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.500	0.800	0.305	0.0015	0.015	0.50	1.105	1.05	0.56	0.90	0.51

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.500	0.800	0.305	0.0015	0.015	0.50	1.105	1.05	0.56	0.90	0.51

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 0.5 m³/s a 0.050 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 1.5 a 3 pies. Sin embargo, como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 2/3 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este ejemplo, se debería considerar la canaleta de 3 pies. Sin embargo, se está considerando también una canaleta de 2 pies. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.50$ m (profundidad de agua en el canal).

Opción: considerando una garganta $w = 3$ pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q=2.953 H_a^{1.578}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a= 0.39 \text{ m. luego } H_b=0.7 H_a$$

$$H_b= 0.27 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{(1/3)}$

$$Y_c=0.31 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para determinación de la pérdida de carga, de los medidores Parshall

(1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es 0.19 m.

PERDIDA DE CARGA :

W = 3'		W = 2'	
Q	Pc	Q	Pc
0.050	0.030	0.050	0.040
0.060	0.035	0.060	0.045
0.070	0.039	0.070	0.050
0.080	0.042	0.080	0.055
0.090	0.046	0.090	0.065
0.100	0.050	0.100	0.070
0.110	0.055	0.110	0.075
0.120	0.060	0.120	0.080
0.130	0.063	0.130	0.085
0.140	0.064	0.140	0.088
0.150	0.065	0.150	0.090
0.200	0.080	0.200	0.110
0.250	0.090	0.250	0.125
0.300	0.100	0.300	0.140
0.350	0.120	0.350	0.160
0.400	0.140	0.400	0.180
0.450	0.150	0.450	0.190
0.500	0.160	0.500	0.200
0.600	0.180	0.600	0.220
0.700	0.195	0.700	0.245
0.800	0.210	0.800	0.270
0.900	0.230	0.900	0.295
1.000	0.250	1.000	0.320
1.200	0.290	1.200	0.370
1.500	0.330	1.500	0.420
2.000	0.400	2.000	0.400
2.500	0.450	2.500	0.450
3.000		3.000	
3.500		3.500	
4.000		4.000	

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.50 - 0.352 = 0.182$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del med. Parshall = $0.534 \text{ m} + P_c = 0.534 \text{ m} + 0.19 \text{ m} = 0.724 \text{ m}$ Tirante

aguas arriba = 0.724 m.

Se buscará otra opción

b) Opción, considerando una garagant3w = 2 pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q=1.428 H_a^{1.550}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a= 0.51 \text{ m. luego } H_b=0.7 H_a$$

$$H_b= 0.356 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{(1/3)}$

$$Y_c=0.41 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (1 a 8 pies)

La pérdida de carga es igual a 0.20 m.

La altura de la rampa, es igual a: $p= 0.534 - 0.425 = 0.109 \text{ m.}$

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

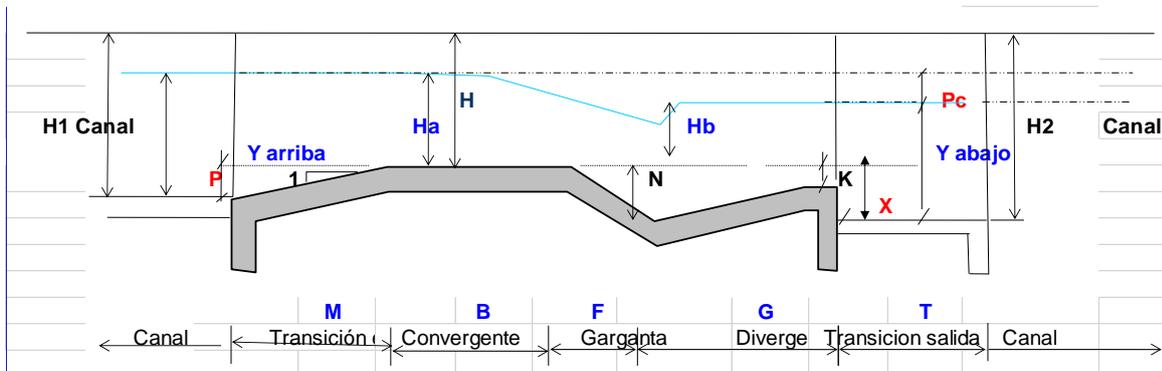
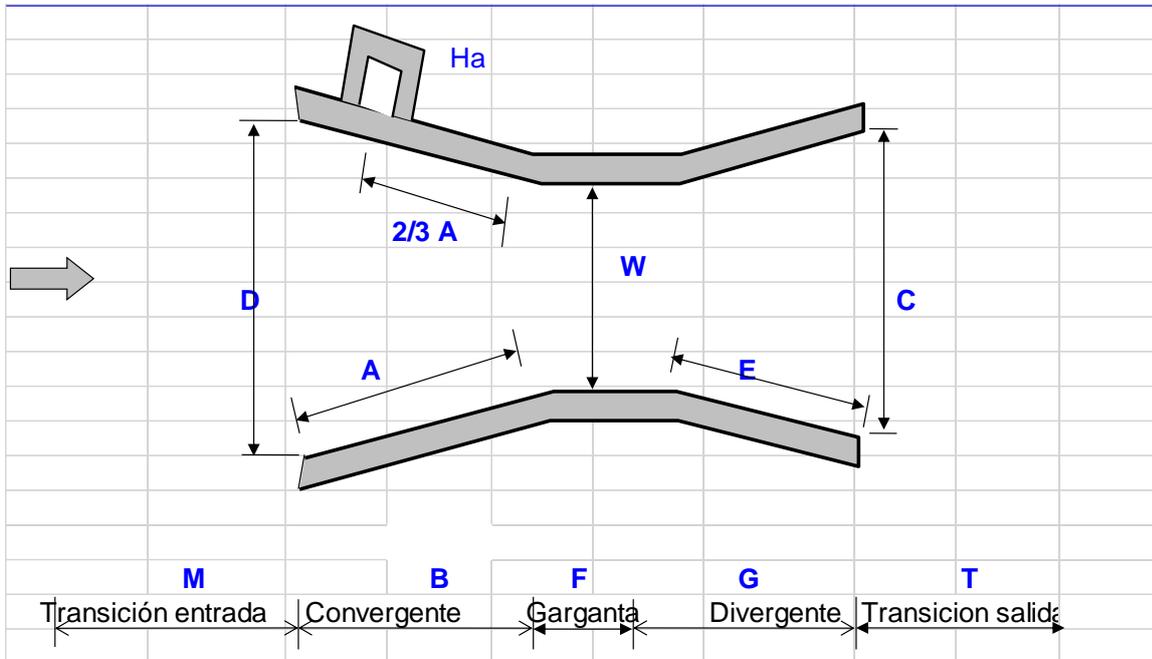
Tirante aguas arriba del m. Parshall= $0.500 \text{ m} + P_c = 0.500 \text{ m} + 0.20 \text{ m} = 0.700 \text{ m.}$ Tirante aguas arriba= 0.700 m.

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 4 pies.

Porque con el ancho de garganta de 1 y 2 pies, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y sobreelevación de los muros aguas arriba del medidor. Además, cuando se utiliza medidores con estos anchos de garganta (1 y 2 pies), se tendrá valores de H_a mayores a 0.50 m.

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w=3$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
0.914	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.610	0.914	0.229		0.914	1.00	1.00



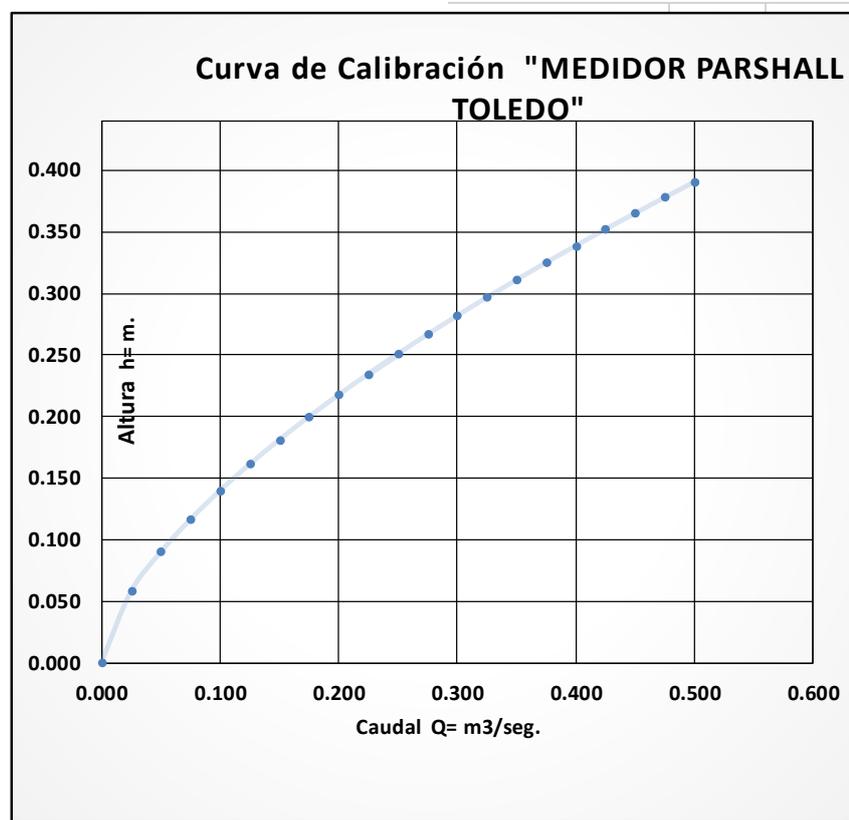
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 1.00 m.

Salida : 1.00 m.

La Tabla de caudal vs Ha, y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	Ha (m)
0.500	0.390
0.475	0.377
0.450	0.364
0.425	0.351
0.400	0.338
0.375	0.324
0.350	0.310
0.325	0.296
0.300	0.281
0.275	0.266
0.250	0.250
0.225	0.234
0.200	0.217
0.175	0.199
0.150	0.181
0.125	0.161
0.100	0.140
0.075	0.116
0.050	0.090
0.025	0.058
0.000	0.000



4. Diseño del medidor Parshall Venturosa (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.500	1.00	0	0.0015	0.015	0.491	1.00	1.02	0.54	0.7	0.46

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.500	1.00	0	0.0015	0.015	0.491	1.00	1.02	0.54	0.7	0.46

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 0.3 m³/s a 0.040 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 1.5 a 3 pies. Sin embargo, como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 1/3 a 1/2 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este ejemplo, se debería considerar las canaletas de 1.5 pies. Sin embargo, se está considerando también las canaletas de 2 y 3 pies. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.491$ m (profundidad de agua en el canal).

Opción w= 3 pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q = 2.184 H_a^{1.566}$$

Determinación de Ha

Despejando Ha, de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.39 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.273 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{(1/3)}$

$$Y_c = 0.31 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para determinación de la pérdida de carga, de los medidores Parshall

(1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es 0.19 m.

PERDIDA DE CARGA :

W = 3'		W = 2'	
Q	Pc	Q	Pc
0.050	0.030	0.050	0.040
0.060	0.035	0.060	0.045
0.070	0.039	0.070	0.050
0.080	0.042	0.080	0.055
0.090	0.046	0.090	0.065
0.100	0.050	0.100	0.070
0.110	0.055	0.110	0.075
0.120	0.060	0.120	0.080
0.130	0.063	0.130	0.085
0.140	0.064	0.140	0.088
0.150	0.065	0.150	0.090
0.200	0.080	0.200	0.110
0.250	0.090	0.250	0.125
0.300	0.100	0.300	0.140
0.350	0.120	0.350	0.160
0.400	0.140	0.400	0.180
0.450	0.150	0.450	0.190
0.500	0.160	0.500	0.200
0.600	0.180	0.600	0.220
0.700	0.195	0.700	0.245
0.800	0.210	0.800	0.270
0.900	0.230	0.900	0.295
1.000	0.250	1.000	0.320
1.200	0.290	1.200	0.370
1.500	0.330	1.500	0.420
2.000	0.400	2.000	0.400
2.500	0.450	2.500	0.450
3.000		3.000	
3.500		3.500	
4.000		4.000	

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.491 - 0.273 = 0.218$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del medidor Parshall = $0.491 \text{ m} + P_c = 0.491 \text{ m} + 0.16 \text{ m} = 0.651 \text{ m}$

Tirante aguas arriba = 0.651 m.

Se buscará otra opción

b) Opción $w = 2$ pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q = 1.428 H_a^{1.550}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.51 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.356 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.41 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (1 a 8 pies)

La pérdida de carga es igual a 0.20 m.

La altura de la rampa, es igual a: $p = 0.491 - 0.356 = 0.135$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del m. Parshall = $0.491 \text{ m} + P_c = 0.491 \text{ m} + 0.20 \text{ m} = 0.691 \text{ m}$. Tirante

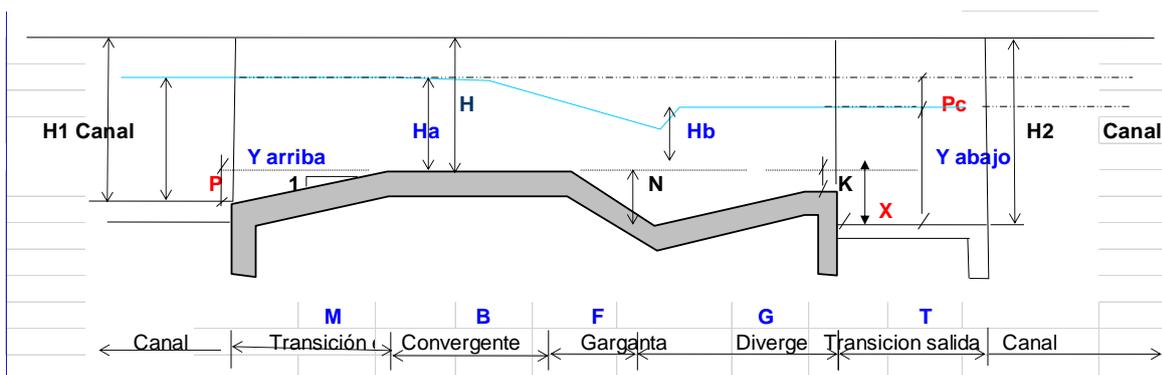
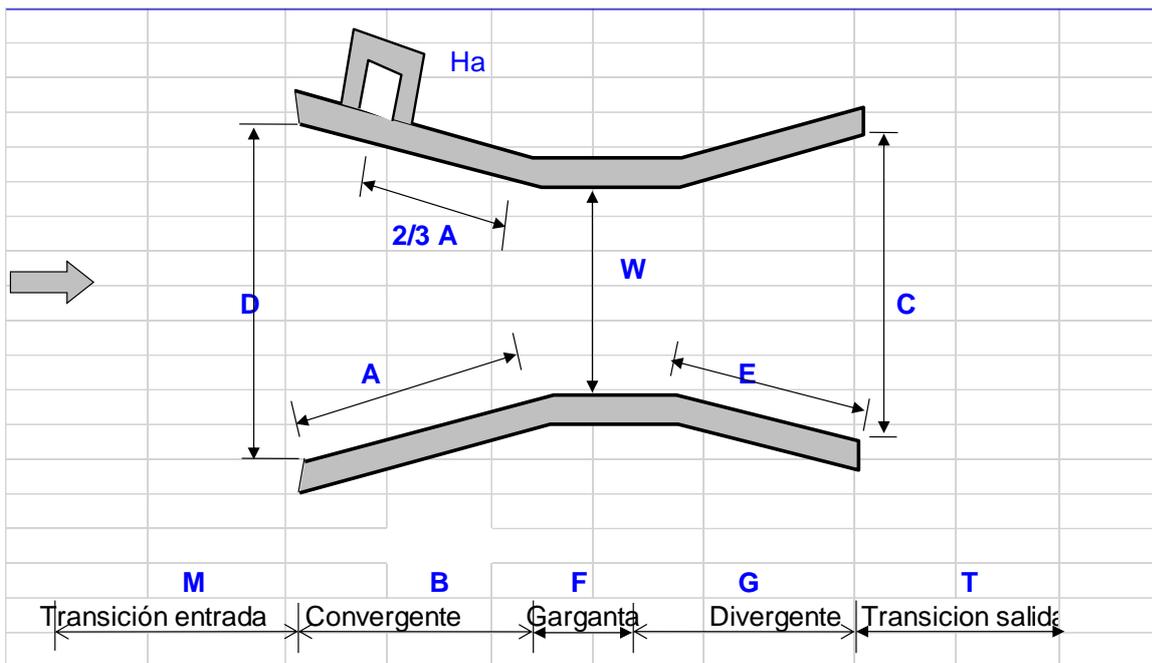
aguas arriba = 0.691 m.

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 3 pies.

Porque con el ancho de garganta de 1.5 y 2 pies, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y sobreelevación de los muros aguas arriba del medidor. Además, cuando se utiliza medidores con estos anchos de garganta (1 y 2 pies), se tendrá valores de H_a mayores a 0.49 m.

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w= 3$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
0.914	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.610	0.914	0.229		0.914	1.00	1.00



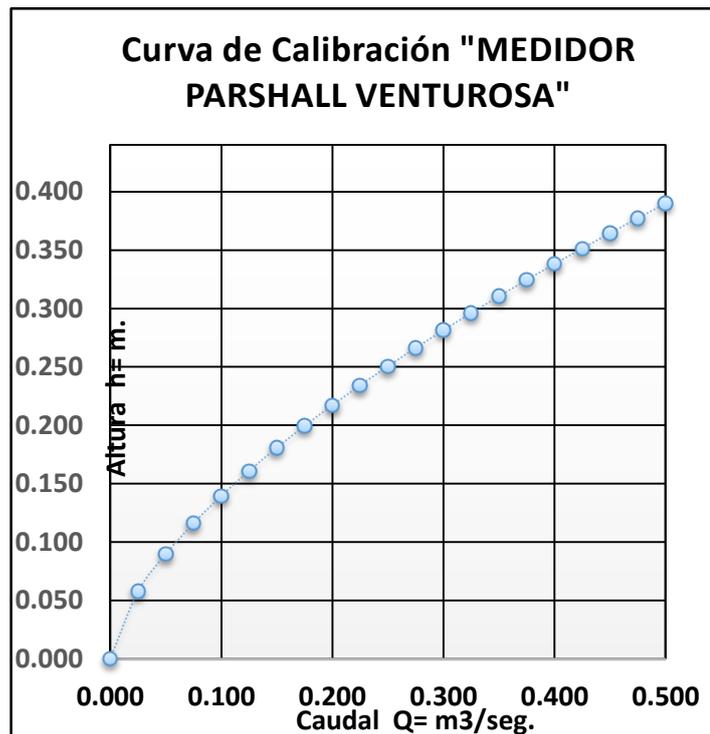
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 1.20 m.

Salida : 1.00 m.

La Tabla de caudal vs H_a , y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	H _a (m)
0.500	0.390
0.475	0.377
0.450	0.364
0.425	0.351
0.400	0.338
0.375	0.324
0.350	0.310
0.325	0.296
0.300	0.281
0.275	0.266
0.250	0.250
0.225	0.234
0.200	0.217
0.175	0.199
0.150	0.181
0.125	0.161
0.100	0.140
0.075	0.116
0.050	0.090
0.025	0.058
0.000	0.000



5. Diseño del medidor Parshall Molino (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.300	0.700	0	0.002	0.015	0.43	0.70	0.996	0.48	0.8	0.48

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.300	0.700	0	0.002	0.015	0.43	0.70	0.996	0.48	0.8	0.48

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 0.3 m³/s a 0.040 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 1 a 3 pies. Sin embargo como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 1/3 a 1/2 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este ejemplo, se debería considerar las canaletas de 1 pie y de 1,5 pies. Sin embargo, se está considerando también una canaleta de 2 pies. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.430$ m (profundidad de agua en el canal).

Opción w= 2 pies

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q = 1.428 H_a^{1.550}$$

Determinación de Ha

Despejando Ha, de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.37 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.256 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.29 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para determinación de la pérdida de carga, de los medidores Parshall

(1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es 0.14 m.

PERDIDA DE CARGA :

W = 2'		W = 1'	
Q	Pc	Q	Pc
0.050	0.040	0.050	0.060
0.060	0.045	0.060	0.070
0.070	0.050	0.070	0.080
0.080	0.055	0.080	0.085
0.090	0.065	0.090	0.095
0.100	0.070	0.100	0.100
0.110	0.075	0.110	0.110
0.120	0.080	0.120	0.120
0.130	0.085	0.130	0.130
0.140	0.088	0.140	0.135
0.150	0.090	0.150	0.140
0.200	0.110	0.200	0.170
0.250	0.125	0.250	0.190
0.300	0.140	0.300	0.210
0.350	0.160	0.350	0.240
0.400	0.180	0.400	0.270
0.450	0.190	0.450	0.285
0.500	0.200	0.500	0.300
0.600	0.220	0.600	0.350
0.700	0.245	0.700	0.390
0.800	0.270	0.800	0.420
0.900	0.295	0.900	0.450
1.000	0.320	1.000	
1.200	0.370	1.200	
1.500	0.420	1.500	
2.000	0.400	2.000	
2.500	0.450	2.500	
3.000		3.000	
3.500		3.500	
4.000		4.000	

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.43 - 0.256 = 0.174$ m.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del med. Parshall = $0.43 \text{ m} + P_c = 0.43 \text{ m} + 0.14 \text{ m} = 0.57 \text{ m}$

Tirante aguas arriba = 0.57 m .

Se buscará otra opción

b) Opción $w = 1$ pie

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q = 0.691 H_a^{1.522}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.58 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.40 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.46 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (1 a 8 pies)

La pérdida de carga es igual a 0.21 m .

La altura de la rampa, es igual a: $p = 0.43 - 0.405 = 0.025 \text{ m}$.

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

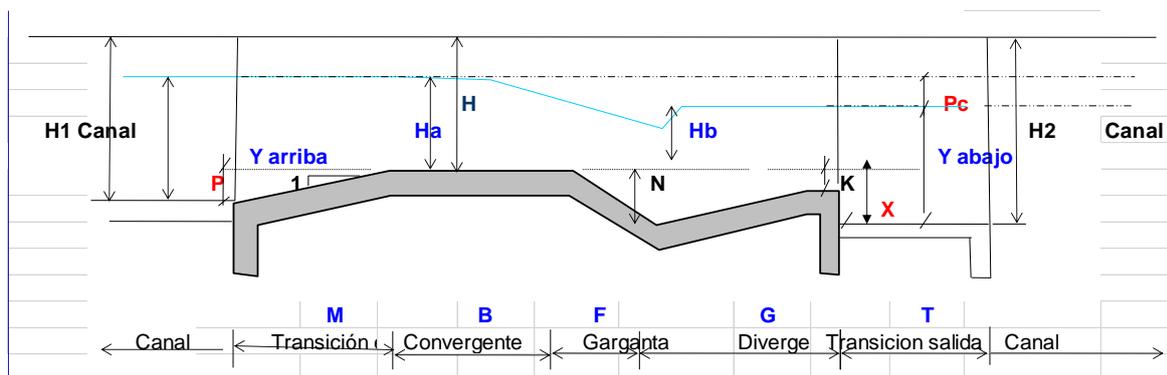
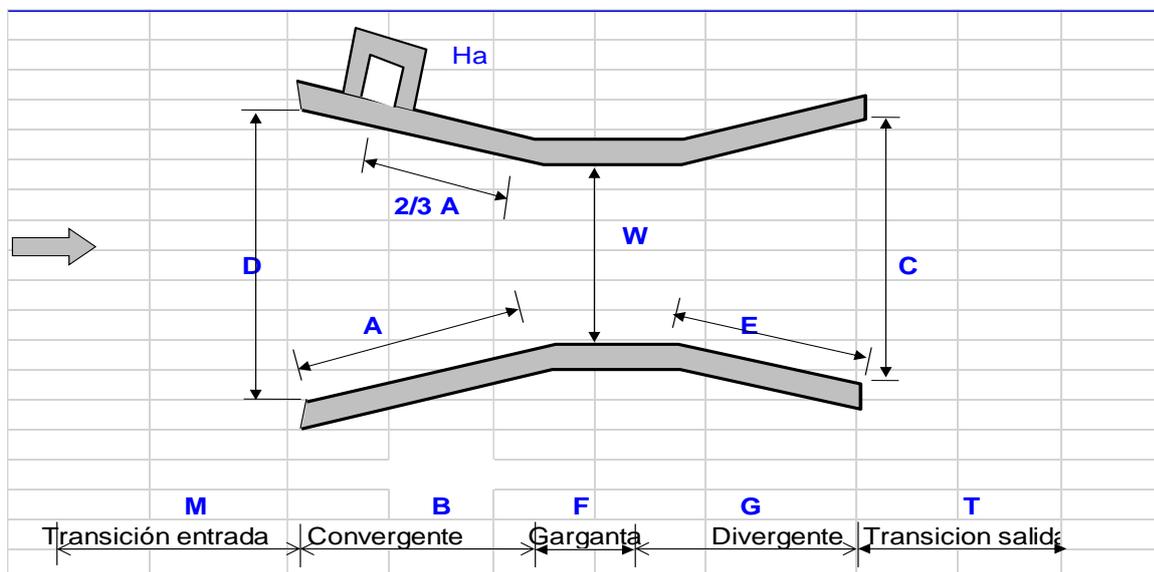
Tirante aguas arriba del m. Parshall = $0.43 \text{ m} + P_c = 0.43 \text{ m} + 0.21 \text{ m} = 0.64 \text{ m}$. Tirante aguas arriba = 0.64 m .

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 2 pies.

Porque con el ancho de garganta de 1 pie, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y por la sobre elevación de los muros, aguas arriba del medidor. También H_a es mayor que el tirante "y".

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w=3$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
0.610	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.610	0.914	0.229	0.927	0.914	2.00	1.20



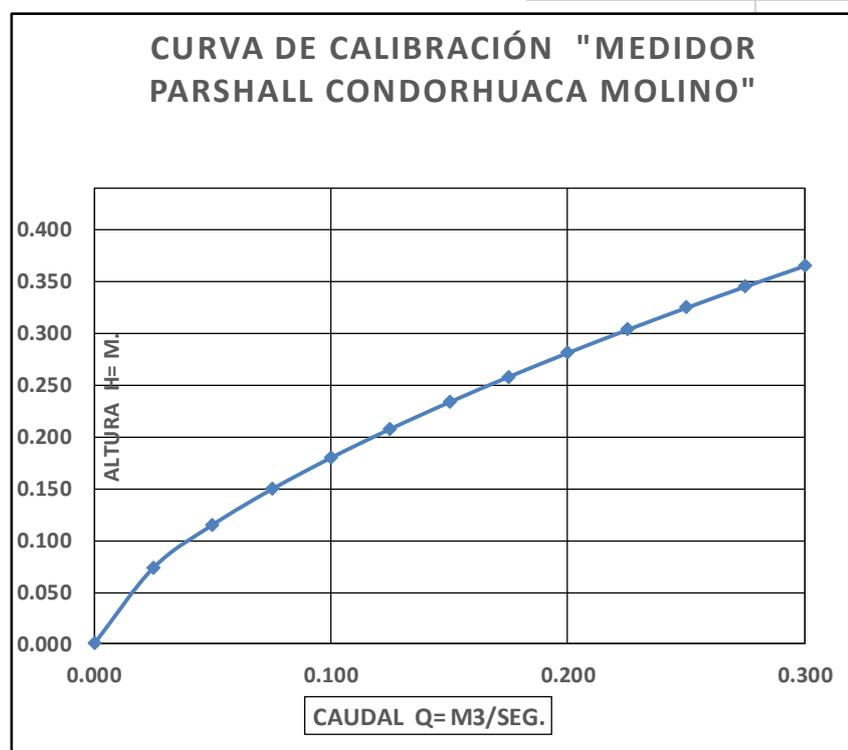
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 2.00 m.

Salida : 1.00 m.

La Tabla de caudal vs Ha, y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	Ha (m)
0.300	0.365
0.275	0.345
0.250	0.325
0.225	0.303
0.200	0.281
0.175	0.258
0.150	0.233
0.125	0.208
0.100	0.180
0.075	0.149
0.050	0.115
0.025	0.073
0.000	0.000



6. Diseño del medidor Parshall Molle Bajo (A flujo libre)

Datos del canal aguas arriba:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.100	0.400	0	0.0019	0.015	0.342	0.40	0.731	0.369	0.5	0.40

Datos del canal aguas abajo:

Q(m ³ /s)	b (m)	z	s	n	y (m)	T (m)	V (m/s)	E1 (m)	H1 (m)	F
0.100	0.400	0	0.0019	0.015	0.342	0.40	0.731	0.369	0.5	0.40

Elección del ancho de garganta:

Inspeccionando la Tabla de dimensiones de medidores Parshall, se observa que el intervalo de caudales de 0.1 m³/s a 0.020 m³/s puede ser proporcionado por cualquier canaleta Parshall de ancho de garganta de 0.5 pies a 1 pie. Sin embargo, como regla general, se prueban todos los medidores Parshall cuyo ancho contraído tiene un orden de magnitud de 1/3 a 1/2 del ancho de la superficie máxima. De esta forma en este ejemplo, se debería considerar las canaletas de 0.5 pies y de 0.75 pies. Sin embargo, se está considerando también una canaleta de 1 pie. Además, debe tenerse en cuenta para el estudio, sólo los medidores para los cuales $H_a < 0.342$ m (profundidad de agua en el canal).

Opción w= 1 pie

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 70 %.

Es decir: $S = H_a/H_b \leq 0.7$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración de la estructura es:

$$Q = 0.691 H_a^{1.550}$$

Determinación de Ha

Despejando Ha, de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.28 \text{ m. luego } H_b = 0.7 H_a$$

$$H_b = 0.17 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.22 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma, para determinación de la pérdida de carga, de los medidores Parshall

(1 a 8 pies). Se obtiene que la pérdida de carga es 0.10 m.

Pérdida de carga-Parshall, $w=1$ pie

$W = 1'$	
Q	Pc
0.050	0.060
0.060	0.070
0.070	0.080
0.080	0.085
0.090	0.095
0.100	0.100
0.110	0.110
0.120	0.120
0.130	0.130
0.140	0.135
0.150	0.140
0.200	0.170
0.250	0.190
0.300	0.210
0.350	0.240
0.400	0.270
0.450	0.285
0.500	0.300
0.600	0.350
0.700	0.390
0.800	0.420
0.900	0.450

La altura de la rampa, es igual a $p = 0.342 - 0.169 = 0.173 \text{ m.}$

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

Tirante aguas arriba del medidor Parshall= $0.342 \text{ m} + P_c = 0.342 + 0.1 = 0.442 \text{ m}$

Se buscará otra opción

b) Opción $w = 0.75 \text{ pie}$

Condiciones de sumergencia

Flujo libre

La sumergencia permitida es de 60 %.

Es decir, $S = H_a/H_b \leq 0.6$

Por otra parte, la ecuación 1, de calibración es:

$$Q = 0.535 H_a^{1.522}$$

Determinación de H_a

Despejando H_a , de ecuación 1, se tiene:

$$H_a = 0.33 \text{ m. luego } H_b = 0.6 H_a$$

$$H_b = 0.20 \text{ m.}$$

Cálculo del tirante crítico, $Y_c = (q^2/g)^{1/3}$

$$Y_c = 0.27 \text{ m.}$$

Cálculo de la pérdida de carga

Utilizando el nomograma de los medidores Parshall (0.15 m a 2.5 m)

La pérdida de carga es igual a 0.17 m.

La altura de la rampa, es igual a: $p = 0.342 - 0.169 = 0.173 \text{ m.}$

Verificación del nuevo tirante aguas arriba del medidor Parshall

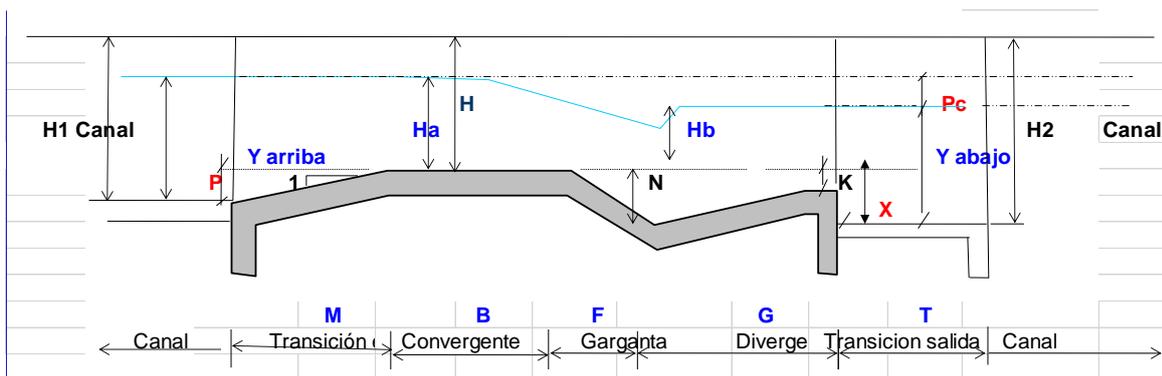
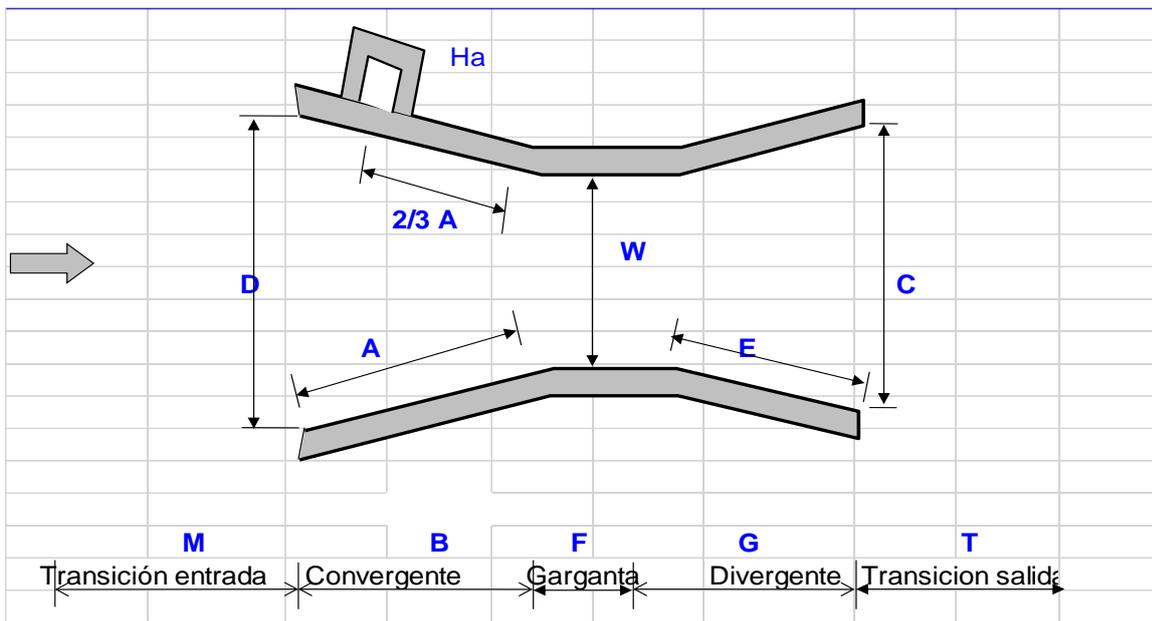
Tirante aguas arriba del m. Parshall= $0.342 \text{ m} + P_c = 0.342 \text{ m} + 0.10 \text{ m} = 0.442 \text{ m.}$ Tirante aguas arriba= 0.442 m.

Conclusión: Se optará por considerar una garganta de 1 pie.

Porque con el ancho de garganta de 0.75 pies, se tendrá una mayor pérdida de carga, con mayor aumento del tirante aguas arriba y mayores costos por la construcción de los aleros en las transiciones y por la sobreelevación de los muros, aguas arriba del medidor. También H_a es mayor que el tirante "y".

Entonces, las dimensionadas normalizadas del Parshall de $w= 1$ pies, y el croquis correspondiente, se indican:

W	A	2/3 A	B	C	D	F	G	N	E	H	M inicial	T final
0.305	1.676	1.118	1.645	1.219	1.572	0.610	0.914	0.229		0.914	3.00	2.00



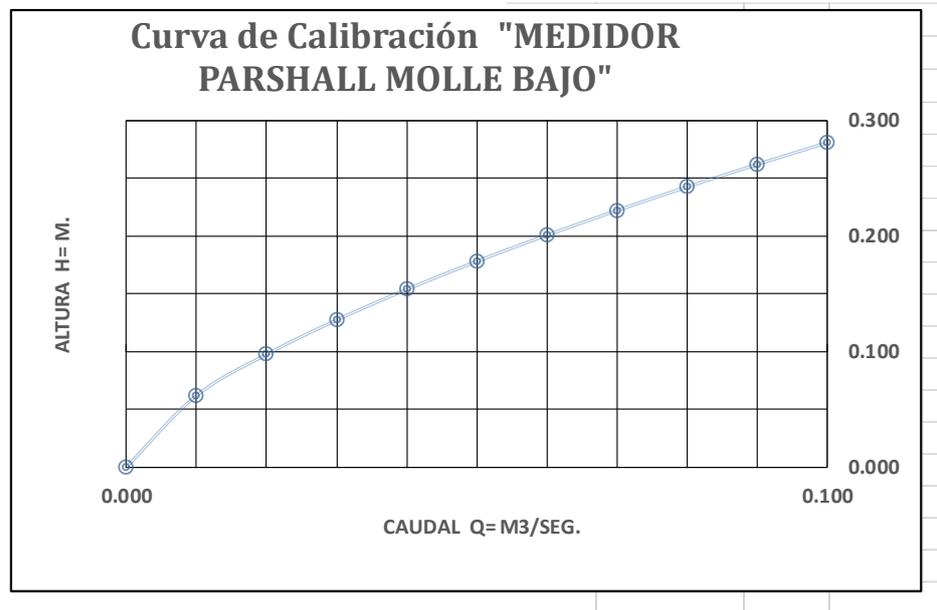
Las transiciones asumidas son las siguientes:

Entrada : 3.00 m.

Salida : 2.00 m.

La Tabla de caudal vs H_a , y la curva de calibración se muestra a continuación.

Q (m ³ /s)	H _a (m)
0.100	0.281
0.090	0.262
0.080	0.242
0.070	0.222
0.060	0.201
0.050	0.178
0.040	0.154
0.030	0.127
0.020	0.098
0.010	0.062
0.000	0.000



e. Diseño hidráulico de aforadores de garganta larga

En este caso, se tomará también la misma información del inventario efectuado por la Unidad Ejecutora N° 002-MGRH, del mismo modo la información de caudal máximo y caudal mínimo será la que fue proporcionada por la organización de usuarios.

Consideraciones de diseño

Los puntos de ubicación de las estructuras de medición, serán también los que fueron definidos en el expediente técnico indicado (Cromero, 2013) para lo cual se tomaron las precauciones correspondientes, como es que estén comprendidos en un tramo recto y que no existan obstáculos en el canal, que puedan causar problemas en el escurrimiento, lo que afectaría el funcionamiento de la estructura de medición. En la mayor parte de los casos, no se presenta flujo subcrítico, por lo que se consideró necesario modificar la pendiente del canal (para el caso de los canales revestidos), mediante la variación del grosor de la losa de fondo.

Respecto al caudal de diseño, se ha considerado los valores de caudales máximo y mínimo proporcionados por la organización de usuarios.

El término aforador de garganta larga (Whal y otros, 2002), describe una amplia familia de aforadores de flujo crítico y vertederos de cresta ancha usados para medir caudales. Una variedad de configuraciones específicas, son posibles, como se observa en la Figura 14.

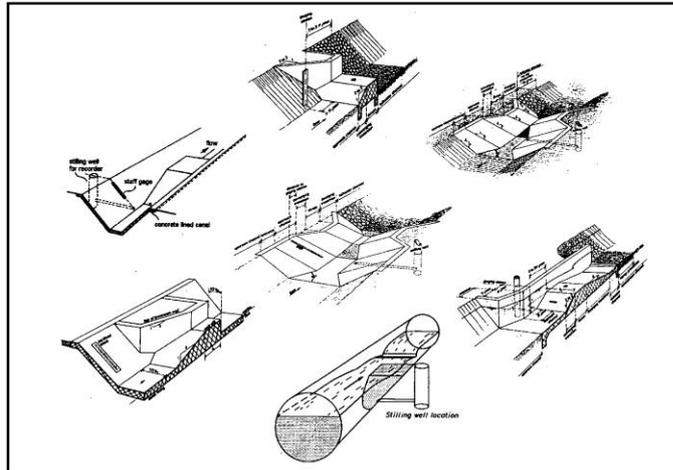


Figura 12. Ejemplos de aforadores de garganta larga y vertederos de cresta ancha.

Bos, et al. (1986), describieron la base teórica para calcular el caudal a través de estas estructuras. El autor propone el WinFlume como una herramienta para el diseño y calibración de las estructuras de medición de aguas aforadas versus vertederos.

(Clemmens et al. 2001) presenta información actualizada sobre el procedimiento y uso del WinFlume el mismo que cuenta con su manual de instrucciones.

Whal (2002), menciona que estas estructuras son los dispositivos de medición elegidos para la mayoría de los canales abiertos y tienen ventajas significativas sobre los aforadores Parshall y otros dispositivos tradicionales, estos dispositivos más antiguos fueron calibrados en laboratorio, debido a que el flujo a través de sus secciones de control es curvilíneo. Los aforadores de garganta larga son apropiadas para el uso de la teoría hidráulica directa. Así mismo se evidencia las ventajas que presentan:

- Incertidumbre de la tabla de clasificación de $\pm 2\%$ o mejor en la descarga calculada.
- La opción de poder obtener diferentes formas de garganta permite ampliar la gama de descarga con excelente precisión.
- Requiere de la pérdida de una mínima carga para mantener el flujo crítico en la garganta del aforador.

- Permite modificar en el área de campo y calibrar mediante el uso de la computadora en las áreas construidas
- Construcción económica y adaptabilidad a las condiciones variables del sitio.

Que las estructuras sean adaptables es una ventaja, ya que estas mantienen rangos en aplicaciones demostradas en ejemplos proporcionados por Clemmens y Col (2001).

Estructuras permanentes para la medición de flujo

Las figuras 15 a la 19 ilustran varios métodos de construcción. En la foto 6 se construye un núcleo de relleno y luego se coloca una cubierta de hormigón sobre el relleno para formar la rampa convergente y la sección de control y la colocación de drenes, mediante tuberías a través de la estructura elimina el agua estancada indeseable aguas arriba del canal durante el término de la operación. Cuando se inicia el flujo, el relleno de tierra subyacente se lava, dejando una estructura de cáscara de hormigón.



Figura 13. Vertedero de cresta ancha en un canal trapezoidal revestido de concreto
La figura 16 se muestra el procedimiento de una instalación de hormigón.



Figura 14. Colocando un vertedero prefabricado en un canal revestido.

La Figura 17 muestra el procedimiento de la instalación de un canal permanente.



Figura 15. Construcción de la cresta de gran vertedero en un canal en tierra

En la figura 18 se ilustra un diseño común de canal utilizado para canales en tierra, la sección de la garganta es rectangular, lo que a menudo simplifica la construcción, ya que los lados inclinados no son necesarios construirlos en la sección de la garganta.



Figura 16. Un aforador con garganta de sección rectangular en India.



Figura 17. Aforador en un canal triangular en Florida

Aforadores portátiles y temporales

Estas estructuras de medición son muy útiles como aplicaciones portátiles y temporales.



Figura 18. Aforadores RBC para medición del flujo en drenes y surcos.

Medidores portátiles, con gargantas de sección rectangular son mostradas en la Figura 21.



Figura 19. Rectangular-Throated Portable Flumes.



Figura 20. Aforadores temporales para canales trapezoidales revestidos

Los aforadores portátiles también se pueden construir instalando un umbral dentro de un tubo de forma circular o semicircular. Si la sección de la tubería es lo suficientemente pequeña, estos canales pueden ser transportados fácilmente a diferentes sitios de medición. Niveles de burbujas que se muestran en el aforador de la figura 23 ayuda al usuario a lograr una buena instalación.



Figura 21. RBC portátil, Este aforador es de 100 mm. de ancho de fondo de garganta. La imagen evidencia como la sección de garganta rectangular divide los flujos.

La figura 24 muestra una estructura de división de flujo ajustable, en Argentina.

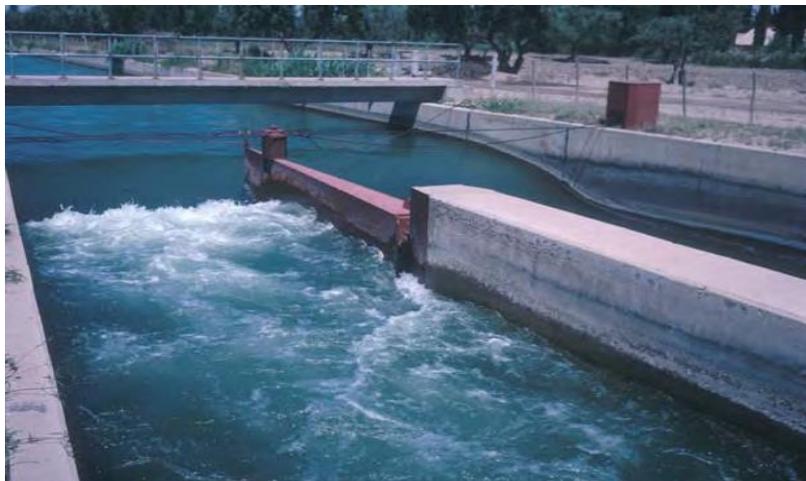


Figura 22. Estructura de división de flujo con un divisor móvil

El diseño de medidores personalizados para satisfacer cualquier requerimiento puede ser desarrollado con el software WinFlume (Figura 25).

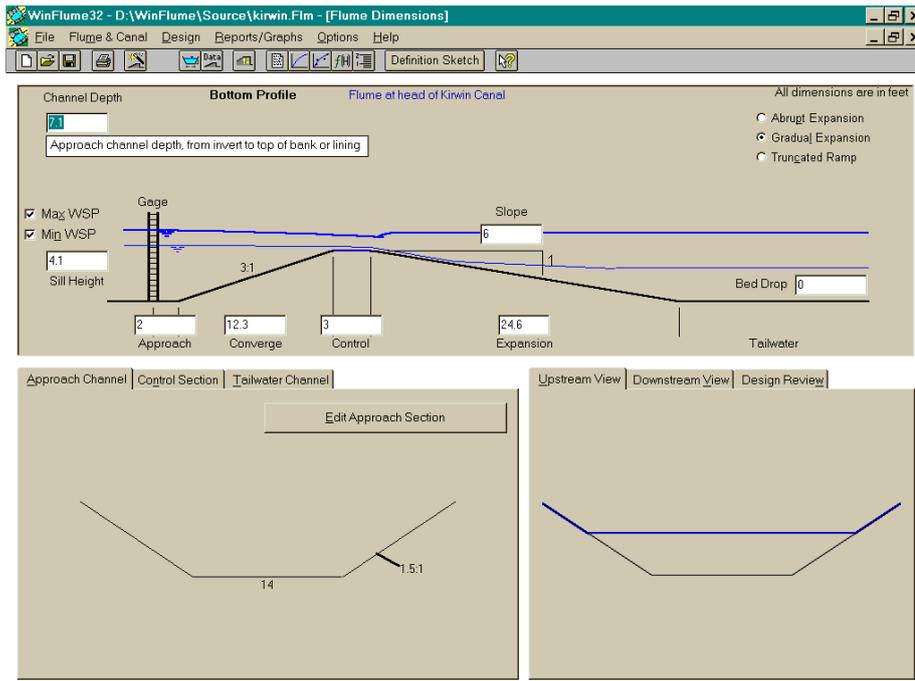


Figura 23. Dimensiones del aforador entrando al software WinFlume

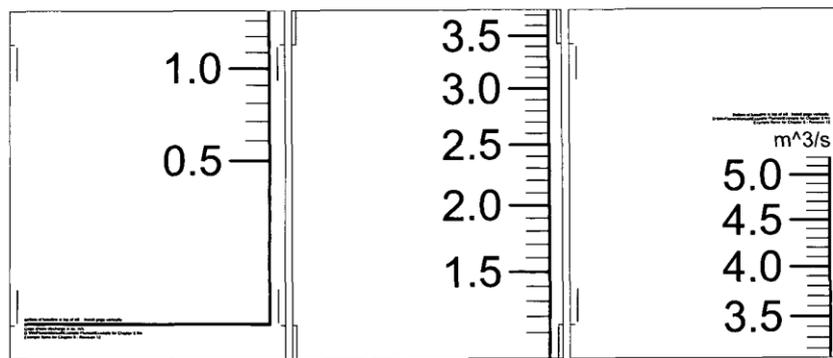


Figura 24. Formatos de reglas producidas por Winflume

La tarea de diseño inicial es determinar la longitud adecuada de contracción en la sección de la garganta (estrechamiento del ancho del canal o elevación del umbral) necesaria para producir un flujo de profundidad crítica sobre el rango completo de flujos a medir.

Es necesario precisar, que los datos más importantes que deben ser tenidos en cuenta cuando se hace el diseño de este tipo de estructura, son los siguientes:

-Caudal máximo y mínimo de operación a ser medido por la estructura. Estos valores normalmente son proporcionados por las organizaciones de usuarios, pero a su vez debe ser comprobado por el diseñador, por ejemplo, determinado el caudal máximo que ha conducido el canal, observando la línea o marca que se observa en el canal y con los datos de pendiente del canal y el coeficiente de rugosidad asumido de Manning, es posible efectuar el cálculo del caudal correspondiente, utilizando el software Hcanales.

-La pendiente actual del canal tanto aguas arriba como aguas abajo del punto de ubicación seleccionado para colocar, la estructura de medición.

-Cerciorarse que no existan en las cercanías, estructuras que afecten la normal conducción del agua. En el caso de aguas arriba, que pueda alterar el flujo y no sea adecuado para efectuar una lectura normal del limnómetro que se coloque, y en el caso de aguas abajo que no permita un flujo libre del agua y por el contrario que produzca remanso y aumente el porcentaje de sumergencia.

En este caso, teniendo en cuenta que se está proponiendo la estructura de medición aforador de garganta larga, se presentan los resultados encontrados con la utilización del software de diseño Winflume, aplicado en los seis puntos previamente seleccionados del sector hidráulico menor Lurín.

MEDIDOR DE GARGANTA LARGA CIENEGUILLA

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo ingresados por el usuario.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m)	:	0.15 m.
Longitud de la sección de control	:	1.20 m.
Longitud de la rampa de ingreso	:	0.50 m.
Longitud del canal de aproximación	:	1.20 m.
Altura del canal	:	0.90 m.
Longitud de la rampa de salida	:	0.00 m.

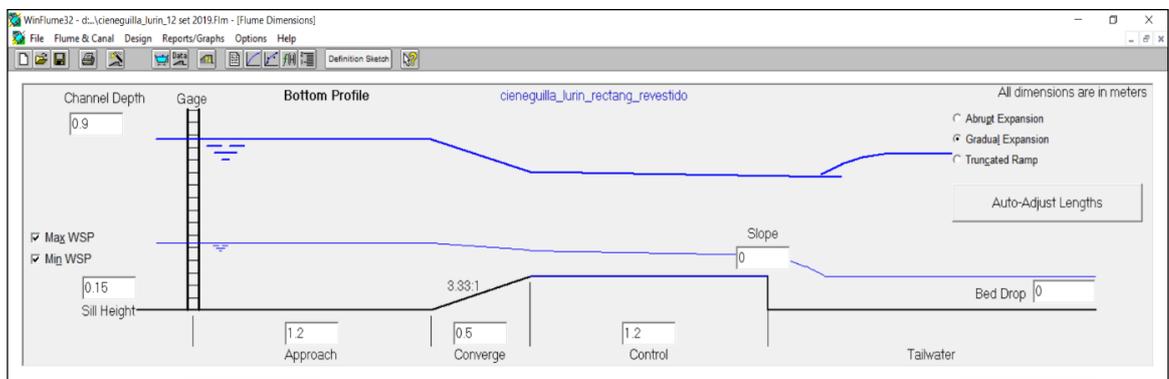


Figura 27. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.200 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente, considerados.

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de “ok”. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número de Froude en el punto de medición de la regla, es $F= 0.476$, es decir menor a 0.5 que es el límite considerado por el software. También que cumple con el borde libre suficiente, para el caudal máximo

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de +/- 2.55 % y +/- 7.32 % respectivamente.

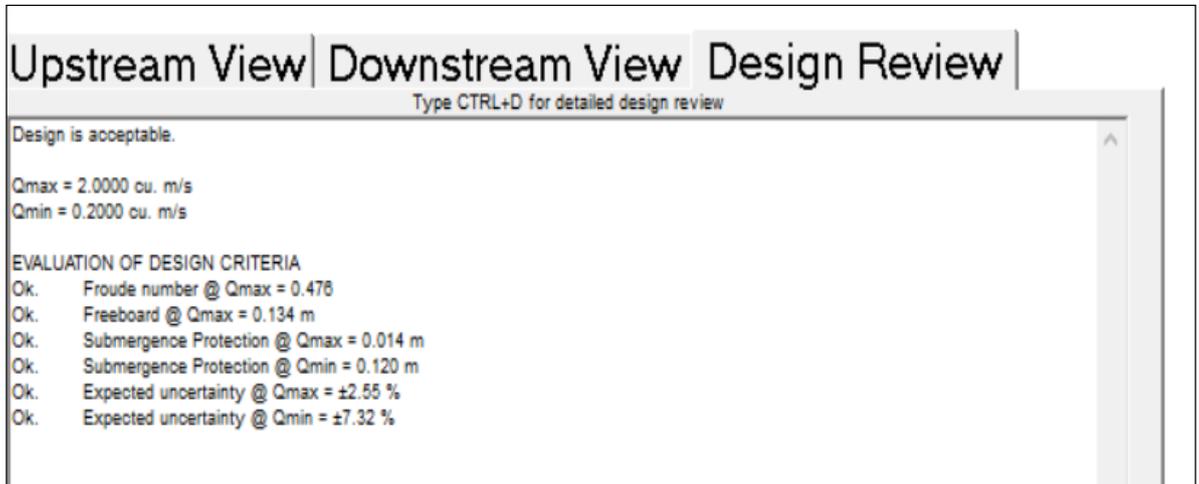


Figura 28. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater)

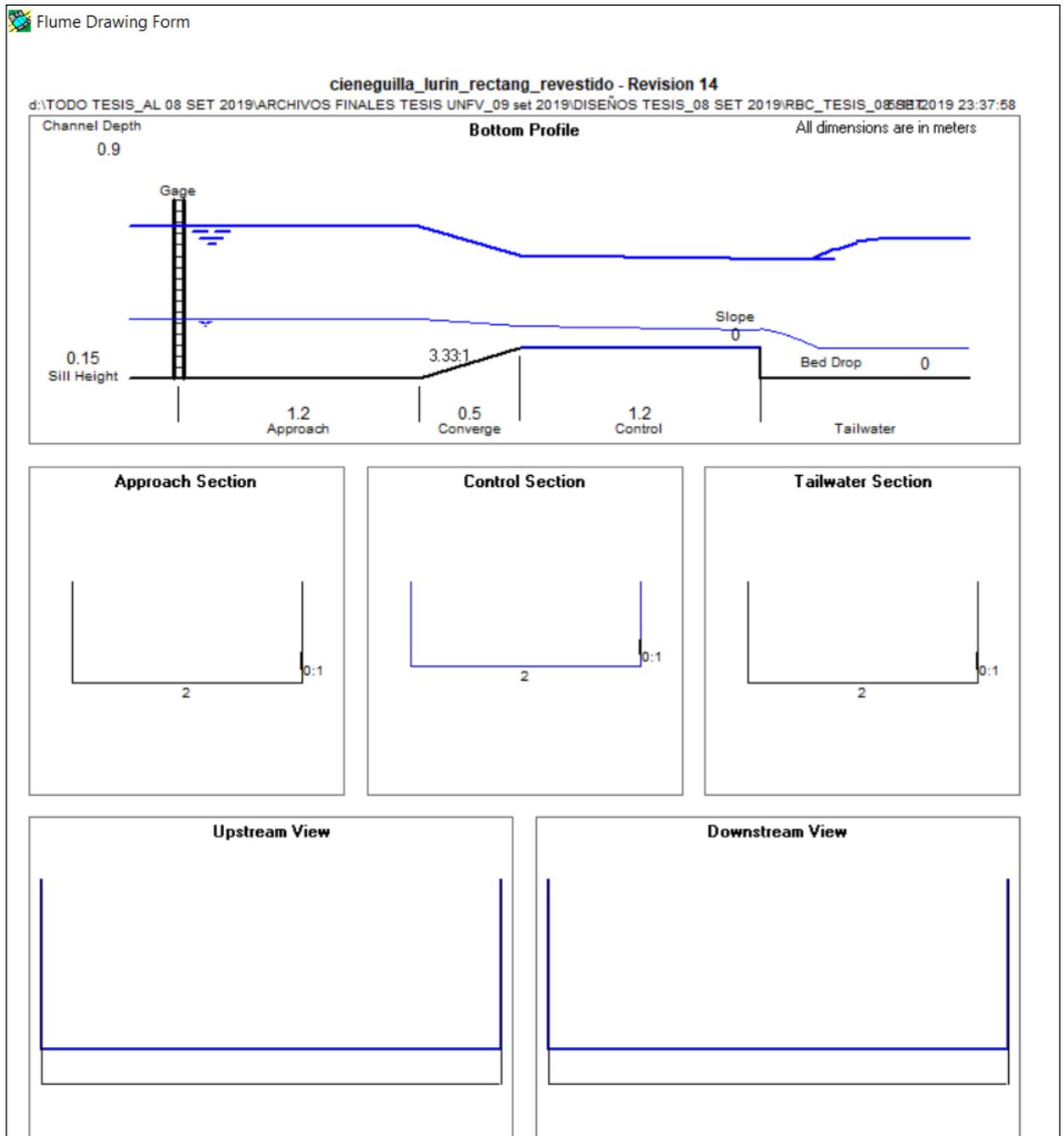


Figura 29. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

b) Ecuación de descarga

$$\text{Equation: } Q_{\text{fit}} = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 4.38468$$

$$K2 = 0.0046193$$

$$u = 1.64576$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua (h1) y el caudal (Q)

c) Curva de calibración

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

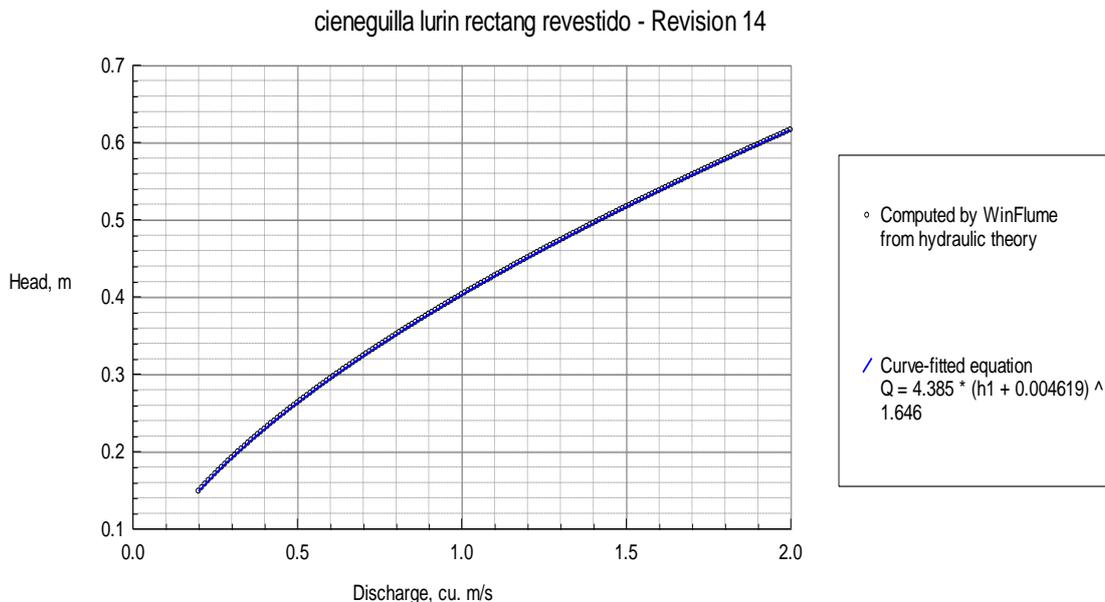


Figura 30. Curva de calibración de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

d) Tabla de descargas vs H (m)

Se reporta también la tabla de descarga, producto de la aplicación de la ecuación correspondiente.

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings

0.200000	0.14853	
0.250000	0.17076	
0.300000	0.19131	
0.350000	0.21059	
0.400000	0.22879	
0.450000	0.24613	
0.500000	0.26272	
0.550000	0.27867	
0.600000	0.29406	
0.650000	0.30895	

0.700000	0.32339
0.750000	0.33746
0.800000	0.35114
0.850000	0.36449
0.900000	0.37753
0.950000	0.39028
1.000000	0.40278
1.050000	0.41503
1.100000	0.42705
1.150000	0.43886
1.200000	0.45047
1.250000	0.46188
1.300000	0.47312
1.350000	0.48420
1.400000	0.49511
1.450000	0.50587
1.500000	0.51648
1.550000	0.52696
1.600000	0.53730
1.649999	0.54752
1.699999	0.55761
1.749999	0.56759
1.799999	0.57746
1.849999	0.58723
1.899999	0.59688
1.949999	0.60644
1.999999	0.61591

Summary of Warning Messages

'No warnings.

e) Regla limnimétrica

Finalmente, el software reporta el diseño de la regla limnimétrica, para lo cual el usuario debe hacer los arreglos correspondientes.

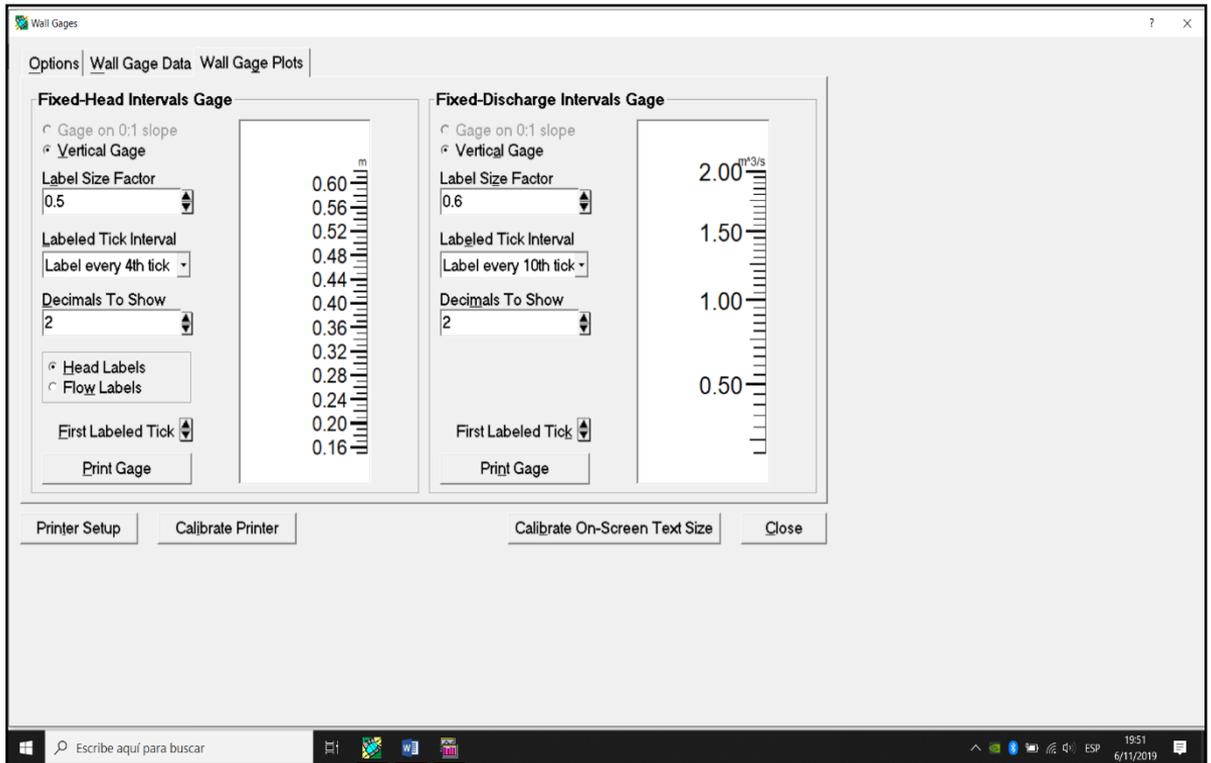


Figura 31. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m³/s
 Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

1. MEDIDOR DE GARGANTA LARGA (RBC) PAN DE AZÚCAR

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m) : 0.20 m.

Longitud de la sección de control : 0.80 m.

Longitud de la rampa de ingreso : 0.50 m.

Longitud del canal de aproximación : 0.70 m.

Altura del canal : 1.30 m.

Longitud de la rampa de salida : 0.00 m.

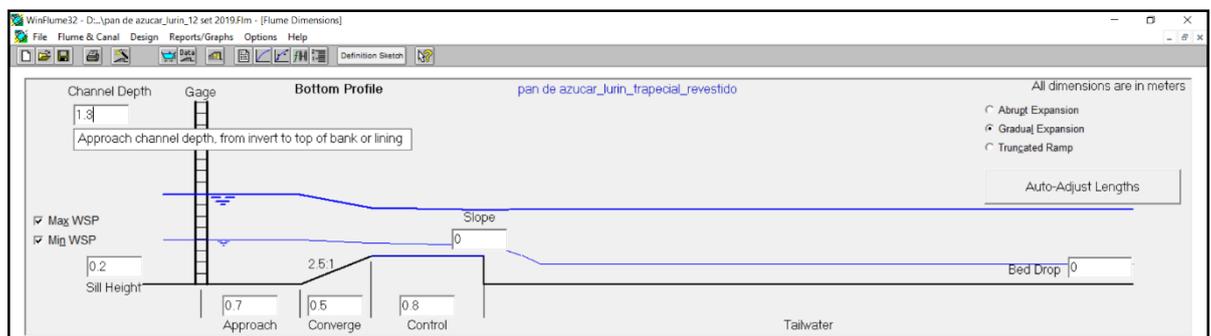


Figura 32. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo 1.0 m³/s y 0.100 m³/s respectivamente, considerados.

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de ok. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número de Froude en el punto de medición de la regla, es $F = 0.448$, es decir menor a 0.5 que es el límite

considerado por el software. También que cumple con el freeboard o borde libre suficiente, para el caudal máximo.

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de +/- 3.30 % y +/- 9.62 % respectivamente.

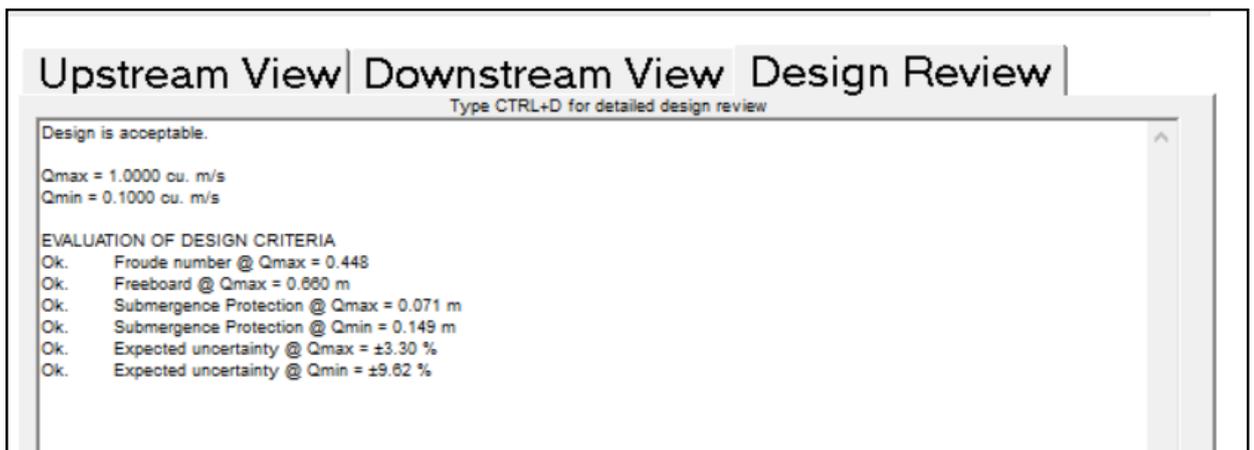


Figura 33. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater).

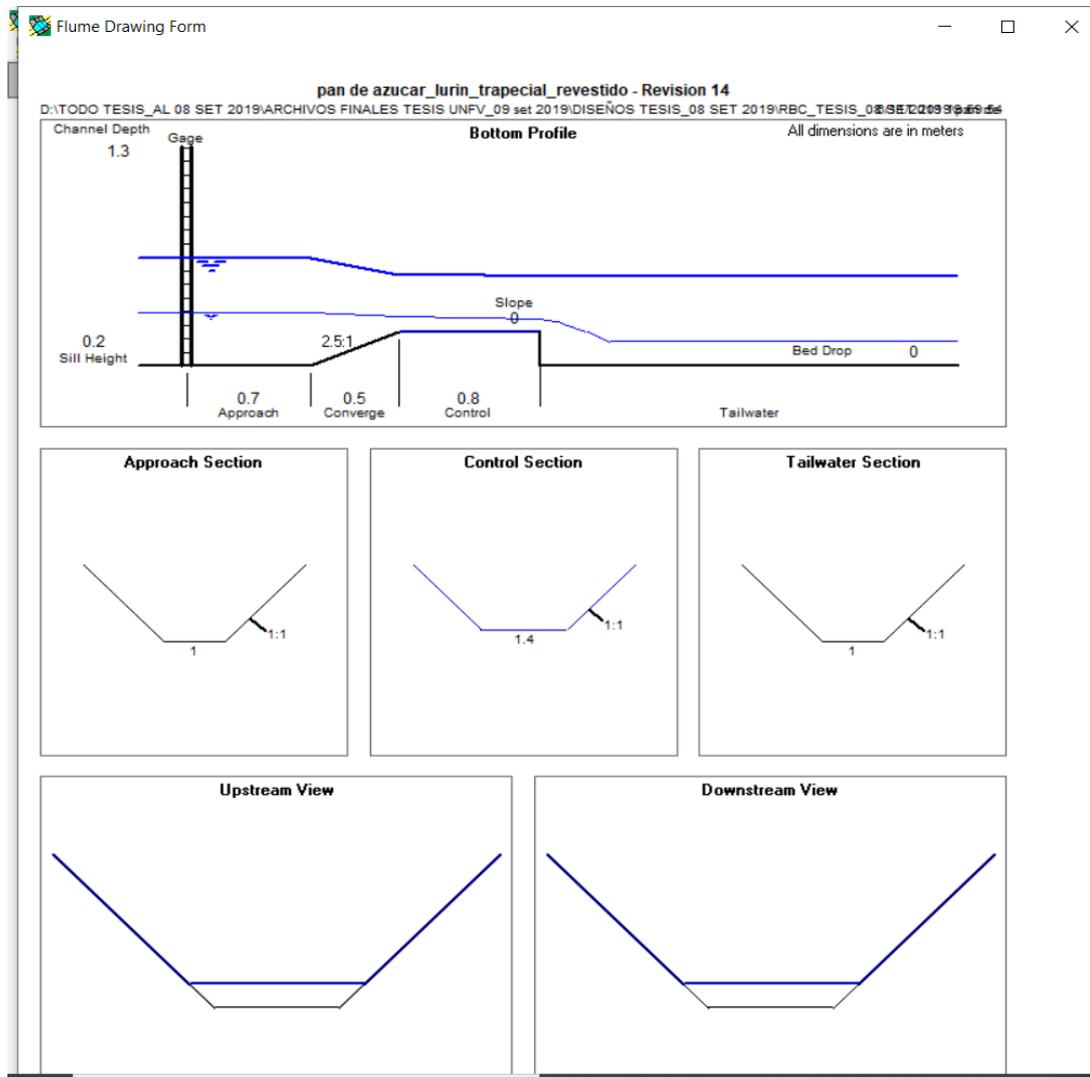


Figura 34. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

a) **Ecuación de descarga**

$$\text{Equation: } Q_{\text{fit}} = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 4.29567$$

$$K2 = 0.022675$$

$$u = 1.89538$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua ($h1$) y el caudal (Q)

b) Curva de calibración

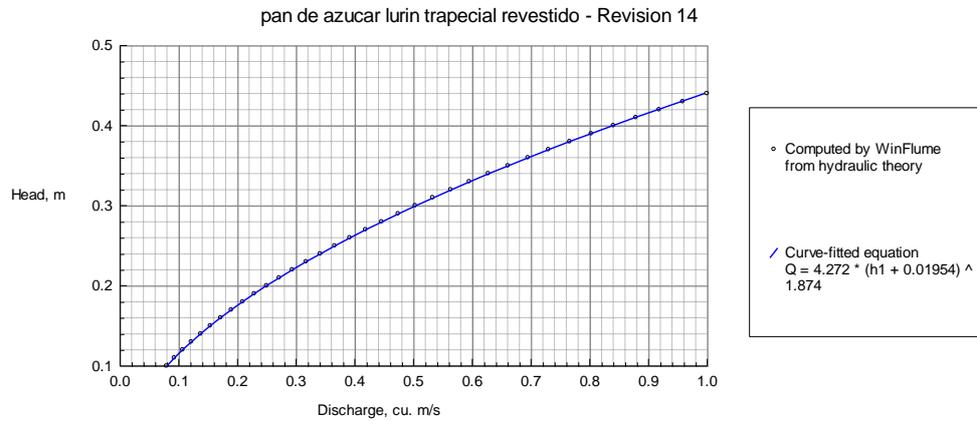


Figura 35. Curva de calibración de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

c) Tabla de descargas vs H (m)

Se reporta también la tabla de descarga, producto de la aplicación de la ecuación correspondiente.

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings
0.100000	0.11528	
0.150000	0.14755	
0.200000	0.17534	
0.250000	0.20015	
0.300000	0.22276	
0.350000	0.24366	
0.400000	0.26320	
0.450000	0.28159	
0.500000	0.29906	
0.550000	0.31567	
0.600000	0.33158	

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings
0.650000	0.34682	
0.700000	0.36149	
0.750000	0.37565	
0.800000	0.38934	
0.850000	0.40260	
0.900000	0.41547	
0.950000	0.42799	
1.000000	0.44017	

Summary of Warning Messages

No warnings.

d) Regla limnimétrica

Finalmente, el software reporta el diseño de la regla limnimétrica

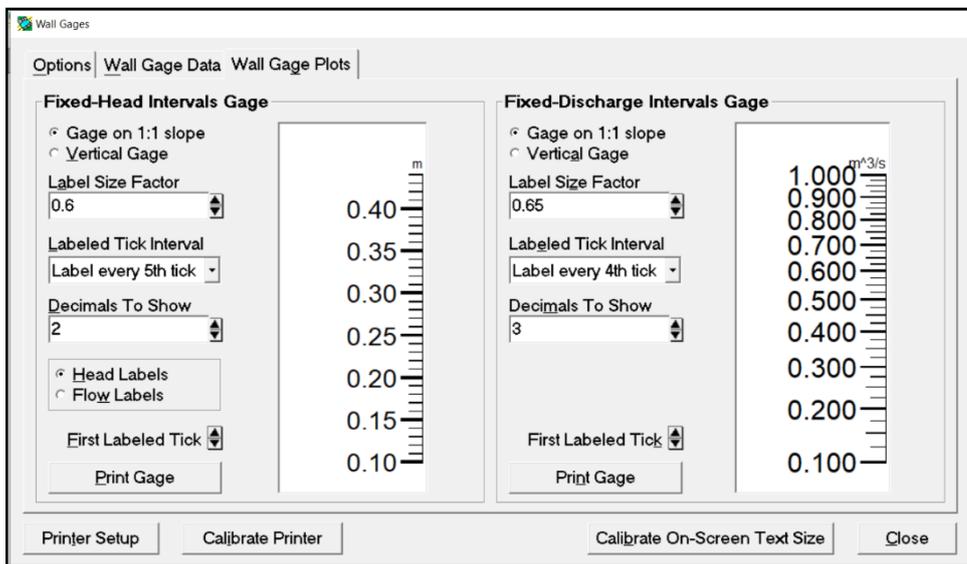


Figura 36. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m³/s
 Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

2. MEDIDOR DE GARGANTA LARGA (RBC) VENTUROSA

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m) :	0.16 m.
Longitud de la sección de control :	0.80 m.
Longitud de la rampa de ingreso :	0.70 m.
Longitud del canal de aproximación :	0.70 m.
Altura del canal :	0.70 m.
Longitud de la rampa de salida :	0.96 m.

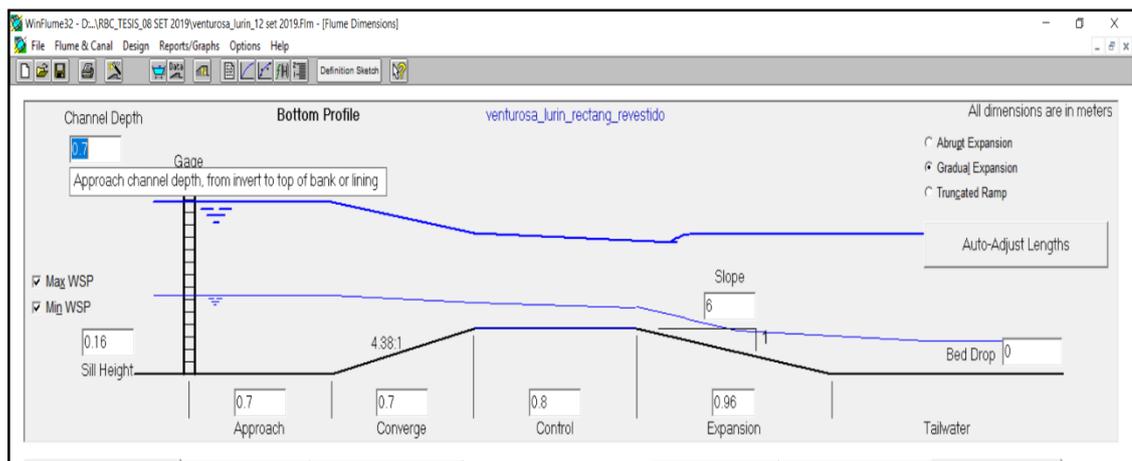


Figura 37. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo 0.500 m³/s y 0.060 m³/s respectivamente, considerados.

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de ok. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número

de Froude en el punto de medición de la regla, es $F= 0.342$, es decir menor a 0.5 que es el límite considerado por el software. También que cumple con el freeboard o borde libre suficiente, para el caudal máximo.

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de $\pm 3.04\%$ y $\pm 9.32\%$ respectivamente.

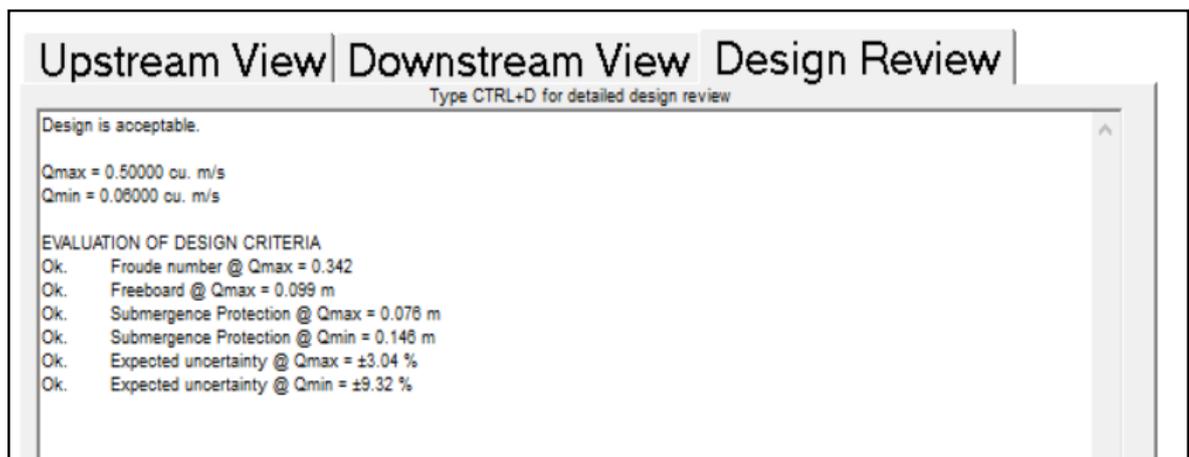


Figura 38. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater).

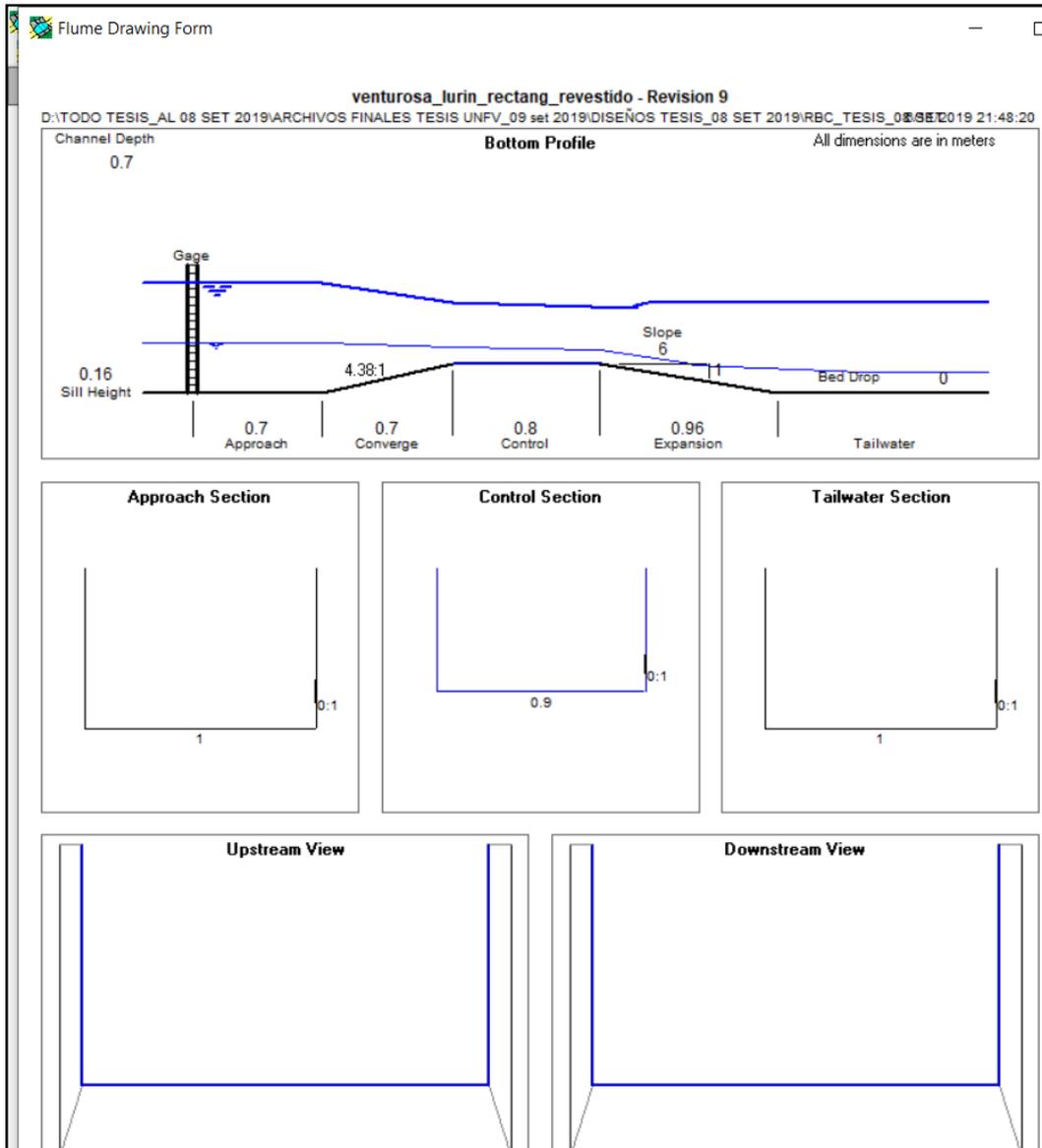


Figura 39. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

b) Ecuación de descarga

$$\text{Equation: } Q_{\text{fit}} = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 1.80280$$

$$K2 = 0.000$$

$$u = 1.57351$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua ($h1$) y el caudal (Q)

c) **Curva de calibración**

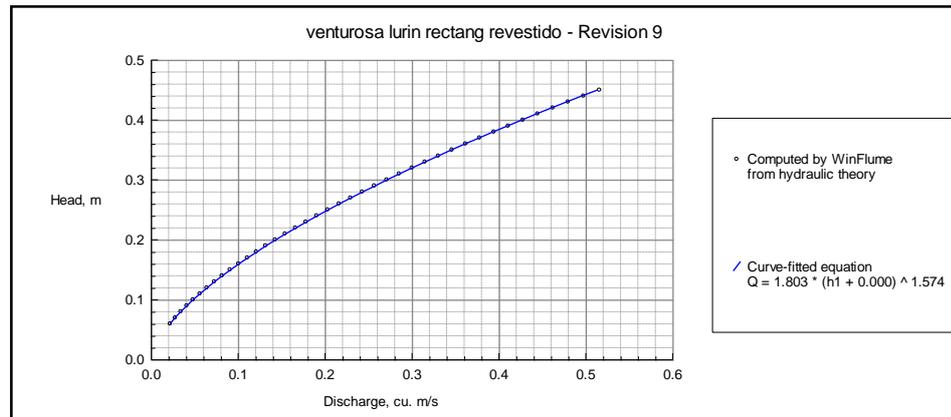


Figura 40. Curva de calibración de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

d) **Tabla de descargas vs H (m)**

Se reporta también la tabla de descarga, producto de la aplicación de la ecuación correspondiente.

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings
0.060000	0.11513	
0.070000	0.12706	
0.080000	0.13837	
0.090000	0.14917	
0.100000	0.15952	
0.110000	0.16950	
0.120000	0.17916	
0.130000	0.18850	
0.140000	0.19758	
0.150000	0.20642	
0.160000	0.21504	
0.170000	0.22346	
0.180000	0.23170	

0.190000	0.23977
0.200000	0.24768
0.210000	0.25544
0.220000	0.26306
0.230000	0.27056
0.240000	0.27793
0.250000	0.28519
0.260000	0.29235
0.270000	0.29939
0.280000	0.30637
0.290000	0.31322
0.300000	0.31999
0.310000	0.32668
0.320000	0.33328
0.330000	0.33981
0.340000	0.34627
0.350000	0.35265
0.360000	0.35897
0.370000	0.36522
0.380000	0.37141
0.390000	0.37754
0.400000	0.38360
0.410000	0.38962
0.420000	0.39558
0.430000	0.40148
0.440000	0.40734
0.450000	0.41314
0.460000	0.41890
0.470000	0.42461
0.480000	0.43027
0.490000	0.43588
0.500000	0.44145

e) **Regla limnimétrica**

Finalmente, el software reporta el diseño de la regla limnimétrica

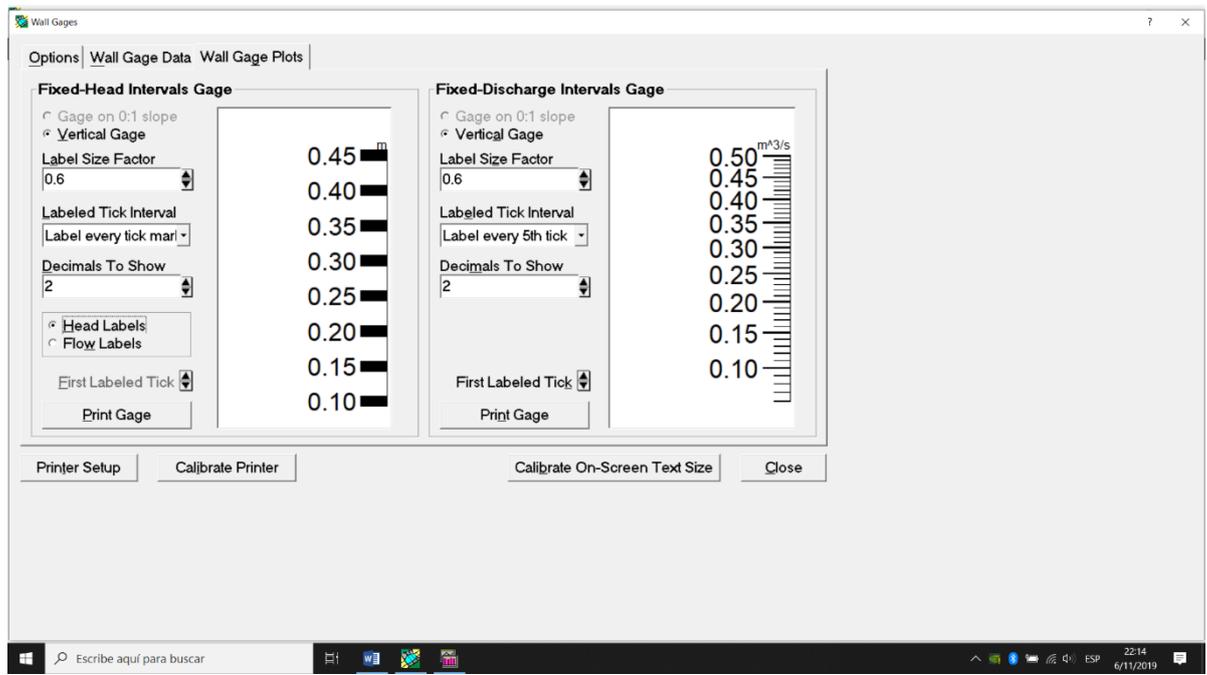


Figura 41. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m³/s
 Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

3. MEDIDOR DE GARGANTA LARGA (RBC) TOLEDO

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m) :	0.25 m.
Longitud de la sección de control :	0.80 m.
Longitud de la rampa de ingreso :	0.70 m.
Longitud del canal de aproximación :	0.70 m.
Altura del canal :	0.90 m.
Longitud de la rampa de salida :	0.00 m.

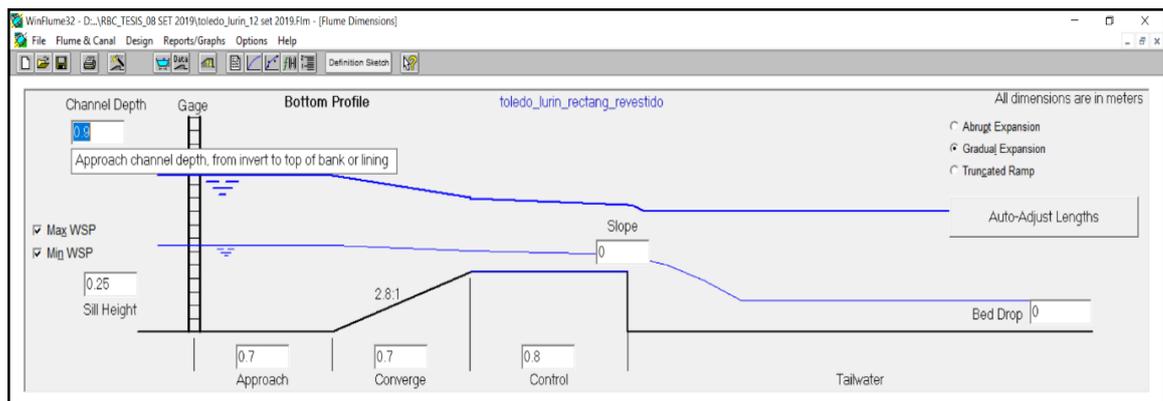


Figura 42. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo 0.500 m³/s y 0.060 m³/s respectivamente, considerados.

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de ok. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número de Froude en el punto de medición de la regla, es $F = 0.333$, es decir menor a 0.5 que es el límite

considerado por el software. También que cumple con el borde libre suficiente, para el caudal máximo.

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de $\pm 3.35\%$ y $\pm 9.88\%$ respectivamente.

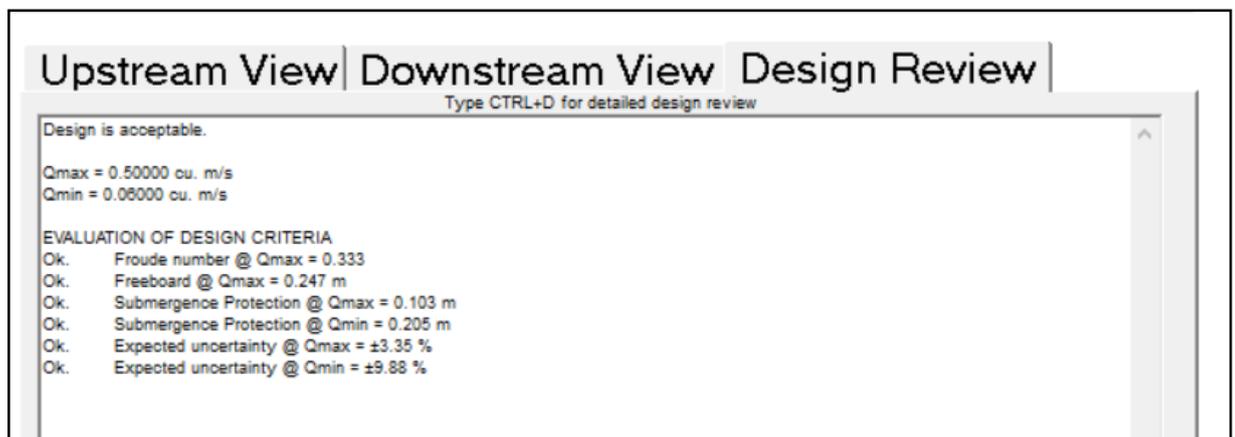


Figura 43. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater).

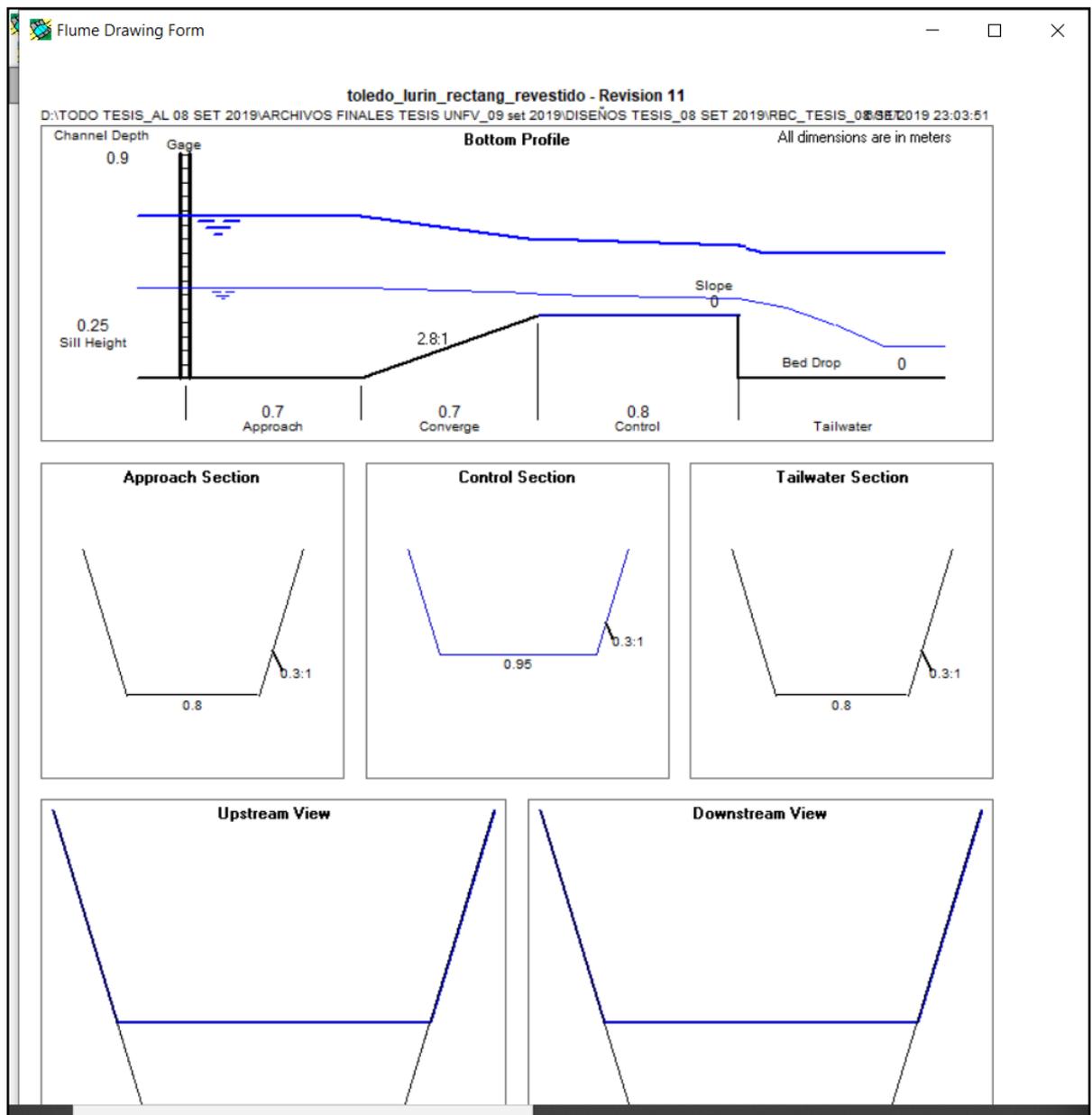


Figura 44. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

b) Ecuación de descarga

$$\text{Equation: } Q = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 2.28610$$

$$K2 = 0.011368$$

$$u = 1.72593$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua ($h1$) y el caudal (Q)

c) **Curva de calibración**

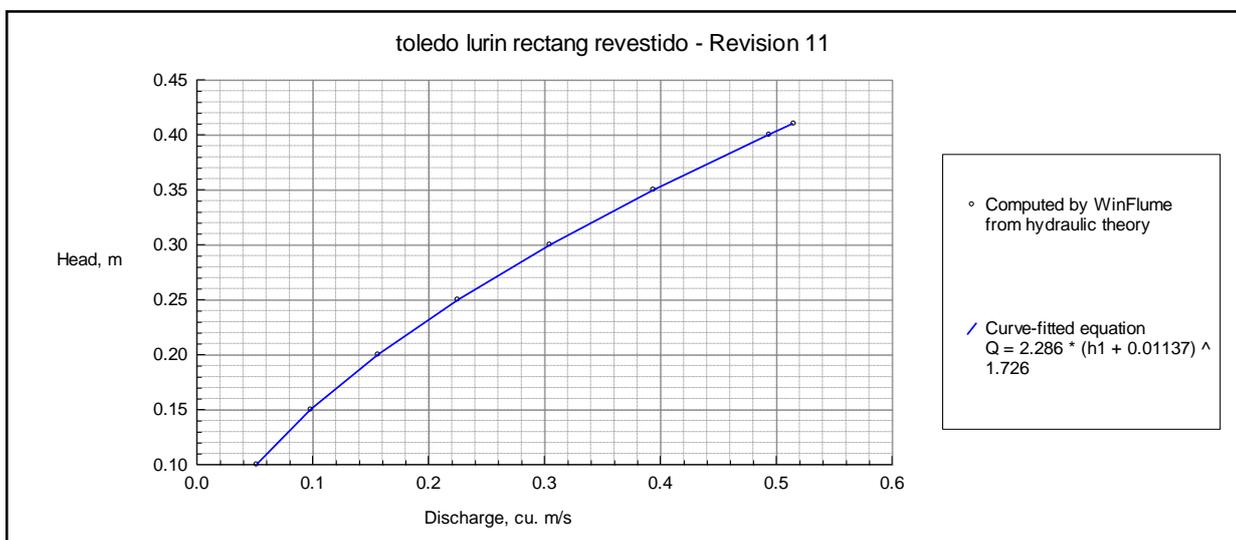


Figura 45. Curva de calibración de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

d) **Tabla de descargas vs h1**

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings

0.060000	0.10990	
0.085000	0.13686	
0.110000	0.16079	
0.135000	0.18260	
0.160000	0.20279	
0.185000	0.22170	
0.210000	0.23956	
0.235000	0.25652	
0.260000	0.27272	
0.285000	0.28826	

0.310000	0.30321
0.335000	0.31763
0.360000	0.33159
0.385000	0.34512
0.410000	0.35827
0.435000	0.37106
0.460000	0.38352
0.485000	0.39568
0.500000	0.40284

Summary of Warning Messages

'No warnings.

e) Regla limnimétrica

Finalmente, el software reporta el diseño de la regla limnimétrica

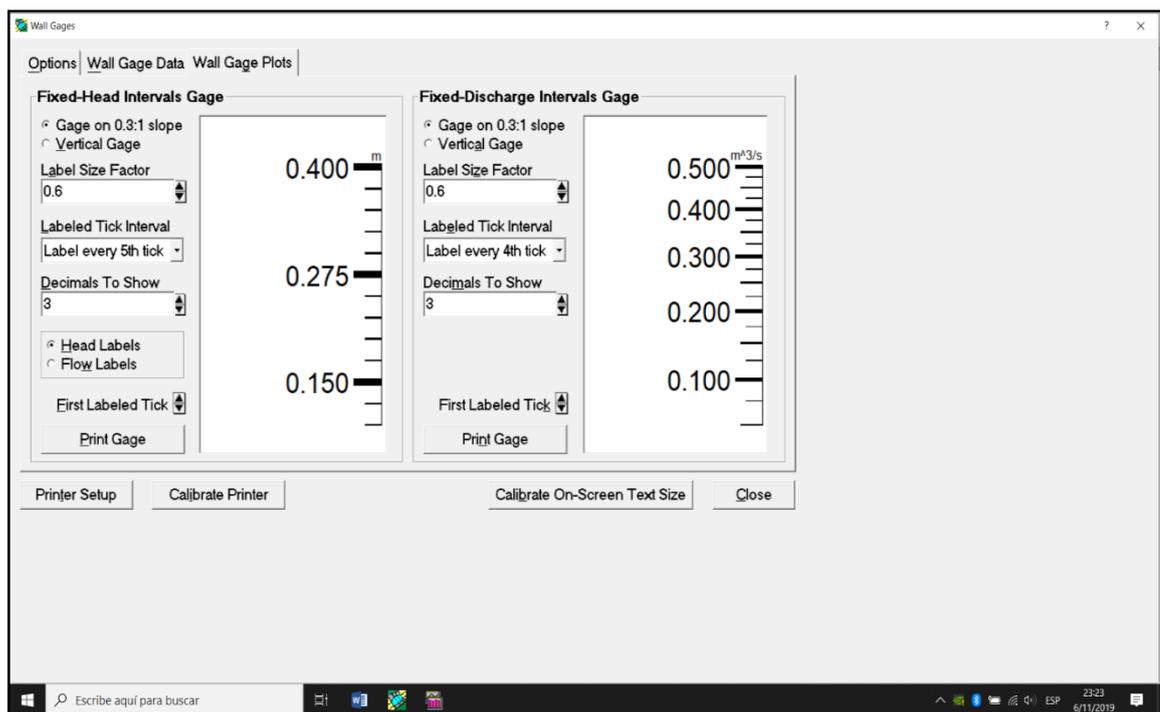


Figura 46. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m^3/s

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

4. MEDIDOR DE GARGANTA LARGA (RBC) MOLINO

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m)	:	0.15 m.
Longitud de la sección de control	:	0.80 m.
Longitud de la rampa de ingreso	:	0.55 m.
Longitud del canal de aproximación	:	0.60 m.
Altura del canal	:	0.80 m.
Longitud de la rampa de salida	:	0.00 m.

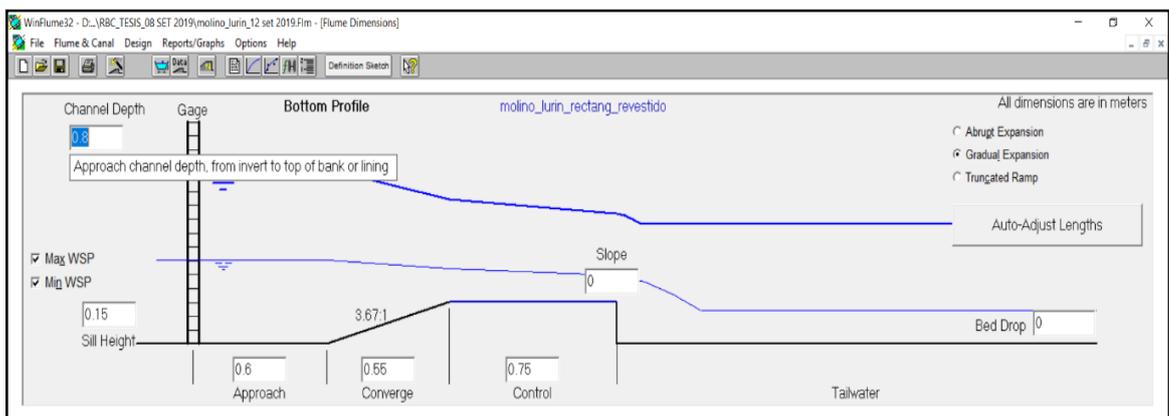


Figura 47. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo 0.300 m³/s y 0.050 m³/s respectivamente, considerados

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de ok. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número de Froude en el punto de medición de la regla, es $F = 0.274$, es decir menor a 0.5 que es el límite considerado por el software. También que cumple con el borde libre suficiente, para el caudal máximo.

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de $\pm 2.90\%$ y $\pm 7.21\%$ respectivamente.

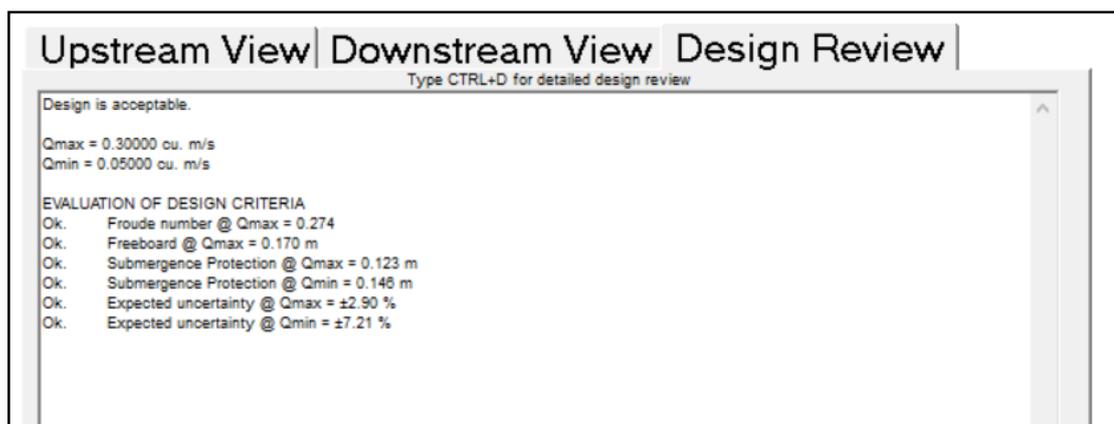


Figura 48. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater).

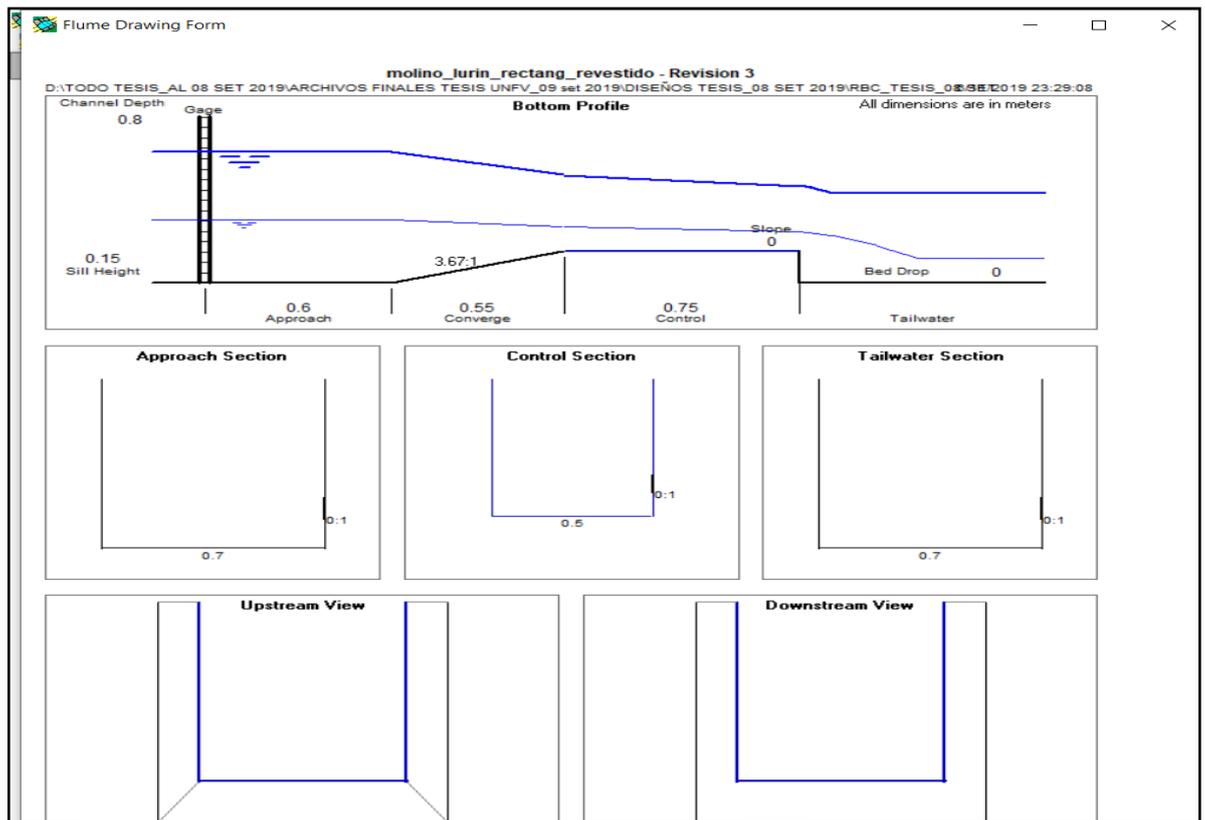


Figura 49. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

b) Ecuación de descarga

$$\text{Equation: } Q_{\text{fit}} = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 0.937193$$

$$K2 = 0.000$$

$$u = 1.55039$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua ($h1$) y el caudal (Q)

c) Curva de calibración

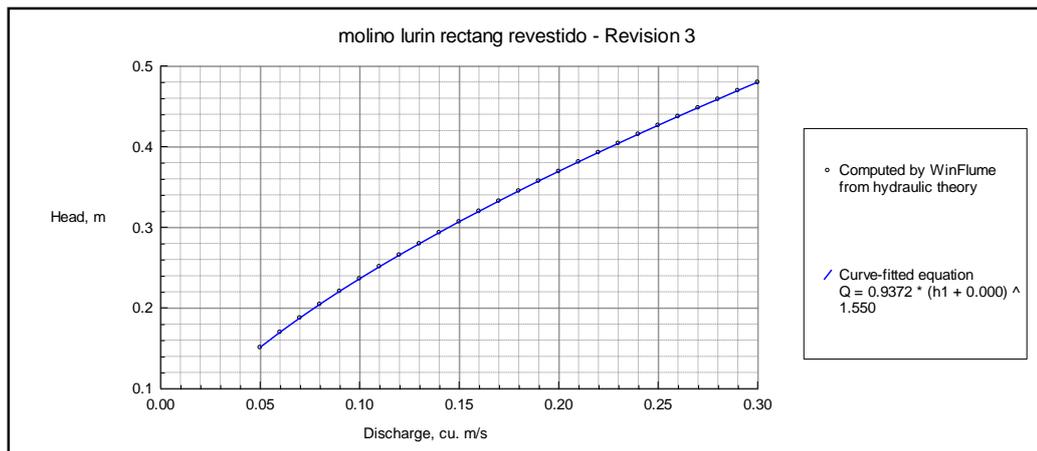


Figura 50. Curva de calibración de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

d) Tabla de descargas

Discharge cu. m/sm -----	Head at Gage, h1 -----	Warnings
0.050000	0.15093	
0.060000	0.16982	
0.070000	0.18761	
0.080000	0.20451	
0.090000	0.22067	
0.100000	0.23621	
0.110000	0.25119	
0.120000	0.26567	
0.130000	0.27972	
0.140000	0.29340	
0.150000	0.30673	
0.160000	0.31978	
0.170000	0.33252	
0.180000	0.34499	
0.190000	0.35723	
0.200000	0.36924	
0.210000	0.38103	

0.220000	0.39264
0.230000	0.40407
0.240000	0.41532
0.250000	0.42640
0.260000	0.43732
0.270000	0.44810
0.280000	0.45874
0.290000	0.46925
0.300000	0.47963

Summary of Warning Messages

No warnings.

d) Regla limnimétrica

Finalmente, el software reporta el diseño de la regla limnimétrica

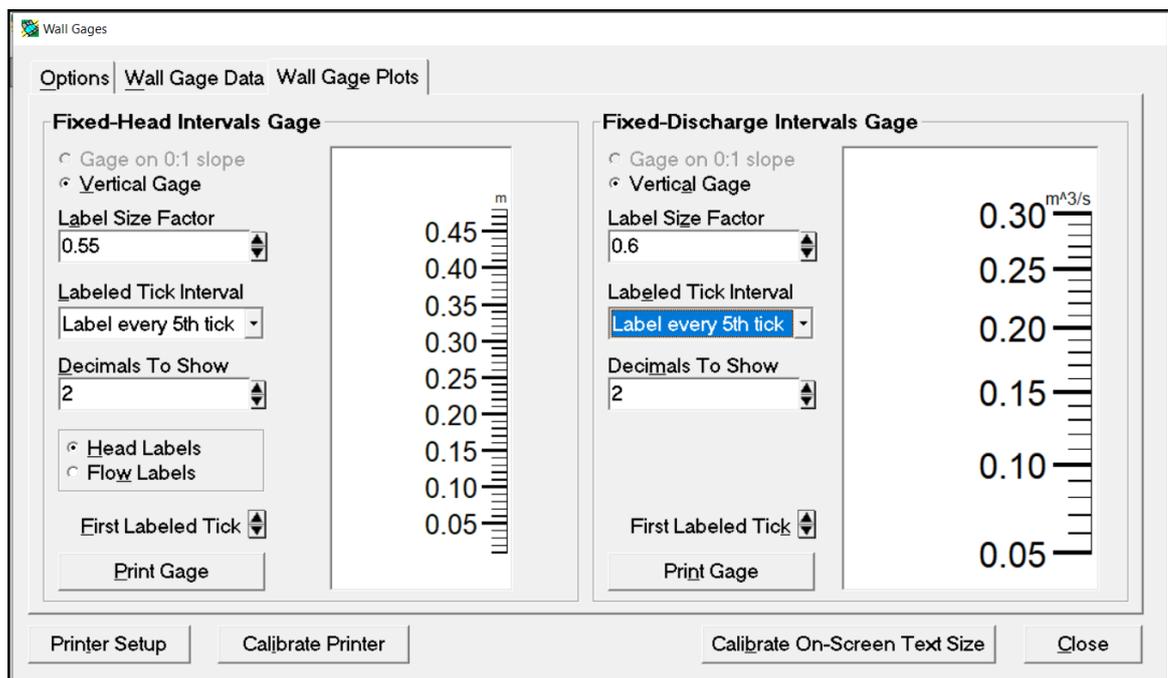


Figura 51. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m^3/s

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

5. MEDIDOR DE GARGANTA LARGA (RBC) MOLLE BAJO

a) Resultados del software WINFLUME, teniendo en cuenta los datos actuales de campo.

Se presenta el perfil de la estructura, en la que se aprecia la información siguiente:

Altura de la sección de control (m) :	0.15 m.
Longitud de la sección de control :	0.60 m.
Longitud de la rampa de ingreso :	0.60 m.
Longitud del canal de aproximación :	0.60 m.
Altura del canal :	0.50 m.
Longitud de la rampa de salida :	0.00 m.

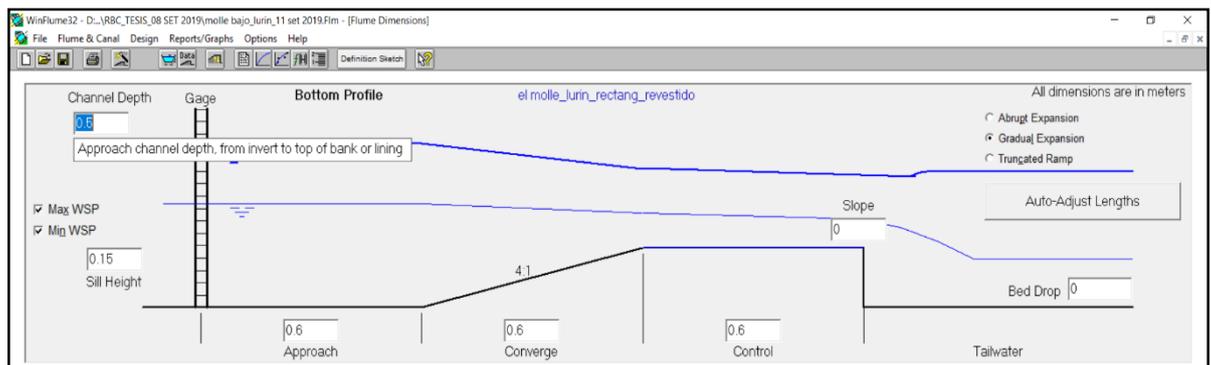


Figura 52. Perfil de la estructura diseñada.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

El reporte también incluye: la información de los caudales máximo y mínimo 0.100 m³/s y 0.025 m³/s respectivamente, considerados.

Y principalmente la evaluación de los criterios de diseño que son cumplidos por el diseño, con el mensaje de ok. Estos criterios cumplidos son: para el caudal máximo, el número de Froude en el punto de medición de la regla, es $F = 0.301$, es decir menor a 0.5 que es el límite

considerado por el software. También que cumple con el borde libre suficiente, para el caudal máximo.

Otros criterios cumplidos es que están protegidos contra la sumergencia, tanto con el caudal máximo como con el mínimo.

Finalmente, también se cumplen los dos últimos criterios, que son la incertidumbre esperada, tanto con el caudal máximo, como con el caudal mínimo, que es de +/- 3.43 % y +/- 7.11 % respectivamente.

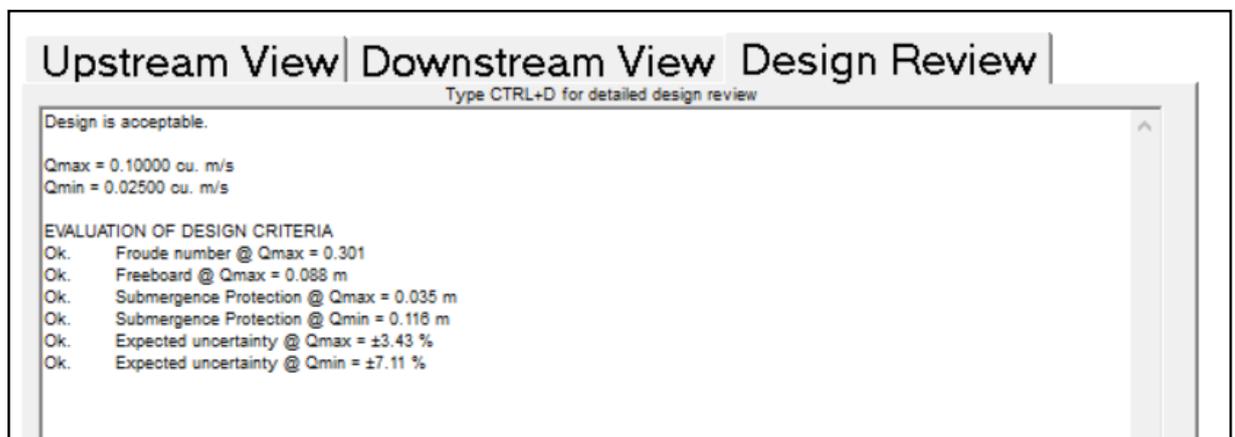


Figura 53. Evaluación de los criterios de diseño.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

Otro resultado o reporte, son las secciones geométricas del canal de aproximación, de la sección de control y del canal aguas debajo de la estructura (tailwater).

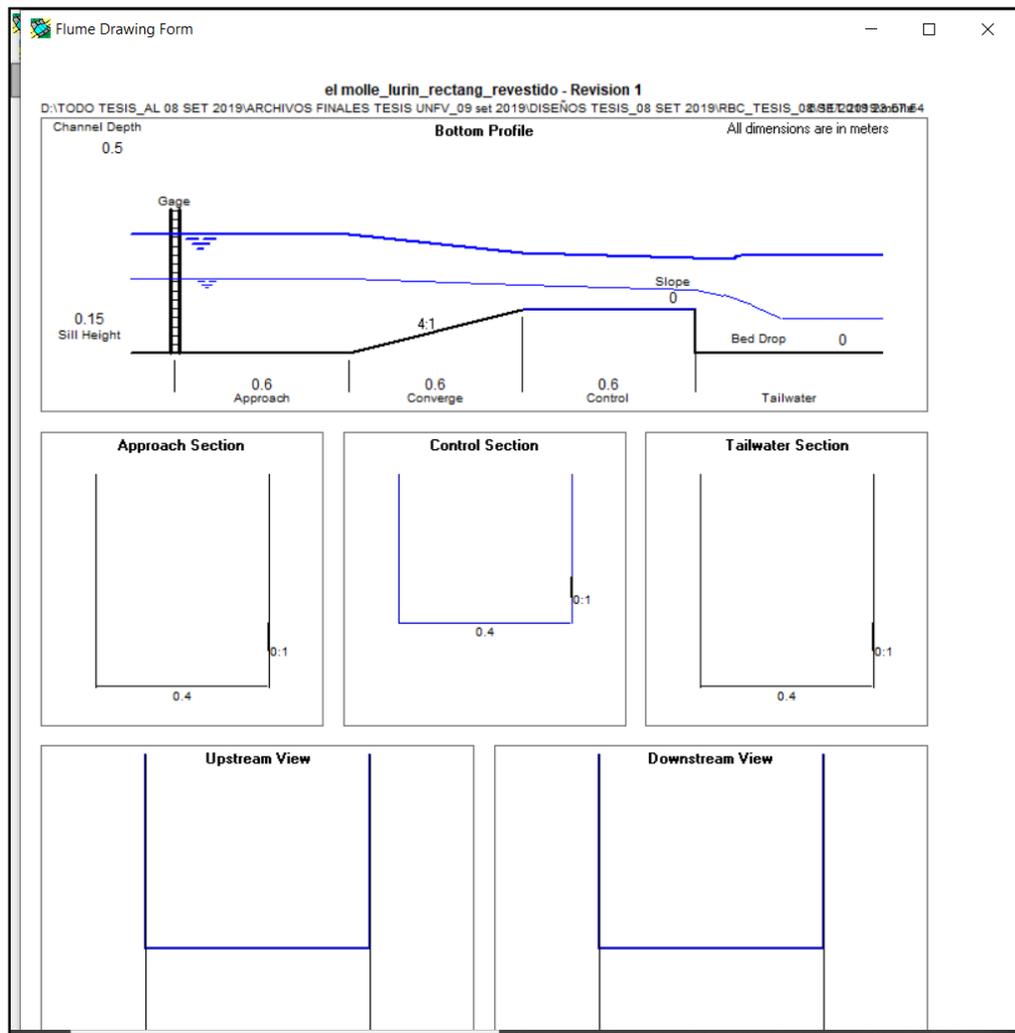


Figura 54. Secciones transversales de la estructura de medición RBC.

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

b) Ecuación de descarga

$$\text{Equation: } Q_{\text{fit}} = K1 * (h1 + K2) ^ u$$

$$\text{Parameters: } K1 = 0.849089$$

$$K2 = 0.0032812$$

$$u = 1.61514$$

Esta ecuación representa la relación entre la carga de agua ($h1$) y el caudal (Q)

c) Curva de calibración

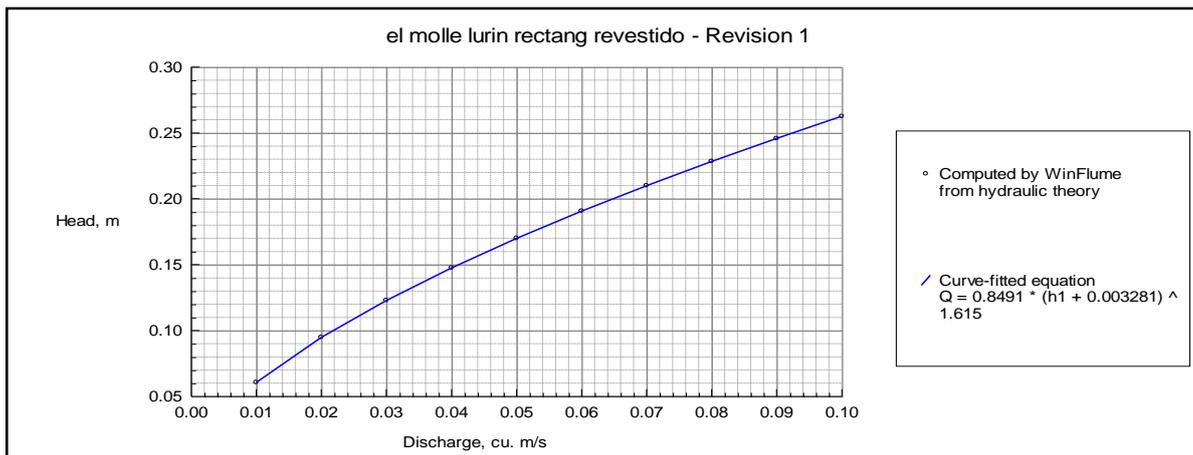


Figura 55. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m³/s
 Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el autor

La curva de calibración es generada por la aplicación de la ecuación de descarga.

d) Tabla de descargas

Discharge cu. m/s	Head at Gage, h1 m	Warnings
-----	-----	
0.025000	0.10943	
0.035000	0.13561	
0.045000	0.15904	
0.055000	0.18053	
0.065000	0.20053	
0.075000	0.21933	
0.085000	0.23717	
0.095000	0.25422	
0.100000	0.26250	

Summary of Warning Messages

 'No warnings.'

e) Regla limnimétrica

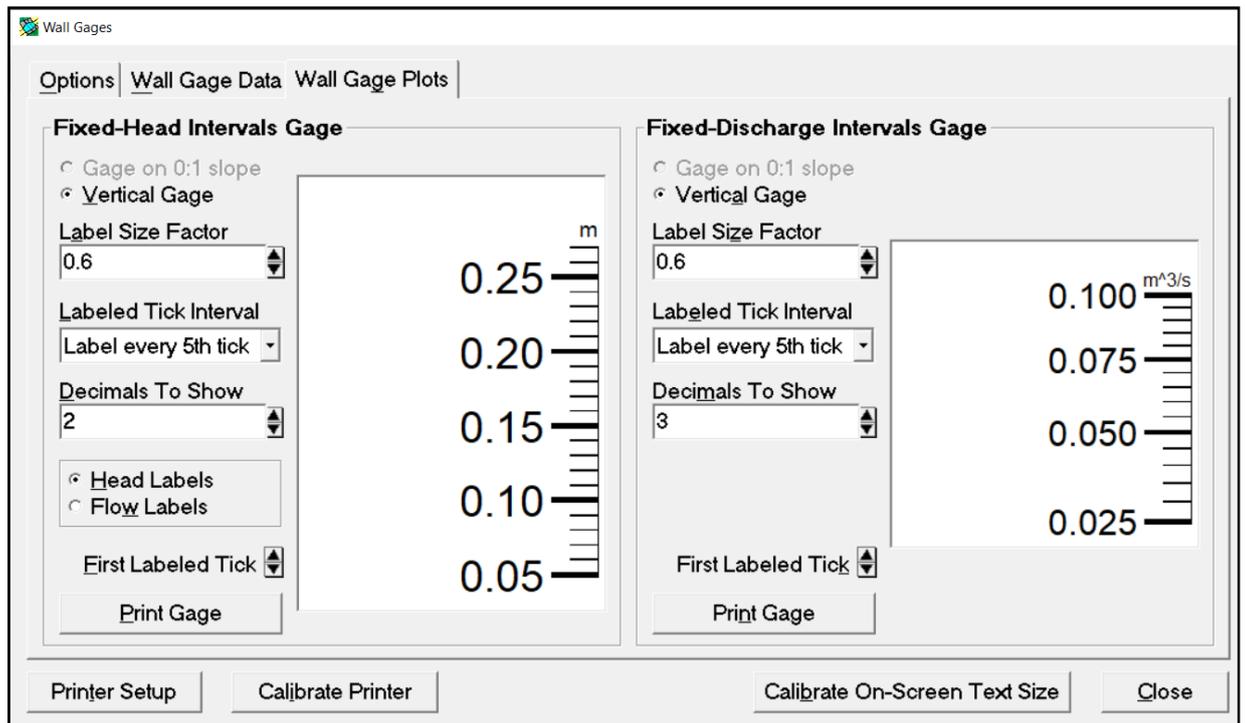


Figura 56. Diseño de las reglas de medición. Escala en metros y en m^3/s

Fuente: Reporte del software Winflume, de acuerdo a la información ingresada por el

autor

f. Elaboración de análisis de costos unitarios y especificaciones técnicas.

La información de los precios unitarios, ha sido tomada del expediente técnico “Obras de control y medición de agua por bloques de riego“ (Cromero, 2013).

g. Metrados

Luego de concluidos los diseños de las estructuras de medición, se procedió a efectuar los cálculos de los metrados de cada una de las partidas. Las planillas se presentan en el Anexo.

h. Presupuesto de obra

El presupuesto resultará de la suma de los costos de cada una de las partidas, lo que a su vez resulta de multiplicar el costo unitario de la partida por su metrado correspondiente.

3.6. Análisis de datos

En el presente estudio, y como parte de la optimización técnica en la selección de un medidor de agua para el sector hidráulico Lurín, se ha efectuado la comparación de costos entre la construcción de un medidor Parshall y la construcción de un aforador de garganta larga, para lo cual se ha utilizado la información proveniente de los diseños de las estructuras de medición a comparar, conformándose en primer lugar un cuadro con los resultados de los diseños efectuados, detallando las longitudes de las principales dimensiones, lo cual serviría para efectuar las comparaciones correspondientes. (Tabla N° 8).

Tabla 8
Comparación de dimensiones: Parshall vs RBC - S.H. Lurín

N ^a	ESTRUCTURA DE MEDICIÓN	CAUDAL (m ³ /s)	DIMENSIONES MEDIDOR PARSHALL (m)			DIMENSIONES MEDIDOR RBC (m)		
			W (m)	Altura rampa	Long. total	Ancho secc. control	Altura de rampa	Long. Total
1	CIENEGUILLA	2.00	1.829	0.230	5.63	2.00	0.15	3.40
2	PAN DE AZUCAR	1.00	1.219	0.182	5.12	1.00	0.20	2.50
3	TOLEDO	0.50	0.914	0.227	5.08	0.80	0.25	2.70
4	VENTUROSA	0.50	0.914	0.218	5.04	0.70	0.16	3.66
5	MOLINO	0.30	0.610	0.174	4.84	0.50	0.15	2.40
6	MOLLE BAJO	0.10	0.305	0.173	5.56	0.40	0.15	2.30

Fuente: Elaboración propia

De la información de este cuadro, se observa que para el caso de la altura de la rampa, se tiene menores alturas en un medidor de garganta larga que en un medidor Parshall, este dato es interesante porque cuando se hacen las comparaciones, se indica que en el caso de los aforadores de garganta larga, se presenta mayor retención de sedimentos, lo cual se presenta debido precisamente a la altura de la rampa de ingreso, pero como se está demostrando, en la mayor parte de los medidores seleccionados, las rampas de ingreso son de menor altura en una estructura de medición de garganta larga.

Otro dato importante es que, para requerimientos de diseño similares, la longitud de la estructura es menor en el caso de los aforadores de garganta larga, que en los medidores Parshall.

Luego, se calcularon los costos de cada uno de los medidores tipo Parshall, similarmente se elaboraron los costos de los aforadores de garganta larga. Esta información se presenta en el Anexo 5.

Finalmente, se elaboró el cuadro mediante el cual se comparan los costos considerando los dos tipos de medidores, con lo cual se tendría la diferencia más resaltante entre éstos, como es la de carácter económico, es decir referidas a los costos de construcción. Ver tabla N° 9.

Tabla 9

Comparación de costos: medidor Parshall vs Aforador de Garganta Larga (RBC) - S.H. menor Lurín

N ^a	ESTRUCTURA DE MEDICION	CAUDAL (m ³ /s)	COSTOS REFERENCIALES (S/)		DIFERENCIA DE COSTOS	
			PARSHALL	AFORADOR DE GARGANTA LARGA (RBC)	S/	%
1	CIENEGUILLA	2.00	23,368	18,348	5,021	21
2	PAN DE AZUCAR	1.00	21,872	16,004	5,868	27
3	TOLEDO	0.50	19,959	13,864	6,096	31
4	VENTUROSOSA	0.50	19,797	13,644	6,153	31
5	MOLINO	0.30	18,223	12,608	5,615	31
6	MOLLE BAJO	0.10	16,820	11,023	5,796	34

Fuente: Elaboración propia

IV. Resultados

4.1 Contrastación de hipótesis

Respecto a la hipótesis general planteada, que la optimización técnica en la selección de medidores, se relaciona con la mejora de la eficiencia de distribución del agua de riego en el sector hidráulico Lurín, es indudable que con la demostración en el presente estudio, que los aforadores de tipo garganta larga tiene costos significativamente menores que los medidores tipo Parshall, el cual hasta la fecha es uno de los más utilizados en nuestro país, se puede colegir que el interés por el uso de estos medidores aumentará por parte de la organización de usuarios del sector hidráulico menor Lurín, y en general de otras organizaciones de usuarios, lo que devendrá a su vez en el mejoramiento de la eficiencia de distribución, debido a que los usuarios conocerán los caudales que están manejando y existirá mayor preocupación por el cuidado de que se mantenga este caudal, durante la distribución del agua hacia sus predios.

También se ha demostrado, que el comportamiento hidráulico del aforador de garganta larga, en el que las líneas de flujo son prácticamente paralelas en la zona de la garganta, debido a que este aforador no tiene contracciones bruscas, de manera que el efecto de la curvatura en las líneas de corriente y en las pérdidas de carga será insignificante, y será posible calcular el flujo a través del aforador sin tomar en cuenta los efectos de estas curvaturas y sin incurrir en errores significativos. Se obtendrá de esta manera un modelo matemático sencillo, lo bastante preciso para la elaboración de curvas de tirante versus gasto, estos aspectos entonces confluyen favorablemente en una selección adecuada de una estructura de medición para el sector hidráulico de Lurín.

También el aspecto de la viabilidad en la construcción, que significa por ejemplo que no tiene los inconvenientes que tiene el medidor tipo Parshall, el cual tiene sus dimensiones fijas y cuando no se construye así, origina algunos problemas en su validez, mientras que en el

caso del aforador de garganta larga, si fuera el caso que no se ha construido de acuerdo al diseño, puede utilizarse nuevamente el programa Winflume y rediseñar la estructura, es decir se tendría una nueva curva de calibración, por lo tanto esta facilidad incide en una mejor selección de la estructura de medición en el sector hidráulico de Lurín.

Finalmente, la seguridad en el diseño, al provenir de un programa comprobado, hace que por parte de los proyectistas prefieran también el uso de estos aforadores de garganta larga lo que a su vez devendrá en un mayor uso de estas estructuras de medición en el sector hidráulico de Lurín.

4.2 Análisis e interpretación

La optimización técnica significó principalmente demostrar que el aforador de garganta larga que tiene como principales ventajas, que su diseño se hace mediante el software Winflume, y que la disposición de sus componentes permite un comportamiento hidráulico adecuado, debido a que no tiene cambios bruscos y que las líneas de flujo son prácticamente paralelas en la garganta. Así, el efecto de la curvatura en las líneas de corriente y en las pérdidas de carga es insignificante, y será posible calcular el flujo a través del aforador sin tomar en cuenta los efectos de estas curvaturas y sin incurrir en errores significativos. Se obtendrá de esta manera un modelo matemático sencillo lo bastante preciso para la elaboración de curvas de tirante versus gasto.

También el aforador de garganta larga, puede adaptarse a cualquier sección de canal, lo que significa un gran ahorro en su construcción.

Esta optimización técnica, representada por la selección del aforador de garganta larga, tendrá una relación directa con la mejora de la eficiencia de distribución en el sector hidráulico menor Lurín, en vista que, con este conocimiento, será posible aumentar el interés por la construcción de estas estructuras, lo que servirá para que la distribución de agua sea más

equitativa, tanto para el operador hidráulico como para los usuarios e inclusive para el estado que también es recaudador de la retribución económica por el uso de este recurso.

En este estudio se ha determinado que para las condiciones expuestas de los seis canales de riego del sector hidráulico menor Lurín, que conducen caudales máximos variables entre $0.100 \text{ m}^3/\text{s}$ y $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$, la construcción de estas estructuras, tiene menores costos que la construcción de los medidores Parshall. Estos menores costos significan que el costo de un aforador de garganta larga es aproximadamente el 70 a 80 % del costo de un medidor Parshall, para el caso de estas estructuras del sector hidráulico menor Lurín.

V. Discusión de Resultados

Los resultados del trabajo de investigación se resumen en que la optimización técnica en la selección de una estructura de medición para el sector hidráulico menor Lurín, ha determinado que el aforador de garganta larga tiene ventajas sobre el medidor tipo Parshall, con lo cual se espera que su uso siga difundiéndose tanto en el sector hidráulico menor Lurín, como al nivel de otros sectores hidráulicos del país. A su vez esta optimización técnica tiene relación con la mejora de la distribución de agua de riego, debido a que un incremento en la construcción de estas estructuras significará a su vez, una mejor distribución de agua, así como también propiciará un reparto más justo del recurso agua, con satisfacción para los operadores hidráulicos, usuarios, así como para el estado como ente que resguarda el uso de este recurso natural.

Anquise (2005), en su publicación sobre investigación en el valle central de Cochabamba (cordillera de Tunari), En el caso de las estructuras de medición que se adaptan a las condiciones de este valle, se mencionó que “la distribución del agua en los canales de riego de este valle central es tarea de los jueces de agua, quienes a primera vista (calificación o puntaje) en relación a la profundidad del agua que distribuyen sin saber medir con precisión la cantidad de agua que circula por los puntos de distribución. La infraestructura de riego de la región generalmente carece de medidores de flujo que puedan ayudar a los usuarios a controlar y distribuir el agua de manera clara y equitativa”

El problema principal fue identificado como la falta de conocimiento sobre aforadores aptos a ser instalados en sistemas similares de riego como El Paso.

Como parte de las conclusiones, se determinó que la estructura de aforo más adecuada en el sistema de riego El Paso, es el vertedero de cresta ancha. Este aforador se acomoda a las exigencias de los usuarios y de esta región.

Burt (2009), presenta información referida a aforadores Replogle (garganta larga) y afirma que son la opción preferida para equipos de flujo crítico (vertedor o aforador). También alcanza diversas recomendaciones para un funcionamiento óptimo de este tipo de estructuras como: la ubicación en un tramo recto del canal, que el flujo en ese del canal, sea subcrítico. Y que el número de Froude no sea mayor a 0.4. y que se debe medir las dimensiones después de la construcción de los medidores y recalibrar el diseño utilizando el software WINFLUME.

Castillo et al., (2014), realizaron un trabajo de investigación con la finalidad de desarrollar aforadores de bajo costo y fácil utilización en las tomas granjas (tomas parcelarias), en los valles de México. El trabajo estuvo enfocado a resolver con tecnología sencilla, el problema de la medición a nivel de toma granja. Ya que las tomas granjas disponen de poca carga hidráulica para la operación de estructuras medidoras, se encontraron las siguientes ventajas en una estructura medidora para toma granja de tipo Aforador de Garganta Larga (AGL): muy práctica, con pérdida de carga mínima, bajo costo y factible de automatización.

Indicaban también que la medición del agua casi se “perdió” por falta de interés en ella, sin embargo, la necesidad de incrementar las eficiencias de conducción, operación y aplicación están trayendo a un primer plano los diferentes dispositivos de medición, algunos acoplados a tecnologías modernas de control y telemetría que permiten un manejo más preciso. La estructura propuesta puede ser la más simple y de económica operación, aquí se describe una propuesta de estructura aforadora tipo AGL para toma granja como una propuesta práctica y económica que ayude a mejorar la medición del agua de riego.

XXIII Congreso Nacional de Hidráulica – Desafíos de la Hidráulica-Memorias Técnicas Asociación Mexicana de Hidráulica-Memoria Resúmenes, 2014.

Cruz (2009), Esta “nota técnica” indica que para que el terreno agrícola regado funcione bien, es necesario recopilar información sobre la cantidad de agua suministrada a la propiedad y la toma lateral o directa. Para ello, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) desarrolló tecnología de ultrasonido para cuantificar el volumen de agua entregado en la red más pequeña y en las parcelas. La información de flujo constante permite determinar la cantidad de agua suministrada a los puntos de control.

El desarrollo tecnológico consiste en un medidor de nivel ultrasónico, con componentes electrónicos nacionales, que incorpora la compensación por temperatura a través de software.

Para determinar su aplicación en la medición de caudal y llevar a cabo su totalización, se realizó un estudio sobre el error tipo que permite asociarle una precisión del orden de 3 mm. Este medidor se utiliza para cuantificar el caudal con apoyo de un aforador de garganta larga, mediante una ecuación potencial función del tirante. Con ello, se puede determinar en tiempo real el flujo y monitorear el nivel de agua en una sección específica de un canal.

Pedroza e Hinojoza (2014), en su publicación hace mención de las dos principales estructuras de medición que son el aforador de garganta larga y el medidor tipo Parshall y sobre el aforador de garganta larga, menciona lo siguiente:

Aforadores de garganta larga (RBC)

Indica que estas estructuras se han venido usando en canales en los programas gubernamentales de mejoramiento de la medición. La principal ventaja de los aforadores de garganta larga es, desde luego, la predicción teórica de su funcionamiento hidráulico. En general, se tienen grandes ventajas sobre otros vertedores y aforadores (por ejemplo: aforadores Parshall, aforadores de garganta corta, aforadores-H, vertedores en forma de cresta):

Debido a su transición convergente gradual, estas estructuras tienen problemas menores con los escombros flotantes.

Las observaciones de campo y pruebas de laboratorio han mostrado que estas estructuras pueden ser diseñadas para el paso del sedimento transportado por canales abiertos con flujo subcrítico. Sin embargo, la sedimentación puede ser un problema cuando las cargas de sedimentos son excesivas, o cuando el aforador causa una reducción significativa en la velocidad del canal proyectado.

Estas estructuras son generalmente las más económicas de todas las estructuras para la medición aproximada de flujo en canales abiertos, siempre que las condiciones sean tales que un vertedor o aforador sea factible.

Alcántara (2013), menciona que en sistemas de riego y en forma particular en canales abiertos es prioritario contar con sistemas fijos de medición, ya que con ello se asegura un aforo continuo sobre la cantidad de agua que transita sobre su sección. La medición del agua a superficie libre se complica debido a la variabilidad que presenta el tirante de agua y, aún más cuando existen estructuras de control sobre los canales que alteran las condiciones de flujo (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2010).

Dentro de las estructuras aforadoras para canales de gran capacidad los aforadores de garganta larga son los más adecuados siempre y cuando el canal mismo tenga suficiente bordo libre para que en él quede alojado la sobre elevación que experimenta la superficie libre del agua. El término Aforador de Garganta Larga describe una clase ancha de aforadores de flujo crítico y los dispositivos del vertedero de cresta ancha usados en la medida del flujo de agua en los canales abiertos. Estos dispositivos son adaptables a una variedad de canales naturales o artificiales, por construir o existentes (USBR, 2001).

García (2002), señala que, en el Valle de Chillón, los “medidores de garganta larga” o “RBC” fueron los más adecuados para instalar estructuras de capacidad en esta área debido a su construcción simple, facilidad de manejo en el sitio y eficiencia en las mediciones de flujo.

"

“La ventaja del medidor RBC es que se puede crear una tabla de calibración de alta precisión con cualquier tipo de sección de conducto siempre que el flujo en el cuello del medidor sea crítico. Además, la caída de presión requerida para una relación entre la carga de agua y el canal es mínima, evita los problemas de sedimentación que afectan los caudales, son los más baratos en construcción y su facilidad para conseguir caudales.

VI. Conclusiones

1. Se ha demostrado que la optimización técnica en la selección de un medidor de agua de riego, traerá consigo una mejora en la eficiencia de distribución de agua, al existir un mayor conocimiento de las bondades del aforador de garganta larga (RBC), que son tanto de carácter técnico, como económico.
2. Se ha verificado que el comportamiento hidráulico del aforador de garganta larga, debido a su conformación geométrica, con los cuales es posible aplicar los conocimientos teóricos de hidráulica, con clara ventaja frente a otros tipos de medidores, está relacionado con una mejor selección de una estructura de medición
3. Se ha analizado que la viabilidad de la construcción de una estructura, tiene relación con una mejor selección de una estructura de medición, toda vez que el aforador de garganta larga o RBC, se adecúa a cualquier sección de un canal existente, lo cual es una ventaja, frente a otro tipo de estructura de medición.
4. Se ha determinado que el uso de un software de diseño, tiene relación con una mejor selección de una estructura de medición. Para el diseño de un aforador de garganta larga, se utiliza el software Winflume, de descarga gratuita.
5. Se determinaron los costos de construcción de medidores tipo Parshall y de aforadores de garganta larga, para seis canales de riego, que conducen caudales entre 0.100 m³/s y 2.00 m³/s, resultando que los costos promedios de los aforadores de garganta larga, representan aproximadamente entre el 70 % y 80 % del costo promedio de un medidor Parshall.

VII. Recomendaciones

- A los operadores hidráulicos, recomendar el uso del aforador de garganta larga por las razones expuestas en el presente estudio y como resultado de la optimización técnica.
- Se recomienda a los operadores hidráulicos, que efectúen los trabajos de mantenimiento necesarios, para obtener registros confiables de caudales, principalmente en lo referente a la eliminación de material de sedimentación
- Se recomienda hacer estudios relacionados con la sedimentación que se produce en las estructuras de medición y su efecto en la lectura de caudales, esto debido a que muchos sistemas de riego no cuentan con desarenadores adecuados, y por otra parte los ríos de la costa del Perú, son de fuerte pendiente y arrastran sedimentos en grandes volúmenes, además las organizaciones de usuarios no efectúan con regularidad, los trabajos de mantenimiento de estas estructuras.
- Se recomienda efectuar estudios referidos a la automatización en la medición continua del caudal, mediante el uso de sensores de radar, y automatización también en la transmisión de la información hacia centros de decisiones, con lo cual se tendría una información más certera respecto a los caudales que transitan en los canales, con información en tiempo real, con lo cual se podrá gestionar adecuadamente la distribución de agua de riego.
- Se recomienda difundir las bondades del aforador de garganta larga, con la finalidad de propiciar el uso masivo de este aforador, principalmente por parte de los operadores hidráulicos de los sectores hidráulicos mayores y menores de nuestro país.

VIII. Referencias

- Acuña, F. (2017). *Diagnostico y establecimiento de la Red Hidrométrica menor del sector Hidraulico Yamobamba - Chusgón - Margen izquierdo del río Marañon - La Libertad*. Facultad de Ciencias Agropecuarias . Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9675/Acu%
c3%b1a%20Fernandez%20Ferm%
c3%adn.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9675/Acu%c3%b1a%20Fernandez%20Ferm%c3%adn.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
- Anquise, J. (2005). *Estructuras de medición que se adapten a las condiciones de este valle*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/josepoma64/63572463-aforadorparshall>
- Aquino, T., & Palomino, M. (2016). *La Selección de Personal y su Relación con el Desempeño Laboral de los Trabajadores del Área Administrativa de la Unheval - Huánuco. Periodo 2014 - 2015*. Facultad de Ciencias Administrativas y Turismo. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Obtenido de [http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/1092/TAD%
2000561%20A65.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/UNHEVAL/1092/TAD%2000561%20A65.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
- Autoridad Nacional del Agua. (Diciembre de 2010). *Criterios de Diseños de obras Hidraulicas para la formulacion de Proyectos Hidraulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hidrico*. Obtenido de https://issuu.com/anibal73/docs/criterios_de_dise__os_de_obras__hid/170
- Banco Mundial BIRF AIF. (2019). *El Agua en la Agricultura*. Obtenido de [bancomundial.org: https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture](https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture)
- Basán, M. (2008). *Aforadores de corrientes de agua*. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-
_curso_aforadores_de_agua.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_curso_aforadores_de_agua.pdf)

- Bos, M., Replogle, J., & Clemmens, A. (1986). *Afadores de Caudal para canales abiertos* (Vol. 38). Madrid, España: International Institute for Land Reclamation and Improvement ILRI. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/311030439/Aforadores-pdf>
- Burt, C. (23 de Octubre de 2009). *Presentación en el XV Congreso Internacional de Irrigación*. Obtenido de www.itrc.org
- Castillo, J., Herrera, & Pacheco. (2014). *Estructura aforadora para toma granja*. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Clemmens, A., Tony, L., Wahl, M., & Replogle, J. (2001). *Water Measurement with Flumes and Weirs, Publication*. ILRI.
- Cruz, A. (9 de Septiembre de 2009). *Tecnología de ultrasonido para mejorar la medición del agua en la agricultura de riego Tecnología de ultrasonido para mejorar la*. Obtenido de <http://docplayer.es/13303756-Tecnologia-de-ultrasonido-para-mejorar-la-medicion-del-agua-en-la-agricultura-de-riego.html>
- DGIAR. (2015). *Medicion de Agua*. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf>
- Garcia, D. (2002). *Análisis de las Características Hidráulicas del Medidor de Caudal del Tipo Garganta Larga o 'RBC' Implementado en el Ambito del Valle del Rio Chillón*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gutiérrez, L. (2005). *Diseño de una Estación de Aforo Continua para el Canal de Descarga de Efluentes Tratados de la Refinería Estatal de Esmeraldas*. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil: Escuela Superior Politecnica del Litoral.

- Hernandez, J. (2018). *Reporte final de Estadía*. Veracruz: Universidad Católica del Centro de Veracruz. Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/371/1/007534.pdf>
- Kennedy, A., Fragoza, F., Peña, E., & Moreno, E. (1992). *Manuel de Aforos*. Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Ministerio de Agricultura . (2004). *Programa de entrenamiento en Servicio-PES. Calibración de Estructuras Hidráulicas de medición*. Obtenido de http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_manuales_calibracion_estructuras.pdf
- Ministerio de Agricultura. (1 de Diciembre de 2010). *Proyecto para la “Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos” - (PMGRH)* . Obtenido de <http://docplayer.es/56638679-Manual-de-operaciones.html>
- Ministerio de Agricultura y Riego . (2015). *Manual del Cálculo de Eficiencia para Sistemas de Riego* . Obtenido de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual_determinacion_eficiencia_riego.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (Agosto de 2013). *Guía de Capacitación y Entrenamiento a las OUAs Programa - PSI Sierra*. Obtenido de <http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2017/01/Guia-de-Capacitacion-Entrenamiento-PDA.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (31 de Mayo de 2010). *Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales Renovables*. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_04_-_aprovechamiento_de_rrnn_2.pdf
- Ministerio del Ambiente. (31 de Mayo de 2010). *Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales Renovables*. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/compendio_04_-_aprovechamiento_de_rrnn_2.pdf

- Panta, C. (2014). *Mejora del Sistema de Riego Tunan*. Facultad de Ingeniería Agrícola. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Pedroza, E., & Hinojosa, G. (2014). *Manejo y distribución del agua en distritos de riego: breve introducción didáctica* (Primera ed.). Mexico: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Tufino, S. (2017). *Análisis de la eficiencia de medidores Parshall vs RBC Instaladores en valle de Chicama*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

IX. Anexos

- 1.0. Diagnóstico de estructuras de medición en bloques de riego en el sector hidráulico Lurín
- 2.0. Planillas de metrados-Aforador Parshall
- 3.0. Planillas de metrados- Aforador de garganta larga
- 4.0. Costos unitarios generales
- 5.0. Presupuesto-Aforador Parshall
- 6.0. Presupuesto-Aforador de garganta larga
- 7.0. Planos

Anexo A

Diagnóstico de estructuras de medición en bloques de riego en el sector hidráulico Lurín

Anexo. Diagnóstico de estructuras de medición en bloques de riego en el sector hidráulico Lurín

El trabajo de campo fue realizado mediante las actividades siguientes:

- i) Ubicación de la estructura de control (toma o captación) y estructura de medición (medidor Parshall, RBC u otros) existente mediante coordenadas UTM, utilizando GPS, evaluándose el estado estructural y funcionamiento hidráulico.



Foto 1.- Obra de control y medidor de garganta larga (RBC)

- ii) Inspección del canal, tomando nota de su funcionamiento hidráulico, verificando visualmente el tipo de régimen (subcrítico o supercrítico), medición de las dimensiones de la sección del canal, características del cauce, pendientes, coeficiente de rugosidad entre otros, también las dimensiones del medidor (en caso de existir) y su funcionamiento hidráulico. Las medidas geométricas de las estructuras de medición existentes, así como las dimensiones de los canales, se

realizaron mediante winchas de 5 y 30 m. y la pendiente del canal, se calculó con el nivel de ingeniero.



Foto 2.-Personal Técnico tomando medidas geométricas de la estructura de medición

iii) Fotografiado de la estructura de control y medición, con énfasis en la visualización del funcionamiento hidráulico, visualizando desde aguas arriba y desde aguas abajo, así mismo de algunos detalles relevantes del funcionamiento estructural del medidor.



Foto 3.- Ingeniero Especialista tomando fotografías de la estructura existente

iv) Llenado de fichas técnicas con la información principal de: tipo de estructura, ubicación política, administrativa y geográfica, medidas geométricas de la estructura de medición y del canal que lo contiene, caudal máximo, medio y mínimo, lectura de regla graduada, accesibilidad a la zona, seguridad de equipamiento, descripción del funcionamiento hidráulico y estructural, emplazamiento, conclusión y

recomendación; finalmente se elaboró un croquis, identificando los detalles más relevantes de su ubicación.



Foto 4.- Ingeniero Especialista llenando la ficha técnica

Este diagnóstico consideraba dos formas de ubicación de las estructuras de medición:

Estructuras de medición en captaciones y estructuras de medición en red de riego, en el primero de los casos correspondía a aquellos puntos de medición que se ubicaban en los canales de derivación inmediatamente aguas debajo de captaciones en las fuentes naturales (río), en el segundo de los casos correspondía a los puntos de medición ubicados en los canales de primero y segundo orden. En este diagnóstico, también se evaluó las características hidráulicas y geométricas de los canales en los cuales se ubicaban los puntos de medición. Ver cuadro N° 01

Cuadro 01

Características hidráulicas y geométricas de los canales evaluados - S.H Lurín

N°	NOMBRE DE BLOQUE	CODIGO DE BLOQUE	NOMBRE CANAL EN EL QUE SE UBICA LA ESTRUCTURA MEDICIÓN	Q (m ³ /s)	n	s	b (m)	B (m)	H (m)	z	y (m)	v (m/s)	F
1	MEJORADA PLATANAL	PLUR-30-B10	CD MEJORADA	0.5	0.015	0.03	1.1	1.7	0.7	0.43	0.151	2.8525	2.4119
2	-	-	CD LURIN	1.3	0.03	0.001	2	2.8	0.45	0.89	0.741	0.6594	0.2732
3			CD LIDERO ALTO	0.08	0.015	0.015	0.39	0.39	0.29	0.00	0.135	1.5149	1.3144
4			CD SAN ISIDRO ALTO	No hay data por canal afectado por el fenomeno de niño									
5			CD SAN ISIDRO BAJO	0.08	0.03	0.012	0.60	1	0.6	0.33	0.1502	0.8202	0.7011
6			CD LINDERO BAJO	0.1	0.015	0.01	0.6	0.6	0.5	0.00	0.1258	1.3251	1.193
7			CD VALENCIA	0.12	0.025	0.013	0.55	0.85	0.35	0.43	0.1903	0.9982	0.7765
8			CD SAN VICENTE	0.08	0.03	0.03	0.42	0.7	0.7	0.20	0.15	1.185	1.0089
9	SUB SECTOR CIENIGUILLA	PLUR-30-B01	CD PIEDRA LIZA	0.15	0.03	0.014	0.67	0.67	0.7	0.00	0.2186	1.024	0.6992
10			CD SAN FRANCISCO	0.12	0.015	0.01	1.1	1.8	0.55	0.64	0.0864	1.2015	1.3356
11			CD HUAYCAN	0.072	0.015	0.01	0.65	0.9	0.3	0.42	0.0898	1.1657	1.2754
12			CD MOLLE ALTO	0.1	0.03	0.015	0.55	0.55	0.4	0.00	0.1909	0.9524	0.696
13			CD CARRILLO	0.12	0.015	0.03	0.45	0.45	0.8	0.00	0.1243	2.1451	1.9425
14			CD MOLLE BAJO	0.1	0.015	0.0065	0.4	0.4	0.45	0.00	0.2118	1.1801	0.8186
15			CD SANTA AUGUSTA	0.08	0.015	0.008	0.85	0.85	0.6	0.00	0.0896	1.0508	1.121
16	TOLEDO	PLUR-30-B02	CD TOLEDO	0.9	0.015	0.011	1.1	1.1	0.55	0.00	0.2911	2.4537	1.5415
17	CIENEGUILLA	PLUR-30-B03	CD CIENEGUILLA	1.8	0.015	0.0117	1.1	1.1	0.95	0.00	0.6118	2.6747	1.0918
18	CONDOR HUACA MOLINO	PLUR-30-B04	CD CONDOR HUACA MOLINO	0.2	0.015	0.0135	1	1	0.7	0.00	0.1216	1.6445	1.5056
19			CD MOLINO	0.3	0.015	0.0084	0.7	0.7	0.8	0.00	0.2523	1.6988	1.0799
20	TAMBO INGA	PLUR-30-B05	CD TAMBO INGA	0.8	0.015	0.03	1.8	2	0.65	0.15	0.1488	2.9495	2.4558
21	JATOSISA SOTELO	PLUR-30-B06	CD JATOSISA	0.9	0.015	0.015	0.8	1.1	0.6	0.25	0.3554	2.849	1.6002
22			CD SOTELO	No hay data por canal afectado por el fenomeno de niño									
23	CAÑA HUECA	PLUR-30-B07	CD CAÑA HUECA	1.1	0.015	0.014	0.5	0.87	0.5	0.37	0.5356	2.9415	1.454
24	SAN FERNANDO	PLUR-30-B08	CD SAN FERNANDO	1	0.015	0.0116	0.8	1	0.5	0.20	0.4247	2.6606	1.3646
25	PAN DE AZUCAR	PLUR-30-B09	CD PAN DE AZUCAR	1.5	0.03	0.0033	0.8	1.2	0.5	0.40	1.1047	1.0934	0.3867
26	MEJORADA PLATANAL	PLUR-30-B10	L1 HUAPAYA	0.2	0.03	0.008	0.8	1.8	0.9	0.56	0.2385	0.8982	0.6278
27	OLIVAR CASICA	PLUR-30-B11	L1 OLIVAR	0.25	0.03	0.015	1	1.4	1.1	0.18	0.2077	1.1603	0.8274
28	HUERTOS RINCONADA	PLUR-30-B12	CD MEJORADA	1	0.015	0.005	2.1	2.1	1	0.00	0.2776	1.7155	1.0396
29	PAMPA GRANDE BUENA VISTA ALTA	PLUR-30-B13	L1 LUVANEJA	0.3	0.015	0.01	0.7	1.2	0.9	0.28	0.2162	1.8241	1.3013
30	VENTUROSA	PLUR-30-B14	CD VENTUROSA	0.5	0.015	0.006	1	1	0.6	0.00	0.491	1.0184	0.4641
31	CASICA	PLUR-30-B15	L1 LOPEZ	0.25	0.03	0.0085	0.5	0.7	0.6	0.17	0.4409	0.9862	0.5042
			L1 WENCESLAO	0.3	0.03	0.011	0.5	0.8	0.65	0.23	0.4361	1.146	0.5985
32	SAN PEDRO	PLUR-30-B17	L1 SAN PEDRO	0.6	0.03	0.0085	1.1	2.2	1.3	0.42	0.3874	1.2265	0.6684
33	SAN VICENTE	PLUR-30-B18	L1 SAN VICENTE SALINAS	0.35	0.03	0.05	1.5	2	0.9	0.28	0.1721	1.9408	1.5278
34	SALINAS	PLUR-30-B19	L1 SAN VICENTE SALINAS	0.15	0.03	0.007	1	1.7	0.65	0.54	0.181	0.7548	0.5911
35	COMUNIDAD	PLUR-30-B20	CD LURIN	1.3	0.03	0.001	2	2.8	0.45	0.89	0.7412	0.6594	0.2732
36	HUARANGAL	PLUR-30-B21	L1 HUARANGAL	0.4	0.03	0.008	0.9	1	0.55	0.09	0.3954	1.0812	0.5593
37	SANTA ROSA	PLUR-30-B22	L1 NUÑEZ	0.6	0.03	0.008	1.5	2.8	2	0.33	0.325	1.1486	0.6644
38	SUCHE	PLUR-30-B24	CD SUCHE	0.32	0.03	0.01	3	6	1.4	1.07	0.1271	0.8028	0.7344

Fuente: UE 002- MGRH

Los resultados del diagnóstico, fueron los siguientes:

- Se logró hacer la inspección en 39 puntos correspondientes a la ubicación de estructuras de medición existentes o por proyectar, de las cuales 25 correspondieron a las ubicadas inmediatamente aguas debajo de captaciones en el río Lurín, mientras que 13 correspondieron a las ubicadas inmediatamente aguas debajo de tomas en la red de riego (principalmente en los canales de primer orden) y una (01) está ubicada inmediatamente aguas debajo de una bocatoma.

- Se verificó la existencia de una (01) estructura de medición tipo Parshall (en bocatoma) y se han proyectado 38 estructuras en un total de 22 bloques de riego del sector hidráulico Lurín.
- Los medidores proyectados son del tipo RBC, seleccionados principalmente por que se adecúan a la sección de los canales existentes, facilidad en la construcción, precisión de la medición, diseño mediante un software (WinFlume).
- La apreciación principal del diagnóstico, es que prácticamente en este sector hidráulico no existen estructuras de medición, lo cual no es una buena señal de que exista una adecuada distribución del agua de riego, por lo que resultará conveniente efectuar intensas actividades de capacitación y sensibilización sobre el tema de medición del agua, además es necesario que la supervisión del cumplimiento de las funciones de la Junta de usuarios, como operador del sector hidráulico Lurín, efectúe sus labores de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos y normas conexas.
- También se observaba que el término bloque de riego, es reconocido por los miembros de las organizaciones de usuarios, pero literalmente ya que no se realiza ninguna gestión de carácter técnico ni administrativo al nivel de los bloques de riego, tampoco es utilizado en sus controles hidrométricos por parte de la Administración Local de Agua ni tampoco por la ANA.
- Se programó efectuar el diagnóstico en 24 bloques de riego, pero se ejecutó solamente en 23, debido a que el bloque de riego PLU-30-B23 debido a que se había efectuado el cambio de uso de sus correspondientes áreas de influencia.

Conclusiones dadas luego del diagnóstico de la UE 002 MGRH

El requerimiento de estructuras de medición a nivel de bloques de riego fue de 39 estructuras, de las cuales solamente existe una estructura (medidor Parshall), habiéndose proyectado entonces 38 estructuras de medición (2 tipo Parshall y 36 tipos RBC). Ver cuadro N° 02.

Cuadro N° 02
Estructuras existentes y proyectadas según ubicación

Ubicación	Número de medidores											
	Existentes				Proyectados				Total			
	RBC	Parshall	Otros	Total	RBC	Parshall	Otros	Total	RBC	Parshall	Otros	Total
Bocatoma	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2
Captación	0	0	0	0	24	0	0	24	24	0	0	24
Red de riego	0	0	0	0	12	1	0	13	12	1	0	13
Total	0	1	0	1	36	2	0	38	36	3	0	39
Cantidad de estructuras									39			

De acuerdo al caudal máximo de operación las estructuras de medición proyectadas se encuentran en los rangos que se indican en el Cuadro N° 03.

Cuadro N° 03
Cantidad de medidores de agua según su rango de caudal

Rango de caudal	N° de Medidores
Menores o igual 100 l/s	8
Mayores a 100 l/s y menores o igual a 200 l/s	7
Mayores a 200 l/s y menores o igual a 500 l/s	9
Mayores a 500 l/s y menores o igual 1m ³ /s	7
Mayores a 1 m ³ /s y menores o igual a 4 m ³ /s	5
No hay data por canal afectado por el fenómeno de niño	2
Total	38

Los resultados del diagnóstico, respecto al requerimiento de trabajo en los medidores existentes (mejoramiento y rehabilitación) y proyectadas (nuevas), se muestran en el cuadro N° 04.

Los medidores proyectados son del tipo RBC, seleccionados principalmente por que se adecúan a la sección de los canales existentes, por su facilidad en la construcción, precisión de la medición (2%-3%), diseño mediante un software (WinFlume), que permite a su vez, rediseñar la estructura según las dimensiones construidas, solamente variando el diseño de la regla limnimétrica.

Existe un único caso de medidor en bocatoma, en la cual actualmente existe un medidor Parshall, el cual requiere una mejora con la finalidad de proponer también su automatización con transmisión de la información en tiempo real.

Cuadro N° 04.- Ubicación y estado de los medidores de agua existentes

Ubicación	Medidores - Ubicación y Estado- S.Hidráulico Lurín					
	Existentes				Proyectadas	Total
	Aptas	Por mejorar	Por rehabilitar	Total		
Bocatoma	0	1	0	1	1	2
Captación	0	0	0	0	24	24
Red de riego	0	0	0	0	13	13
Total	0	1	0	1	38	39
Cantidad de Estructuras						39

En todos los casos se recomendó automatizar cada uno de los medidores, con la finalidad de contar con registros continuos.

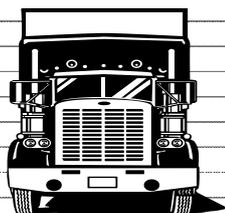
También se apreció que la conformación de los bloques de riego no ha sido utilizada por el operador, como parte de su planificación de las diferentes actividades que puede realizar en su ámbito, tal como el plan de cultivo y riego, hidrometría, distribución, etc. y por otra parte tampoco ha sido objeto de insistencia en esta utilización, por parte de los órganos de control del estado.

La principal lección aprendida fue que una estructura de medición debe ser construida en forma conjunta con la construcción del canal, con la finalidad de que esté adecuadamente ubicada.

Anexo B

Planillas de metrados-Aforador Parshall

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Obras provisionales						
1.1 Movilización y desmovilización de equipo						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	GLOBAL	CANTIDAD		PARCIAL	TOTAL
					glb	glb
	CIENEGUILLA	1.00				1.00
	PAN DE AZUCAR	1.00				1.00
	TOLEDO	1.00				1.00
	VENTUROSA	1.00				1.00
	MOLINO	1.00				1.00
	MOLLE BAJO	1.00				1.00



Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Obras provisionales						
1.02 Campamento Provisional de Obra						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES (m)		PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	ANCHO	m2	m2
	CIENEGUILLA		4.00	4.00		16.00
	PAN DE AZUCAR		4.00	4.00		16.00
	TOLEDO		4.00	3.00		12.00
	VENTUROSA		4.00	3.00		12.00
	MOLINO		4.00	3.00		12.00
	MOLLE BAJO		4.00	2.50		10.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Trabajos preliminares						
2.01 Trazo, Nivelación y Replanteo						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES (m)		PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	ANCHO	m2	m2
	CIENEGUILLA		5.036	3.716	18.71	18.71
	PAN DE AZUCAR		5.158	2.25	11.61	11.61
	TOLEDO		5.076	2.62	13.31	13.31
	VENTUROSA		5.040	2.62	13.21	13.21
	MOLINO		4.838	2.25	10.89	10.89
	MOLLE BAJO		5.561	1.89	10.53	10.53

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Trabajos preliminares						
2.02 Limpieza y desbroce manual						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES (m)		PARCIAL m ²	TOTAL m ²
			LONGITUD m	DISTANCIA m		
	CIENEGUILLA		5.036	10	50.36	50.36
	PAN DE AZÚCAR		4.838	10.00	48.38	48.38
	TOLEDO		5.076	10.00	50.76	50.76
	VENTUROSA		5.040	10.00	50.40	50.40
	MOLINO		4.838	10.00	48.38	48.38
	MOLLE BAJO		5.561	10.00	55.61	55.61

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Trabajos preliminares						
2.03 Demolición de estructuras						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANT.	ANCHO	ALTURA	TOTAL
				m	m	m ³
	Estructuras:					
	CIENEGUILLA					4.43
	caanal revestido rectangular (b=2.0 m, H=1.20 m, e=0.20 m)	5.036	1			
	Losa de fondo	5.036	1	2	0.2	2.01
	Muros	5.036	2	0.2	1.2	2.42
	PAN DE AZÚCAR					4.36
	caanal revestido trapecial (b=1.0 m, H=1.10 m, z=1, e=0.075 m)	5.158				
	Losa de fondo	5.158	1.00	1.00	0.20	1.03
	Muros	5.158	2.00	0.20	1.61	3.33
	TOLEDO					2.92
	canal revestido trapecial (b=0.80 m, H=1.10 m, z=0.307, e=0.075 m)	5.076				
	Losa de fondo	5.076	1.00	0.80	0.20	0.81
	Muros	5.076	2	0.2	1.04	2.11
	VENTUROSA					3.29
	canal revestido rectangular (b=1.0 m, H=1.23 m, e=0.20 m)					
	Losa de fondo	5.04	1	0.8	0.2	0.81
	Muros	5.04	2	0.2	1.23	2.48
	MOLINO					2.79
	canal revestido rectangular (b=0.70m, H=1.09 m, e=0.20 m)					
	Losa de fondo	4.838	1	0.7	0.2	0.68
	Muros	4.838	2	0.2	1.09	2.11
	MOLLE BAJO					2.87
	canal revestido rectangular (b=0.40 m, H=1.10 m, e=0.20 m)	5.561				
	Losa de fondo	5.561	1	0.4	0.2	0.44
	Muros	5.561	2	0.2	1.09	2.42

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Movimiento de tierras							
3.01 Excavación manual para estructuras en material suelto							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Longitud (m)	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m3	TOTAL m3
			base mayor	base menor	altura		
	CIENEGUILLA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.0	1.350	0.60	1.5	1.46	14.73
	A ambos lados del canal						
	PAN DE AZUCAR						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.2	1.250	0.60	1.3	1.20	12.40
	A ambos lados del canal						
	TOLEDO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.1	1.250	0.60	1.3	1.20	12.21
	A ambos lados del canal						
	VENTUROSA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.0	1.250	0.60	1.3	1.20	12.12
	A ambos lados del canal						
	MOLINO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	4.8	1.250	0.60	1.3	1.20	11.64
	A ambos lados del canal						
	MOLLE BAJO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.6	1.250	0.60	1.3	1.20	13.37
	A ambos lados del canal						

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Movimiento de tierras							
3.02 Relleno compactado para estructuras							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Longitud (m)	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m3	TOTAL m3
			base mayor	base menor	altura		
	CIENEGUILLA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.0	1.350	0.60	1.5	1.46	14.73
	A ambos lados del canal						
	PAN DE AZUCAR						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.2	1.250	0.60	1.3	1.20	12.40
	A ambos lados del canal						
	TOLEDO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.1	1.250	0.60	1.3	1.20	12.21
	A ambos lados del canal						
	VENTUROSA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.0	1.250	0.60	1.3	1.20	12.12
	A ambos lados del canal						
	MOLINO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	4.8	1.250	0.60	1.3	1.20	11.64
	A ambos lados del canal						
	MOLLE BAJO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	5.6	1.250	0.60	1.3	1.20	13.37
	A ambos lados del canal						

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín						
Movimiento de tierras						
3.03 Eliminación de de material excedente, D= 1 Km						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		VOLUMEN CORTE(3.02) m3	factor de esponjamiento	VOLUMEN A ELIMINAR m3	PARCIAL TOTAL
						m3 m3
	CIENEGUILLA		14.73	0.25	3.68	3.68
	PAN DE AZUCAR		12.40	0.25	3.10	3.10
	TOLEDO		12.21	0.25	3.05	3.05
	VENTUROSA		12.12	0.25	3.03	3.03
	MOLINO		11.64	0.25	2.91	2.91
	MOLLE BAJO		13.37	0.25	3.34	3.34
					TOTAL (m3)	19.12

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Obras de concreto							
4.01 Concreto simple f'c=100 kg/cm2 para solado, e=5.0 cm.							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Nº DE VECES	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	PARCIAL	TOTAL
						m2	m2
	CIENEGUILLA						13.42
	Rampa de ingreso		0.90	2.735		2.46	
	Canal Ingreso, tramo convergente		2.09	2.650		5.54	
	Garganta		0.61	2.230		1.36	
	Tramo divergente		0.914	2.38		2.18	
	Canal de salida		0.50	2.465		1.23	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	PAN DE AZÚCAR						11.71
	Rampa de ingreso		0.69	2.970		2.06	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.74	1.980		3.45	
	Garganta		0.61	1.620		0.99	
	Tramo divergente		0.914	1.77		1.62	
	Canal de salida		1.07	2.760		2.94	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	TOLEDO						9.15
	Rampa de ingreso		0.91	1.970		1.79	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.64	1.640		2.69	
	Garganta		0.61	1.310		0.80	
	Tramo divergente		0.914	1.47		1.34	
	Canal de salida		1.07	1.765		1.88	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	VENTUROSA						8.56
	Rampa de ingreso		0.87	1.685		1.47	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.64	1.640		2.69	
	Garganta		0.61	1.310		0.80	
	Tramo divergente		0.914	1.47		1.34	
	Canal de salida		1.07	1.510		1.61	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	MOLINO						6.58
	Rampa de ingreso		0.69	1.355		0.94	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.42	1.310		1.86	
	Garganta		0.61	1.010		0.62	
	Tramo divergente		0.914	1.16		1.06	
	Canal de salida		1.20	1.205		1.45	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	MOLLE BAJO						5.99
	Rampa de ingreso		0.69	1.020		0.71	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.35	0.975		1.31	
	Garganta		0.61	0.710		0.43	
	Tramo divergente		0.914	0.86		0.78	
	Canal de salida		2.00	1.055		2.11	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Obras de concreto							
4.02 Concreto armado f'c=280 kg/cm2 para estructuras							
CÓDIGO		Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO/ ESPESOR	PARCIAL m3	TOTAL m3
	CIENEGUILLA						5.34
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Rampa de ingreso		0.90	2.735	0.20	0.49	
	Canal Ingreso, tramo convergente		2.09	2.650	0.20	1.11	
	Garganta		0.61	2.230	0.20	0.27	
	Tramo divergente		0.914	2.38	0.20	0.44	
	Canal de salida		0.50	2.465	0.20	0.25	
	UÑAS						
	Ingreso		2.40	0.20	0.20	0.10	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Rampa de ingreso	2.00	0.90	1.054	0.20	0.38	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	2.09	0.914	0.20	0.76	
	Garganta	2.00	0.61	1.054	0.20	0.26	
	Tramo divergente	2.00	0.914	1.117	0.20	0.41	
	Canal de salida	2.00	0.50	1.201	0.20	0.24	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.19	0.200	0.20	0.10	
	Salida	2.00	1.20	0.200	0.20	0.10	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo		1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros		2.00	1.114	0.15	0.33	
	PAN DE AZUCAR						5.15
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Rampa de ingreso		0.69	2.970	0.20	0.41	
	Canal Ingreso, tramo convergente		1.74	1.980	0.20	0.69	
	Garganta		0.61	1.620	0.20	0.20	
	Tramo divergente		0.914	1.77	0.20	0.32	
	Canal de salida		1.07	2.760	0.20	0.59	
	UÑAS						
	Ingreso y salida	2.00	3.80	0.20	0.20	0.30	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Rampa de ingreso	2.00	0.69	1.007	0.20	0.28	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.74	0.914	0.20	0.64	
	Garganta	2.00	0.61	1.029	0.20	0.25	
	Tramo divergente	2.00	0.914	1.067	0.20	0.39	
	Canal de salida	2.00	1.07	1.102	0.20	0.47	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.10	0.200	0.20	0.09	
	Salida	2.00	1.10	0.200	0.20	0.09	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo		1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros		2.00	1.114	0.15	0.33	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Obras de concreto							
4.03 Encofrado							
CÓDIGO		Nº DE VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO/ ESPESOR	PARCIAL m2	TOTAL m2
	CIENEGUILLA						23.62
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho		Area	
	Rampa de ingreso	2.00	0.90	0.250		0.45	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	2.09	0.250		1.05	
	Garganta	2.00	0.61	0.250		0.31	
	Tramo divergente	2.00	0.914	0.250		0.46	
	Canal de salida	2.00	0.50	0.250		0.25	
	UÑAS						
	Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20		0.16	
	Tapas entrada y salida	2.00	2.80	0.40		2.24	
	MUROS		Largo	Ancho		Volumen	
	Rampa de ingreso	2.00	0.90	1.054		1.90	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	2.09	0.914		3.82	
	Garganta	2.00	0.61	1.054		1.29	
	Tramo divergente	2.00	0.914	1.117		2.04	
	Canal de salida	2.00	0.50	1.201		1.20	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.14	0.600		1.37	
	Salida	2.00	1.14	0.600		1.37	
	Poza tranquilizadora						
	Losas de fondo	1.00	2.30	0.150		0.35	
	Muros	2.00	2.00	1.340		5.36	
	PAN DE AZUCAR						23.55
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho		Area	
	Rampa de ingreso	2.00	0.69	0.250		0.35	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.74	0.250		0.87	
	Garganta	2.00	0.61	0.250		0.31	
	Tramo divergente	2.00	0.914	0.250		0.46	
	Canal de salida	2.00	1.07	0.250		0.53	
	UÑAS						
	Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20		0.16	
	Tapas entrada y salida	2.00	4.00	0.40		3.20	
	MUROS		Largo	Ancho		Area	
	Rampa de ingreso	2.00	0.69	1.007		1.39	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.74	0.914		3.18	
	Garganta	2.00	0.61	1.029		1.25	
	Tramo divergente	2.00	0.914	1.067		1.95	
	Canal de salida	2.00	1.07	1.102		2.35	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.10	0.600		1.32	
	Salida	2.00	1.10	0.600		1.32	
	Poza tranquilizadora						
	Losas de fondo	1.00	2.30	0.150		0.35	
	Muros	2.00	2.00	1.140		4.56	
	TOLEDO						22.46
	LOSA DE FONDO						
	Rampa de ingreso	2.00	0.91	0.250		0.45	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.64	0.250		0.82	
	Garganta	2.00	0.61	0.250		0.31	
	Tramo divergente	2.00	0.914	0.250		0.46	
	Canal de salida	2.00	1.07	0.250		0.53	
	Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20		0.16	
	Tapas entrada y salida	2.00	1.90	0.40		1.52	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Rampa de ingreso	2.00	0.91	1.027		1.87	
	Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.64	0.914		3.00	
	Garganta	2.00	0.61	1.037		1.27	
	Tramo divergente	2.00	0.914	1.075		1.97	
	Canal de salida	2.00	1.07	1.147		2.44	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.14	0.600		1.37	
	Salida	2.00	1.14	0.600		1.37	
	Poza tranquilizadora						
	Losas de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	2.00	2.00	1.114		4.46	

VENTUROSA							22.96
LOSA							
Rampa de ingreso	2.00	0.87	0.250			0.44	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.64	0.250			0.82	
Garganta	2.00	0.61	0.250			0.31	
Tramo divergente	2.00	0.914	0.250			0.46	
Canal de salida	2.00	1.07	0.250			0.53	
UÑAS							
Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20			0.16	
Tapas entrada y salida	2.00	1.80	0.40			1.44	
MUROS							
		Largo	Ancho		Area		
Rampa de ingreso	2.00	0.87	1.072			1.87	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.64	0.914			3.00	
Garganta	2.00	0.61	1.127			1.37	
Tramo divergente	2.00	0.914	1.125			2.06	
Canal de salida	2.00	1.07	1.240			2.64	
UÑAS							
Ingreso	2.00	1.23	0.600			1.48	
Salida	2.00	1.23	0.600			1.48	
Poza tranquilizadora							
Losa de fondo	1.00	2.30	0.200			0.46	
Muros	2.00	2.00	1.110			4.44	
MOLINO							21.52
LOSA							
Rampa de ingreso	2.00	0.69	0.250			0.35	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.42	0.250			0.71	
Garganta	2.00	0.61	0.250			0.31	
Tramo divergente	2.00	0.914	0.250			0.46	
Canal de salida	2.00	1.20	0.250			0.60	
UÑAS							
Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20			0.16	
Tapas entrada y salida	2.00	1.80	0.40			1.44	
MUROS							
		Largo	Ancho	Espesor	Volumen		
Rampa de ingreso	2.00	0.69	1.002			1.39	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.42	0.914			2.60	
Garganta	2.00	0.61	1.032			1.26	
Tramo divergente	2.00	0.914	1.070			1.96	
Canal de salida	2.00	1.20	1.090			2.62	
UÑAS							
Ingreso	2.00	1.10	0.600			1.32	
Salida	2.00	1.10	0.600			1.32	
Poza tranquilizadora							
Losa de fondo	1.00	2.30	0.200			0.46	
Muros	2.00	2.00	1.140			4.56	
MOLLE BAJO							14.76
Rampa de ingreso	2.00	0.69	0.250			0.17	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.35	0.250			0.34	
Garganta	2.00	0.61	0.250			0.15	
Tramo divergente	2.00	0.914	0.250			0.23	
Canal de salida	2.00	2.00	0.250			0.50	
UÑAS							
Ingreso y salida	4.00	0.20	0.20			0.16	
Tapas entrada y salida	2.00	1.20	0.40			0.96	
MUROS							
		Largo	Ancho	Espesor	Volumen		
Rampa de ingreso	2.00	0.69	1.002			0.70	
Canal Ingreso, tramo convergente	2.00	1.42	0.914			1.30	
Garganta	2.00	0.61	1.032			0.63	
Tramo divergente	2.00	0.914	1.070			0.98	
Canal de salida	2.00	1.20	1.090			1.31	
UÑAS							
Ingreso	2.00	1.09	0.600			1.31	
Salida	2.00	1.09	0.600			1.31	
Poza tranquilizadora							
Losa de fondo	1.00	2.30	0.150			0.35	
Muros	2.00	2.00	1.090			4.36	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín									
Obras de concreto									
4.04 Acero de refuerzo, f'y=4200 kg/cm2 Grado 60									
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	N° REPET.	N° VECES	DIMENSIÓN	LONGITUD (m)			PESO	TOTAL
				LONGITUD (m)	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	PARCIAL	kg
	CIENEGUILLA								238.85
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	5.04							
		10.81							
	Ancho promedio (ponderado)	2.15							
	Acero longitudinal	1.00	8	6.04		48.29		48.00	
	Acero transversal	1.00	21	2.65		55.57		55.24	
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	5.04							
		5.06							
	Altura promedio (ponderado)	1.01							
	Acero longitudinal	2.00	5	5.04		50.36		50.06	
	Acero transversal	2.00	21	1.51		63.21		62.83	
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96	
	Acero transversal	1.00	6	0.8	4.8			2.69	
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00	9			5.04	
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03	
	PAN DE AZÚCAR								221.24
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	5.16							
		7.91							
	Ancho promedio (ponderado)	1.53							
	Acero longitudinal	1.00	6	6.16		36.95		36.73	
	Acero transversal	1.00	22	2.03		44.73		44.46	
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	5.16							
		5.21							
	Altura promedio (ponderado)	1.01							
	Acero longitudinal	2.00	5	5.16		51.58		51.27	
	Acero transversal	2.00	22	1.51		66.46		66.06	
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96	
	Acero transversal	1.00	6	0.8	4.8			2.69	
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00	9			5.04	
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03	

	TOLEDO							203.51
	Acero en la losa							
	Longitud de la estructura	5.08						
		6.36						
	Ancho promedio (ponderado)	1.25						
	Acero longitudinal	1.00	5	6.08		30.38		30.20
	Acero transversal	1.00	21	1.75		36.83		36.60
	Acero en los muros							
	Longitud de la estructura	5.08						
		5.19						
	Altura promedio (ponderado)	1.02						
	Acero longitudinal	2.00	5	5.08		50.76		50.46
	Acero transversal	2.00	21	1.52		63.91		63.53
	Acero en la poza tranquilizadora							
	Losa							
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8	4.8			2.69
	Muros							
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00	9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03
	VENTUROSA							200.58
	Acero en la losa							
	Longitud de la estructura	5.04						
		5.81						
	Ancho promedio (ponderado)	1.15						
	Acero longitudinal	1.00	5	6.04		30.20		30.02
	Acero transversal	1.00	21	1.65		34.69		34.48
	Acero en los muros							
	Longitud de la estructura	5.04						
		5.12						
	Altura promedio (ponderado)	1.02						
	Acero longitudinal	2.00	5	5.04		50.40		50.10
	Acero transversal	2.00	21	1.52		63.64		63.26
	Acero en la poza tranquilizadora							
	Losa							
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8	4.8			2.69
	Muros							
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00	9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Varios							
5.01 Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Nro veces	LONGITUD (m)	Ancho (m)	Altura (m)	PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA			2.670	1.01	4.08	7.85
				2.130	1.24	3.77	
	PAN DE AZUCAR			1.922	0.91	3.24	5.96
				1.220	1.10	2.72	
	TOLEDO			1.570	0.91	2.88	5.64
				1.220	1.14	2.76	
	VENTUROSA			1.570	0.91	2.88	5.72
				1.210	1.23	2.84	
	MOLINO			1.210	0.91	2.52	4.93
				0.914	1.09	2.40	
	MOLLE BAJO			0.840	0.91	2.15	4.26
				0.610	1.10	2.11	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Varios							
5.02 Protección de aristas en mediores con perfiles L 2"X2"X1/4"							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		LONGITUD (m)			PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA		6.63				6.63
	PAN DE AZUCAR		4.73				4.73
	TOLEDO		3.70				3.70
	VENTUROSA		3.70				3.70
	MOLINO		2.73				2.73
	MOLLE BAJO		1.76				1.76

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín							
Varios							
5.03 Suministro e instalación de regla graduada							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD (m)			PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA		0.75				0.75
	PAN DE AZUCAR		0.65				0.65
	TOLEDO		0.55				0.55
	VENTUROSA		0.55				0.55
	MOLINO		0.55				0.55
	MOLLE BAJO		0.45				0.45

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín

Varios

6.01 Restitución de área de preparación de concreto

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	PARCIAL	TOTAL
	CIENEGUILLA	30.00		30.00
	PAN DE AZUCAR	30.00		30.00
	TOLEDO	30.00		30.00
	VENTUROSA	30.00		30.00
	MOLINO	30.00		30.00
	MOLLE BAJO	30.00		30.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín

Varios

6.02 Limpieza de Area de Campamento y Patio de Maquinas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES		PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA		
			m	m		
	CIENEGUILLA		6.00	5.00	30.00	30.00
	PAN DE AZUCAR		6.00	5.00	30.00	30.00
	TOLEDO		6.00	5.00	30.00	30.00
	VENTUROSA		5.00	4.00	20.00	20.00
	MOLINO		4.00	4.00	16.00	16.00
	MOLLE BAJO		4.00	4.00	16.00	16.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín

Varios

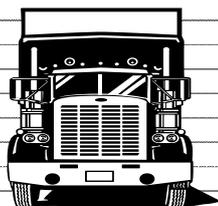
6.03 Revegetación de Areas Afectadas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES		PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA		
			m	m		
	CIENEGUILLA		5.00	4.00	40.00	40.00
	PAN DE AZUCAR		5.00	4.00	40.00	40.00
	TOLEDO		5.00	4.00	40.00	40.00
	VENTUROSA		5.00	4.00	40.00	40.00
	MOLINO		5.00	4.00	40.00	40.00
	MOLLE BAJO		5.00	4.00	40.00	40.00

Anexo C

Planillas de metrados- Aforador de garganta larga (RBC)

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC						
Obras provisionales						
1.01 Movilización y desmovilización de equipo						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	GLOBAL	CANTIDAD		PARCIAL	TOTAL
					glb	glb
	CIENEGUILLA	1.00				1.00
	PAN DE AZUCAR	1.00				1.00
	TOLEDO	1.00				1.00
	VENTUROSA	1.00				1.00
	MOLINO	1.00				1.00
	MOLLE BAJO	1.00				1.00



Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Obras provisionales							
1.02 Campamento Provisional de Obra							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA		m2	m2
	CIENEGUILLA	20.00					16.00
	PAN DE AZUCAR						16.00
	TOLEDO						12.00
	VENTUROSA						12.00
	MOLINO						12.00
	MOLLE BAJO						10.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC						
Trabajos preliminares						
2.01 Trazo, Nivelación y Replanteo						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES		PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	ANCHO	m2	m2
	CIENEGUILLA		3.40	3.05	10.37	10.37
	PAN DE AZUCAR		2.50	4.65	11.63	11.63
	TOLEDO		2.70	2.40	6.48	6.48
	VENTUROSA		2.70	2.05	5.54	5.54
	MOLINO		2.40	1.75	4.20	4.20
	MOLLE BAJO		2.30	1.45	3.34	3.34

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Trabajos preliminares							
2.02 Limpieza y desbroce manual							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m ²	TOTAL m ²
			LONGITUD m	ANCHO m			
	CIENEGUILLA		3.40	10		34.00	34.00
	PAN DE AZUCAR		2.500	10.00		25.00	25.00
	TOLEDO		2.700	10.00		27.00	27.00
	VENTUROSA		2.700	10.00		27.00	27.00
	MOLINO		2.400	10.00		24.00	24.00
	MOLLE BAJO		2.300	10.00		23.00	23.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC						
Trabajos preliminares						
2.03 Demolición de estructuras						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANT.	ANCHO	ALTURA	TOTAL
				m	m	m ³
	Estructuras:					
	CIENEGUILLA					2.99
	canal revestido rectangular (b=2.0 m, H=1.20 m, e=0.20 m)	3.4	1			
	Losa de fondo	3.4	1	2	0.2	1.36
	Muros	3.4	2	0.2	1.2	1.63
	PAN DE AZUCAR					0.79
	canal revestido trapecial (b=1.0 m, H=1.10 m, z=1, e=0.075 m)	2.5				
	Losa de fondo	2.5	1.00	1.00	0.08	0.19
	Muros	2.5	2.00	0.08	1.61	0.61
	TOLEDO					0.58
	canal revestido trapecial (b=0.80 m, H=1.10 m, z=0.307, e=0.075 m)	2.7				
	Losa de fondo	2.7	1.00	0.80	0.08	0.16
	Muros	2.7	2	0.075	1.04	0.42
	VENTUROSA					1.76
	canal revestido rectangular (b=1.0 m, H=1.23 m, e=0.20 m)					
	Losa de fondo	2.7	1	0.8	0.2	0.43
	Muros	2.7	2	0.2	1.23	1.33
	MOLINO					1.38
	canal revestido rectangular (b=0.70m, H=1.09 m, e=0.20 m)					
	Losa de fondo	2.4	1	0.7	0.2	0.34
	Muros	2.4	2	0.2	1.09	1.05
	MOLLE BAJO					1.19
	canal revestido rectangular (b=0.40 m, H=1.10 m, e=0.20 m)	2.3				
	Losa de fondo	2.3	1	0.4	0.2	0.18
	Muros	2.3	2	0.2	1.09	1.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Movimiento de tierras							
3.01 Excavación manual para estructuras en material suelto							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Longitud (m)	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m3	TOTAL m3
			base mayor	base menor	altura		
	CIENEGUILLA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	3.4	1.350	0.60	1.5	1.46	9.95
	A ambos lados del canal						
	PAN DE AZUCAR						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.5	1.250	0.60	1.3	1.20	6.01
	A ambos lados del canal						
	TOLEDO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.7	1.250	0.60	1.3	1.20	6.49
	A ambos lados del canal						
	VENTUROSA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.7	1.250	0.60	1.3	1.20	6.49
	A ambos lados del canal						
	MOLINO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.4	1.250	0.60	1.3	1.20	5.77
	A ambos lados del canal						
	MOLLE BAJO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.3	1.250	0.60	1.3	1.20	5.53
	A ambos lados del canal						

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Movimiento de tierras							
3.02 Relleno compactado para estructuras							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Longitud (m)	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m3	TOTAL m3
			base mayor	base menor	altura		
	CIENEGUILLA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	3.4	1.350	0.60	1.5	1.46	9.95
	A ambos lados del canal						
	PAN DE AZUCAR						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.5	1.250	0.60	1.3	1.20	6.01
	A ambos lados del canal						
	TOLEDO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.7	1.250	0.60	1.3	1.20	6.49
	A ambos lados del canal						
	VENTUROSA						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.7	1.250	0.60	1.3	1.20	6.49
	A ambos lados del canal						
	MOLINO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.4	1.250	0.60	1.3	1.20	5.77
	A ambos lados del canal						
	MOLLE BAJO						
	De acuerdo a la línea de corte, talud z=0.5	2.3	1.250	0.60	1.3	1.20	5.53
	A ambos lados del canal						

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Movimiento de tierras							
3.03 Eliminación de de material excedente, D= 1 Km							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		VOLUMEN CORTE(3.02) m3	factor de esponjamiento	VOLUMEN A ELIMINAR m3	PARCIAL m3	TOTAL m3
	CIENEGUILLA		9.95	0.25	2.49		2.49
	PAN DE AZUCAR		6.01	0.25	1.50		1.50
	TOLEDO		6.49	0.25	1.62		1.62
	VENTUROSA		6.49	0.25	1.62		1.62
	MOLINO		5.77	0.25	1.44		1.44
	MOLLE BAJO		5.53	0.25	1.38		1.38

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Obras de concreto							
4.01 Concreto simple f'c=100 kg/cm2 para solado, e=5.0 cm.							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Nº DE VECES	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	PARCIAL m2	TOTAL m2
	CIENEGUILLA						8.81
	Canal de aproximación		1.7	2.4		4.08	
	Rampa de ingreso		0.50	2.400		1.2	
	Sección de control		1.20	2.400		2.88	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	PAN DE AZÚCAR						3.15
	Canal de aproximación		1.20	1.000		1.20	
	Rampa de ingreso		0.50	1.000		0.50	
	Sección de control		0.80	1.000		0.80	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	TOLEDO						3.35
	Canal de aproximación		1.20	1.000		1.20	
	Rampa de ingreso		0.70	1.000		0.70	
	Sección de control		0.80	1.000		0.80	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	VENTUROSA						3.72
	Canal de aproximación		1.20	1.400		1.68	
	Rampa de ingreso		0.70	0.950		0.67	
	Sección de control		0.80	0.900		0.72	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	MOLINO						3.30
	Canal de aproximación		1.10	1.100		1.21	
	Rampa de ingreso		0.55	1.100		0.61	
	Sección de control		0.75	1.100		0.83	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	
	MOLLE BAJO						2.49
	Canal de aproximación		1.10	0.800		0.88	
	Rampa de ingreso		0.60	0.800		0.48	
	Sección de control		0.60	0.800		0.48	
	Poza tranquilizadora		1.00	0.650		0.65	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Obras de concreto							
4.02 Concreto armado f'c=280 kg/cm2 para estructuras							
CÓDIGO		Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO/ ESPESOR	PARCIAL m3	TOTAL m3
	CIENEGUILLA						3.54
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.7	2.400	0.20	0.82	
	Rampa de ingreso		0.50	2.400	0.20	0.24	
	Sección de control		1.20	2.400	0.20	0.58	
	Mochetas	3.00	0.20	0.200	0.20	0.02	
	UÑAS						
	Ingreso		2.60	0.20	0.20	0.10	
	Salida		2.80	0.20	0.20	0.11	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.7	0.900	0.20	0.61	
	Rampa de ingreso	2.00	0.50	0.825	0.20	0.17	
	Sección de control	2.00	1.20	0.750	0.20	0.36	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	0.90	0.200	0.20	0.07	
	Salida	2.00	0.90	0.200	0.20	0.07	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros	1.00	2.00	0.950	0.15	0.29	
	PAN DE AZUCAR						2.98
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.2	1.000	0.20	0.24	
	Rampa de ingreso		0.50	1.200	0.20	0.12	
	Sección de control		0.80	1.400	0.20	0.22	
	Mochetas	3.00	0.20	0.200	0.20	0.02	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.00	0.20	0.20	0.04	
	Salida	2.00	1.00	0.20	0.20	0.04	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.84	1.200	0.20	0.88	
	Rampa de ingreso	2.00	1.70	0.500	0.20	0.34	
	Sección de control	2.00	1.56	0.800	0.20	0.50	
	UÑAS						
	Ingreso	1.00	1.84	0.200	0.20	0.07	
	Salida	2.00	1.56	0.200	0.20	0.12	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros	1.00	2.00	0.950	0.15	0.29	
	TOLEDO						1.92
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.20	0.800	0.20	0.19	
	Rampa de ingreso		0.70	0.875	0.20	0.12	
	Sección de control		0.80	0.950	0.20	0.15	
	Mochetas	3.00	0.20	0.200	0.20	0.02	
	UÑAS						
	Ingreso		0.80	0.20	0.20	0.03	
	Salida		0.80	0.20	0.20	0.03	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	0.936	1.200	0.20	0.45	
	Rampa de ingreso	2.00	0.81	0.700	0.20	0.23	
	Sección de control	2.00	0.68	0.800	0.20	0.22	
	UÑAS						
	Ingreso	1.00	0.94	0.200	0.20	0.04	
	Salida	2.00	0.68	0.200	0.20	0.05	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros	1.00	2.00	0.950	0.15	0.29	

VENTUROSA							2.36
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.20	1.400	0.20	0.34	
	Rampa de ingreso		0.70	0.950	0.20	0.13	
	Sección de control		0.80	1.300	0.20	0.21	
	Rampa de salida		0.96	0.950	0.20	0.18	
UÑAS							
	Ingreso		1.60	0.20	0.20	0.06	
	Salida		1.80	0.20	0.20	0.07	
	Mochetas	3.00	0.20	0.200	0.20	0.02	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.200	0.700	0.20	0.34	
	Rampa de ingreso	2.00	0.700	0.620	0.20	0.17	
	Sección de control	2.00	0.800	0.540	0.20	0.17	
	Rampa de salida	2.00	0.950	0.620	0.20	0.12	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.94	0.200	0.20	0.04	
	Salida	2.00	0.68	0.200	0.20	0.05	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros	1.00	2.00	0.900	0.20	0.36	
MOLINO							1.74
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.10	1.100	0.20	0.24	
	Rampa de ingreso		0.55	1.100	0.20	0.12	
	Sección de control		0.75	1.100	0.20	0.17	
	Mochetas	3.00	0.20	0.200	0.20	0.02	
UÑAS							
	Ingreso		1.10	0.20	0.20	0.04	
	Salida		1.10	0.20	0.20	0.04	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.100	0.800	0.20	0.35	
	Rampa de ingreso	2.00	0.550	0.715	0.20	0.16	
	Sección de control	2.00	0.750	0.630	0.20	0.19	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.80	0.200	0.20	0.03	
	Salida	2.00	0.63	0.200	0.20	0.05	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	1.00	0.650	0.15	0.10	
	Muros	1.00	2.00	0.750	0.15	0.23	
MOLLE BAJO							1.45
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación		1.10	0.800	0.20	0.18	
	Rampa de ingreso		0.60	0.800	0.20	0.10	
	Sección de control		0.60	0.800	0.20	0.10	
UÑAS							
	Ingreso		0.80	0.20	0.20	0.03	
	Salida		0.80	0.20	0.20	0.03	
	Mochetas	3.00	0.20	0.20	0.20	0.02	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.100	0.700	0.20	0.31	
	Rampa de ingreso	2.00	0.600	0.625	0.20	0.15	
	Sección de control	2.00	0.600	0.550	0.20	0.13	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.70	0.200	0.20	0.03	
	Salida	2.00	0.70	0.200	0.20	0.06	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	0.65	1.000	0.15	0.10	
	Muros	1.00	0.70	2.000	0.15	0.21	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Obras de concreto							
4.03 Encofrado							
CÓDIGO		Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTO/ ESPESOR	PARCIAL m2	TOTAL m2
	CIENEGUILLA						16.59
	LOSA DE FONDO		Largo			Area	
	Canal de aproximación	2.00	1.7		0.20	0.68	
	Rampa de ingreso	2.00	0.50		0.20	0.20	
	Sección de control	2.00	1.20		0.20	0.48	
	Mochetas	3.00	0.60		0.20	0.36	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	2.60		0.20	1.04	
	Salida	2.00	2.80		0.20	1.12	
	MUROS		Largo	Ancho		Area	
	Canal de aproximación	2.00	1.7	0.900		3.06	
	Rampa de ingreso	2.00	0.50	0.825		0.83	
	Sección de control	2.00	1.20	0.750		1.80	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	0.90	0.600		1.08	
	Salida	2.00	0.90	0.600		1.08	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	1.100		2.53	
		1.00	1.70	1.100		1.87	
	PAN DE AZUCAR						17.15
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.2		0.20	0.48	
	Rampa de ingreso	2.00	0.50		0.20	0.20	
	Sección de control	2.00	0.80		0.20	0.32	
	Mochetas	3.00	0.60		0.20	0.36	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.00	0.20		0.40	
	Salida	2.00	1.00	0.20		0.40	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.84	1.200		4.41	
	Rampa de ingreso	2.00	1.70	0.500		1.70	
	Sección de control	2.00	1.56	0.800		2.49	
	UÑAS						
	Ingreso	1.00	0.85	0.600		0.51	
	Salida	2.00	0.85	0.600		1.02	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	1.100		2.53	
		1.00	1.70	1.100		1.87	
	TOLEDO						13.83
	LOSA DE FONDO		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.20		0.20	0.48	
	Rampa de ingreso	2.00	0.70		0.20	0.28	
	Sección de control	2.00	0.80		0.20	0.32	
	Mochetas	3.00	0.60		0.20	0.36	
	UÑAS						
	Ingreso	2.00	1.40	0.20		0.00	
	Salida	2.00	1.60	0.20		0.00	
	MUROS		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	0.936	1.200		2.25	
	Rampa de ingreso	2.00	0.81	0.700		1.13	
	Sección de control	2.00	0.68	0.800		1.08	
	UÑAS						
	Ingreso	1.00	0.90	0.600		0.54	
	Salida	1.00	2.30	1.100		2.53	
	Poza tranquilizadora						
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	1.100		2.53	
		1.00	1.70	1.100		1.87	

VENTUROSA							11.49
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.20		0.20	0.48	
	Rampa de ingreso	2.00	0.70		0.20	0.28	
	Sección de control	2.00	0.80		0.20	0.32	
	Rampa de salida	2.00	0.96		0.20	0.38	
UÑAS							
	Ingreso	2.00	1.60	0.20		0.00	
	Salida	2.00	1.80	0.20		0.00	
	Mochetas	3.00	0.60	0.200		0.00	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.200	0.700		1.68	
	Rampa de ingreso	2.00	0.700	0.620		0.87	
	Sección de control	2.00	0.800	0.540		0.86	
	Rampa de salida	2.00	0.950	0.620		1.18	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.94	0.600		0.56	
	Salida	2.00	0.68	0.600		0.82	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	0.900		2.07	
		1.00	1.70	0.900		1.53	
MOLINO							10.23
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.10		0.20	0.44	
	Rampa de ingreso	2.00	0.55		0.20	0.22	
	Sección de control	2.00	0.75		0.20	0.30	
	Mochetas	3.00	0.60		0.20	0.36	
UÑAS							
	Ingreso	2.00	1.50	0.20		0.60	
	Salida	2.00	1.70	0.20		0.68	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.100	0.800		1.76	
	Rampa de ingreso	2.00	0.550	0.715		0.79	
	Sección de control	2.00	0.750	0.630		0.95	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.80	0.200	0.20	0.03	
	Salida	2.00	0.63	0.200	0.20	0.05	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	0.900		2.07	
		1.00	1.70	0.900		1.53	
MOLLE BAJO							7.45
LOSA DE FONDO							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.10		0.20	0.44	
	Rampa de ingreso	2.00	0.60		0.20	0.24	
	Sección de control	2.00	0.60		0.20	0.24	
UÑAS							
	Ingreso	2.00	0.80	0.20		0.32	
	Salida	2.00	0.80	0.20		0.32	
	Mochetas	3.00	0.60	0.20		0.36	
MUROS							
			Largo	Ancho	Espesor	Volumen	
	Canal de aproximación	2.00	1.100	0.500		1.10	
	Rampa de ingreso	2.00	0.600	0.425		0.51	
	Sección de control	2.00	0.600	0.350		0.42	
UÑAS							
	Ingreso	1.00	0.50	0.200		0.10	
	Salida	2.00	0.35	0.200		0.14	
Poza tranquilizadora							
	Losa de fondo	1.00	2.30	0.200		0.46	
	Muros	1.00	2.30	0.700		1.61	
		1.00	1.70	0.700		1.19	

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC										
Obras de concreto										
4.04 Acero de refuerzo, f'y=4200 kg/cm2 Grado 60										
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	N° REPET.	N° VECES	DIMENSIÓN	LONGITUD			PESO	TOTAL	
				LONGITUD	Ø 3/8"	Ø 1/2"	Ø 5/8"	PARCIAL	kg	
	CIENEGUILLA									236.68
	Acero en la losa									
	Longitud de la estructura	3.40								
		10.81								
	Ancho promedio (ponderado)	3.18								
	Acero longitudinal	1.00	12	4.40		52.80		52.48		
	Acero transversal	1.00	15	3.68		55.19		54.86		
	Acero en los muros									
	Longitud de la estructura	3.40								
		5.06								
	Altura promedio (ponderado)	1.49								
	Acero longitudinal	2.00	7	3.40		47.60		47.31		
	Acero transversal	2.00	15	1.99		59.66		59.30		
	Acero en la poza tranquilizadora									
	Losa									
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96		
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8		2.69		
	Muros									
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9		5.04		
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03		
	PAN DE AZÚCAR									205.78
	Acero en la losa									
	Longitud de la estructura	2.50								
		7.91								
	Ancho promedio (ponderado)	3.16								
	Acero longitudinal	1.00	12	3.50		42.00		41.75		
	Acero transversal	1.00	11	3.66		40.30		40.06		
	Acero en los muros									
	Longitud de la estructura	2.50								
		5.21								
	Altura promedio (ponderado)	2.08								
	Acero longitudinal	2.00	9	2.50		45.00		44.73		
	Acero transversal	2.00	11	2.58		56.86		56.52		
	Acero en la poza tranquilizadora									
	Losa									
	Acero longitudinal	1.00	6	1		6		5.96		
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8		2.69		
	Muros									
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9		5.04		
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514		9.08		9.03		

	TOLEDO								195.96
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	2.70							
		6.36							
	Ancho promedio (ponderado)	2.36							
	Acero longitudinal	1.00	9	3.70			33.30		33.10
	Acero transversal	1.00	12	2.86			34.28		34.08
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	2.70							
		5.19							
	Altura promedio (ponderado)	1.92							
	Acero longitudinal	2.00	9	2.70			48.60		48.31
	Acero transversal	2.00	12	2.42			58.10		57.75
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1			6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8			2.69
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514			9.08		9.03
	VENTUROSA								189.20
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	2.70							
		5.81							
	Ancho promedio (ponderado)	2.15							
	Acero longitudinal	1.00	8	3.70			29.60		29.42
	Acero transversal	1.00	12	2.65			31.80		31.61
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	2.70							
		5.12							
	Altura promedio (ponderado)	1.90							
	Acero longitudinal	2.00	9	2.70			48.60		48.31
	Acero transversal	2.00	12	2.40			57.48		57.14
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1			6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8			2.69
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514			9.08		9.03

	MOLINO								168.60
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	2.40							
		3.99							
	Ancho promedio (ponderado)	1.66							
	Acero longitudinal	1.00	7	3.40			23.80		23.66
	Acero transversal	1.00	11	2.16			23.80		23.65
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	2.40							
		4.90							
	Altura promedio (ponderado)	2.04							
	Acero longitudinal	2.00	9	2.40			43.20		42.94
	Acero transversal	2.00	11	2.54			55.96		55.62
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1			6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8			2.69
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514			9.08		9.03
	MOLLE BAJO								146.55
	Acero en la losa								
	Longitud de la estructura	2.30							
		2.81							
	Ancho promedio (ponderado)	1.22							
	Acero longitudinal	1.00	5	3.30			16.50		16.40
	Acero transversal	1.00	10	1.72			17.23		17.13
	Acero en los muros								
	Longitud de la estructura	2.30							
		4.54							
	Altura promedio (ponderado)	1.97							
	Acero longitudinal	2.00	9	2.30			41.40		41.15
	Acero transversal	2.00	10	2.47			49.45		49.15
	Acero en la poza tranquilizadora								
	Losa								
	Acero longitudinal	1.00	6	1			6		5.96
	Acero transversal	1.00	6	0.8		4.8			2.69
	Muros								
	Acero longitudinal	4.00	9.00	1.00		9			5.04
	Acero transversal	4.00	6.00	1.514			9.08		9.03

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Obras de concreto							
4.05 Puente de adherencia							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES (m)			PARCIAL m ²	TOTAL m ²
			LONGITUD	ANCHO	Núm. De veces		
			m	m			
	CIENEGUILLA		3.70	0.2	4	2.96	2.96
	PAN DE AZUCAR		4.680	0.20	2	1.87	1.87
	TOLEDO		2.680	0.20	2	1.07	1.07
	VENTUROSA		2.400	0.20	2	0.96	0.96
	MOLINO		2.300	0.20	2	0.92	0.92
	MOLLE BAJO		1.400	0.20	2	0.56	0.56

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Varios							
5.01 Protección de aristas en medidores con perfiles L 2"X2"X1/4"							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	LONGITUD (m)	ANCHO	Núm. De veces	PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA		4.00				4.00
	PAN DE AZUCAR		2.80				2.80
	TOLEDO		1.90				1.90
	VENTUROSA		1.80				1.80
	MOLINO		1.40				1.40
	MOLLE BAJO		0.80				0.80

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Varios							
5.02 Suministro e instalación de regla graduada							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CANTIDAD (m)	ANCHO	Núm. De veces	PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA		0.75				0.75
	PAN DE AZUCAR		0.65				0.65
	TOLEDO		0.55				0.55
	VENTUROSA		0.55				0.55
	MOLINO		0.55				0.55
	MOLLE BAJO		0.45				0.45

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Varios							
6.01 Restitución de área de preparación de concreto							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		LONGITUD (m)			PARCIAL	TOTAL
						m	m
	CIENEGUILLA		30.00				30.00
	PAN DE AZUCAR		30.00				30.00
	TOLEDO		30.00				30.00
	VENTUROSA		30.00				30.00
	MOLINO		30.00				30.00
	MOLLE BAJO		30.00				30.00

Estructuras de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín-RBC							
Vario							
6.02 Limpieza de Area de Campamento y Patio de Maquinas							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA			
			m	m		m2	m2
	CIENEGUILLA		6.00	5.00		30.00	30.00
	PAN DE AZUCAR		6.00	5.00		30.00	30.00
	TOLEDO		6.00	5.00		30.00	30.00
	VENTUROSA		5.00	4.00		20.00	20.00
	MOLINO		4.00	4.00		16.00	16.00
	MOLLE BAJO		4.00	4.00		16.00	16.00

ESTRUCTURAS DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÀULICO MENOR LURÌN-RBC							
VARIOS							
6.02 Limpieza de Area de Campamento y Patio de Maquinas							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA			
			m	m		m2	m2
	CIENEGUILLA		6.00	5.00		30.00	30.00
	PAN DE AZUCAR		6.00	5.00		30.00	30.00
	TOLEDO		6.00	5.00		30.00	30.00
	VENTUROSA		5.00	4.00		20.00	20.00
	MOLINO		4.00	4.00		16.00	16.00
	MOLLE BAJO		4.00	4.00		16.00	16.00

ESTRUCTURAS DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÀULICO MENOR LURÌN-RBC							
VARIOS							
6.03 Revegetación de Areas Afectadas							
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	DIMENSIONES			PARCIAL	TOTAL
			LONGITUD	DISTANCIA			
			m	m		m2	m2
	CIENEGUILLA		5.00	4.00		40.00	40.00
	PAN DE AZUCAR		5.00	4.00		40.00	40.00
	TOLEDO		5.00	4.00		40.00	40.00
	VENTUROSA		5.00	4.00		40.00	40.00
	MOLINO		5.00	4.00		40.00	40.00
	MOLLE BAJO		5.00	4.00		40.00	40.00

2.02		LIMPIEZA Y DESBROCE MANUAL				
m2/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		5.03	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.1000	0.0267	21.88	0.58	
PEON	hh	1.0000	0.2667	15.79	4.21	
						4.79
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.79	0.24	
						0.24
02.03		DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EXISTENTES				
m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		90.15	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	17.52	14.02	
PEON	hh	2.0000	1.6000	15.79	25.26	
						39.28
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	39.28	1.96	
COMPRESORA NEUMATICA 335-375 PCM, 93 HP	hm	0.5000	0.4000	71.35	28.54	
MARTILLO NEUMATICO DE 29 Kg.	hm	1.0000	0.8000	25.46	20.37	
						50.87
03.01		EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO				
m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3		36.71	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.0000	2.6667	15.79	42.11	
						34.96
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	42.11	2.11	
						1.75
03.02		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO				
m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		98.47	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.88	5.83	
PEON	hh	6.0000	1.6000	15.79	25.26	
						31.10
Materiales						
MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO-OBRA	m3		1.2500	45.00	56.25	
AGUA	m3		0.1750	6.78	1.19	
						57.44
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	25.56	1.28	
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.2667	32.45	8.65	
						9.93
3.03		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				
m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3		36.54	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.5000	0.0500	21.88	1.09	
PEON	hh	8.0000	0.8000	15.79	12.63	
						13.73
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	31.10	1.55	
CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	1.0000	0.1000	212.56	21.26	
						22.81

04.01 CONCRETO F'C=100 KG/CM2PARASOLADO e=5.0 CM						
m2/DIA	160.0000	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por : m2		22.13	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0500	21.88	1.09	
OPERARIO	hh	1.0000	0.0500	21.88	1.09	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0500	17.52	0.88	
PEON	hh	5.0000	0.2500	15.79	3.95	
					7.01	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.0650	65.00	4.23	
ARENA GRUESA	m3		0.0250	60.00	1.50	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0.3500	22.50	7.88	
AGUA	m3		0.0100	6.78	0.07	
					13.67	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	7.01	0.35	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11 P3-18 HP	hm	1.0000	0.0500	22.00	1.10	
					1.45	
04.02 CONCRETO F'C=280 KG/CM2 PARA ESTRUCTURAS						
m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		527.15	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	21.88	17.50	
OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	17.52	28.03	
PEON	hh	8.0000	6.4000	15.79	101.06	
					164.10	
Materiales						
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" - 3/4"	m3		0.9000	65.00	58.50	
ARENA GRUESA	m3		0.7000	60.00	42.00	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		9.7000	22.50	218.25	
CURADOR DE CONCRETO	gln		0.1760	12.13	2.13	
AGUA	m3		0.2100	6.78	1.42	
ACELERANTE DE FRAGUA	gln		0.2250	23.29	5.24	
					327.55	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	164.10	8.20	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 11 P3-18 HP	hm	1.0000	0.8000	22.00	17.60	
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35"	hm	1.0000	0.8000	12.13	9.70	
					35.51	
04.03 ENCOFRADO PLANO VERTICAL CARAVISTA - INTERIOR						
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		67.47	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	21.88	8.75	
OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.52	7.01	
PEON	hh	0.5000	0.2000	15.79	3.16	
					18.92	
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2000	4.50	0.90	
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0.2000	4.50	0.90	
PERNO DE ANCLAJE P. ENCOF. 1/2"x0.50 m.	pza		0.2000	6.50	1.30	
DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO C/V	gln		0.0200	102.97	2.06	
TRIPLAY DE 4x8x 12 mm	pln		0.0750	98.00	7.35	
MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		5.4000	6.50	35.10	
					47.61	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	18.92	0.95	
					0.95	

4.04 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 - GRADO 60						
kg/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : kg		6.99	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	21.88	0.88
OFICIAL		hh	1.0000	0.0400	17.52	0.70
						1.58
Materiales						
ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0.0600	4.50	0.27
ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM² - GRADO 60		kg		1.0500	4.56	4.79
						5.06
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		% MO		5.0000	1.58	0.08
CIZALLA P/CORTE DE FIERRO		hm	0.5000	0.0200	13.73	0.27
						0.35
04.05 PUENTE DE ADHERENCIA						
m2/DIA	20	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		44.95	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	21.88	8.75
PEON		hh	2.0000	0.8000	15.79	12.63
						21.38
Materiales						
ADHERENTE EPOXICO		Kg		0.5000	45.00	22.50
						22.50
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	21.38	1.07
						1.07
5.01 SELLADO DE JUNTA DE DILATACION CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO						
m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m		28.73	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0800	21.88	1.75
PEON		hh	2.0000	0.1600	15.79	2.53
						4.28
Materiales						
ESPUMA DE POLYOLEFINA		m		1.0500	3.97	4.17
SELLADOR ELASTOMERICO POLIURETANO		gln		0.1000	145.09	14.51
IMPRIMANTE PARA ELASTOMERICO		gln		0.0200	212.34	4.25
TECNOPORT DE 1"x4"x8"		m2		0.0800	9.58	0.77
CINTA MASKINGTAPE		und		0.0650	8.37	0.54
						24.23
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	4.28	0.21
						0.21
05.02 JUNTA WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE POLIURETANO						
m/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m		57.50	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.1333	21.88	2.92
PEON		hh	2.0000	0.2667	15.79	4.21
						7.13
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8		kg		0.0980	4.50	0.44
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		kg		0.1000	4.50	0.45
WATER STOP PVC DE 6"		m		1.0500	22.39	23.51
ESPUMA DE POLYOLEFINA		m		1.0500	3.97	4.17
SELLADOR ELASTOMERICO POLIURETANO		gln		0.1000	145.09	14.51
IMPRIMANTE PARA ELASTOMERICO		gln		0.0200	212.34	4.25
CINTA MASKINGTAPE		und		0.0500	8.37	0.42
MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO		p2		0.3500	6.50	2.28
						50.02
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	7.13	0.36
						0.36

6.04 REVEGETACION Y/O REFORESTACION DE AREAS VERDES						
m ² /DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2		10.74	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	17.52	0.70	
PEON	hh	2.0000	0.0800	15.79	1.26	
Materiales						
PLANTAS NATIVAS	und		2.0000	4.34	8.68	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	% MO		5.0000	1.96	0.10	
					0.10	

Anexo E

Presupuesto-Aforador Parshall

Presupuesto total						
Proyecto	Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín					
	CD Cieneguilla					
Ubicación	Lima, Lurín					
Fecha	30 noviembre de 2019					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					3,191.19
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	16.00	73.77	1,180.31	
2.00	TRABAJOS PROVISIONALES					1,201.70
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	18.71	29.32	548.68	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	50.36	5.03	253.50	
2.03	Demolición de estructuras	m3	4.43	90.15	399.52	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					2,125.76
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	14.73	36.71	540.75	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	14.73	98.47	1,450.46	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	3.68	36.54	134.55	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					6,374.30
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	13.42	22.13	296.98	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	5.34	527.15	2,815.00	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	23.62	67.47	1,593.38	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	238.85	6.99	1,668.94	
4.05	Puente de adherencia	m2	3.20	44.95	143.85	
5.00	VARIOS					1,881.22
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	7.85	57.50	451.40	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	6.63	144.82	960.15	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.75	393.04	294.78	
5.04	Prueba hidráulica	m	0.65	269.06	174.89	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					935.49
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	8.67	260.10	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
COSTO DIRECTO				S/.		15,709.66
GASTOS GENERALES				S/.		2,356.45
UTILIDAD 10%				S/.		1,570.97
COSTO TOTAL				S/.		19,637.08
I.G.V. 19%				S/.		3,731.05
TOTAL PRESUPUESTO				S/.		23,368.13

Presupuesto total						
Proyecto	Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín					
Ubicación	Lima, Lurín					
Fecha	30 noviembre de 2019					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					3,191.19
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	16.00	73.77	1,180.31	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					1,185.43
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	18.71	29.32	548.68	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	48.38	5.03	243.54	
2.03	Demolición de estructuras	m3	4.36	90.15	393.21	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,790.19
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	12.40	36.71	455.39	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	12.40	98.47	1,221.49	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	3.10	36.54	113.31	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					6,108.53
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	11.71	22.13	259.14	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	5.15	527.15	2,714.84	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	23.55	67.47	1,588.66	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	221.24	6.99	1,545.89	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.87	44.95	84.15	
5.00	VARIOS					1,430.94
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	5.96	57.50	342.49	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	4.73	144.82	684.99	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.65	393.04	255.48	
5.04	Prueba hidráulica	m	0.55	269.06	147.98	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					997.66
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	10.74	322.27	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
COSTO DIRECTO				S/.		14,703.94
GASTOS GENERALES				S/.		2,205.59
UTILIDAD 10%				S/.		1,470.39
COSTO TOTAL				S/.		18,379.92
I.G.V. 19%				S/.		3,492.18
TOTAL PRESUPUESTO				S/.		21,872.10

Presupuesto total

Proyecto **Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín**
CD Toledo
Ubicación **Lima, Lurín**
Fecha **30 noviembre de 2019**

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					909.32
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	13.31	29.32	390.22	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	50.76	5.03	255.52	
2.03	Demolición de estructuras	m3	2.92	90.15	263.58	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,761.73
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	12.21	36.71	448.15	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	12.21	98.47	1,202.07	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	3.05	36.54	111.51	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					5,569.85
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	9.15	22.13	202.49	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	4.61	527.15	2,430.18	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	22.46	67.47	1,515.18	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	203.51	6.99	1,422.00	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.20	44.95	53.94	
5.00	VARIOS					1,345.61
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	5.64	57.50	324.55	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	3.70	144.82	535.83	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.04	Prueba hidráulica	m	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					935.49
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	8.67	260.10	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		13,418.11
	GASTOS GENERALES			S/.		2,012.72
	UTILIDAD 10%			S/.		1,341.81
	COSTO TOTAL			S/.		16,772.64
	I.G.V. 19%			S/.		3,186.80
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		19,959.44

Presupuesto total						
Proyecto	Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín					
Ubicación	Lima, Lurín					
Fecha	30 noviembre de 2019					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	qlb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					641.16
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	13.21	29.32	387.45	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	50.40	5.03	253.71	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	3.29	90.15	296.25	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,749.24
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	12.12	36.71	444.97	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	12.12	98.47	1,193.55	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	3.03	36.54	110.72	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					5,823.33
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	8.56	22.13	189.43	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	5.09	527.15	2,683.21	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	22.96	67.47	1,549.19	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	200.58	6.99	1,401.50	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.36	44.95	61.14	
5.00	VARIOS					1,350.21
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	5.72	57.50	329.15	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	3.70	144.82	535.83	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.04	Prueba hidráulica	m	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					848.79
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	20.00	8.67	173.40	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
COSTO DIRECTO				S/.		13,308.84
GASTOS GENERALES				S/.		1,996.33
UTILIDAD 10%				S/.		1,330.88
COSTO TOTAL				S/.		16,636.05
I.G.V. 19%				S/.		3,160.85
TOTAL PRESUPUESTO				S/.		19,796.90

Presupuesto total

Proyecto **Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín**
CD Molino
Ubicación **Lima, Lurín**
Fecha **30 noviembre de 2019**

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					813.93
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	10.89	29.32	319.16	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	48.38	5.03	243.54	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	2.79	90.15	251.23	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,679.13
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	11.64	36.71	427.14	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	11.64	98.47	1,145.71	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	2.91	36.54	106.28	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					4,883.52
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	6.58	22.13	145.61	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	3.84	527.15	2,024.27	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	21.52	67.47	1,452.03	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	180.56	6.99	1,261.61	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.11	44.95	49.99	
5.00	VARIOS					1,163.95
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	4.93	57.50	283.37	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	2.73	144.82	395.35	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.04	Prueba hidráulica	m	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					814.11
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	16.00	8.67	138.72	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		12,250.75
	GASTOS GENERALES			S/.		1,837.61
	UTILIDAD 10%			S/.		1,225.08
	COSTO TOTAL			S/.		15,313.44
	I.G.V. 19%			S/.		2,909.55
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		18,222.99

Presupuesto total						
Proyecto	Estructura de medición de agua en el sector hidráulico menor Lurín					
	CD Molle bajo					
Ubicación	Lima, Lurín					
Fecha	30 noviembre de 2019					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,748.57
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	10.00	73.77	737.69	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					588.58
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	10.53	29.32	308.65	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	55.61	5.03	279.93	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	2.87	90.15	258.69	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,930.06
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	13.37	36.71	490.97	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	13.37	98.47	1,316.93	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	3.34	36.54	122.16	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					4,279.92
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	5.99	22.13	132.56	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	3.73	527.15	1,966.28	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	14.76	67.47	995.57	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	169.66	6.99	1,185.51	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.03	44.95	46.39	
5.00	VARIOS					946.00
5.01	Juntas de water stop de 6" sellado con material elastomérico de poliuretano	m	4.26	57.50	245.19	
5.02	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	1.76	144.82	254.88	
5.03	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.45	393.04	176.87	
5.04	Prueba hidráulica	m	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					814.11
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	16.00	8.67	138.72	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		11,307.24
	GASTOS GENERALES			S/.		1,696.09
	UTILIDAD 10%			S/.		1,130.72
	COSTO TOTAL			S/.		14,134.05
	I.G.V. 19%			S/.		2,685.47
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		16,819.52

Anexo F

Presupuesto-Aforador de garganta larga (RBC)

PRESUPUESTO TOTAL						
Proy.	ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÁULICO MENOR LURÍN					
	CD CIENEGUILLA - MEDIDOR RBC					
Ubicac	LIMA - LURÍN					
Fecha	30 MAYO DE 2020					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					3,191.19
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	16.00	73.77	1,180.31	
2.00	TRABAJOS PROVISIONALES					744.92
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	10.37	29.32	304.04	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	34.00	5.03	171.15	
2.03	Demolición de estructuras	m3	2.99	90.15	269.73	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,435.18
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	9.95	36.71	365.08	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	9.95	98.47	979.26	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	2.49	36.54	90.84	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					4,833.87
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	8.81	22.13	194.96	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	3.54	527.15	1,866.12	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	16.59	67.47	1,119.04	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	236.68	6.99	1,653.75	
4.05	Puente de adherencia	m2	2.96	44.95	133.06	
5.00	VARIOS					1,193.85
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	4.00	157.50	630.01	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.75	393.04	294.78	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					935.49
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	8.67	260.10	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		12,334.50
	GASTOS GENERALES			S/.		1,850.18
	UTILIDAD 10%			S/.		1,233.45
	COSTO TOTAL			S/.		15,418.13
	I.G.V. 19%			S/.		2,929.44
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		18,347.57

PRESUPUESTO TOTAL

Proy. ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÀULICO MENOR LURÌN
 CD PAN DE AZUCAR - MEDIDOR RBC
 Ubicac LIMA - LURÌN
 Fecha 30 MAYO DE 2020

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					3,191.19
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	16.00	73.77	1,180.31	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					501.36
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	10.37	29.32	304.04	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	25.00	5.03	125.85	
2.03	Demolición de estructuras	m3	0.79	90.15	71.47	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					867.68
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	6.01	36.71	220.72	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	6.01	98.47	592.04	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	1.50	36.54	54.92	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					4,235.52
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	3.15	22.13	69.71	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	2.98	527.15	1,570.92	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	17.15	67.47	1,157.05	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	205.78	6.99	1,437.84	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.87	44.95	84.15	
5.00	VARIOS					965.55
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	2.80	157.50	441.01	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.65	393.04	255.48	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					997.66
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	10.74	322.27	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		10,758.96
	GASTOS GENERALES			S/.		1,613.84
	UTILIDAD 10%			S/.		1,075.90
	COSTO TOTAL			S/.		13,448.70
	I.G.V. 19%			S/.		2,555.25
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		16,003.95

PRESUPUESTO TOTAL

Proy. ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÁULICO MENOR LURÍN
CD TOLEDO - MEDIDOR RBC

Ubicac LIMA - LURÍN

Fecha 30 MAYO DE 2020

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	gib.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					378.48
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	6.48	29.32	189.99	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	27.00	5.03	135.91	
2.03	Demolición de estructuras	m3	0.58	90.15	52.58	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					937.09
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	6.49	36.71	238.38	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	6.49	98.47	639.40	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	1.62	36.54	59.31	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					3,388.43
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	3.35	22.13	74.14	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	1.92	527.15	1,012.14	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	13.83	67.47	932.91	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	195.96	6.99	1,369.24	
4.05	Puente de adherencia	m2	1.07	44.95	48.19	
5.00	VARIOS					784.48
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	1.90	157.50	299.25	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					935.49
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	30.00	8.67	260.10	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		9,320.08
	GASTOS GENERALES			S/.		1,398.01
	UTILIDAD 10%			S/.		932.01
	COSTO TOTAL			S/.		11,650.10
	I.G.V. 19%			S/.		2,213.52
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		13,863.62

PRESUPUESTO TOTAL

Proy. ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÀULICO MENOR LURÌN
 CD VENTUROSA - MEDIDOR RBC
 Ubicac LIMA - LURÌN
 Fecha 30 MAYO DE 2020

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	qlb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					298.19
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	5.54	29.32	162.28	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	27.00	5.03	135.91	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	1.76	90.15	158.70	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					937.09
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	6.49	36.71	238.38	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	6.49	98.47	639.40	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	1.62	36.54	59.31	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					3,423.79
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	3.72	22.13	82.32	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	2.36	527.15	1,244.08	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	11.49	67.47	775.38	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	189.20	6.99	1,322.01	
4.05	Puente de adherencia	m2	0.96	44.95	43.16	
5.00	VARIOS					768.73
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	1.80	157.50	283.50	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					848.79
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	20.00	8.67	173.40	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
COSTO DIRECTO				S/.		9,172.70
GASTOS GENERALES				S/.		1,375.91
UTILIDAD 10%				S/.		917.27
COSTO TOTAL				S/.		11,465.88
I.G.V. 19%				S/.		2,178.52
TOTAL PRESUPUESTO				S/.		13,644.40

PRESUPUESTO TOTAL

Proy. ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÁULICO MENOR LURÍN
 CD VENTUROSA - MEDIDOR RBC
 Ubicac LIMA - LURÍN
 Fecha 30 MAYO DE 2020

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,896.11
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	12.00	73.77	885.23	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					298.19
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	5.54	29.32	162.28	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	27.00	5.03	135.91	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	1.76	90.15	158.70	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					937.09
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	6.49	36.71	238.38	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	6.49	98.47	639.40	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	1.62	36.54	59.31	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					3,423.79
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	3.72	22.13	82.32	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	2.36	527.15	1,244.08	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	11.49	67.47	775.38	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	189.20	6.99	1,322.01	
4.05	Puente de adherencia	m2	0.96	44.95	43.16	
5.00	VARIOS					768.73
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	1.80	157.50	283.50	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.55	393.04	216.17	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					848.79
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	30.00	8.19	245.70	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	20.00	8.67	173.40	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		9,172.70
	GASTOS GENERALES			S/.		1,375.91
	UTILIDAD 10%			S/.		917.27
	COSTO TOTAL			S/.		11,465.88
	I.G.V. 19%			S/.		2,178.52
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		13,644.40

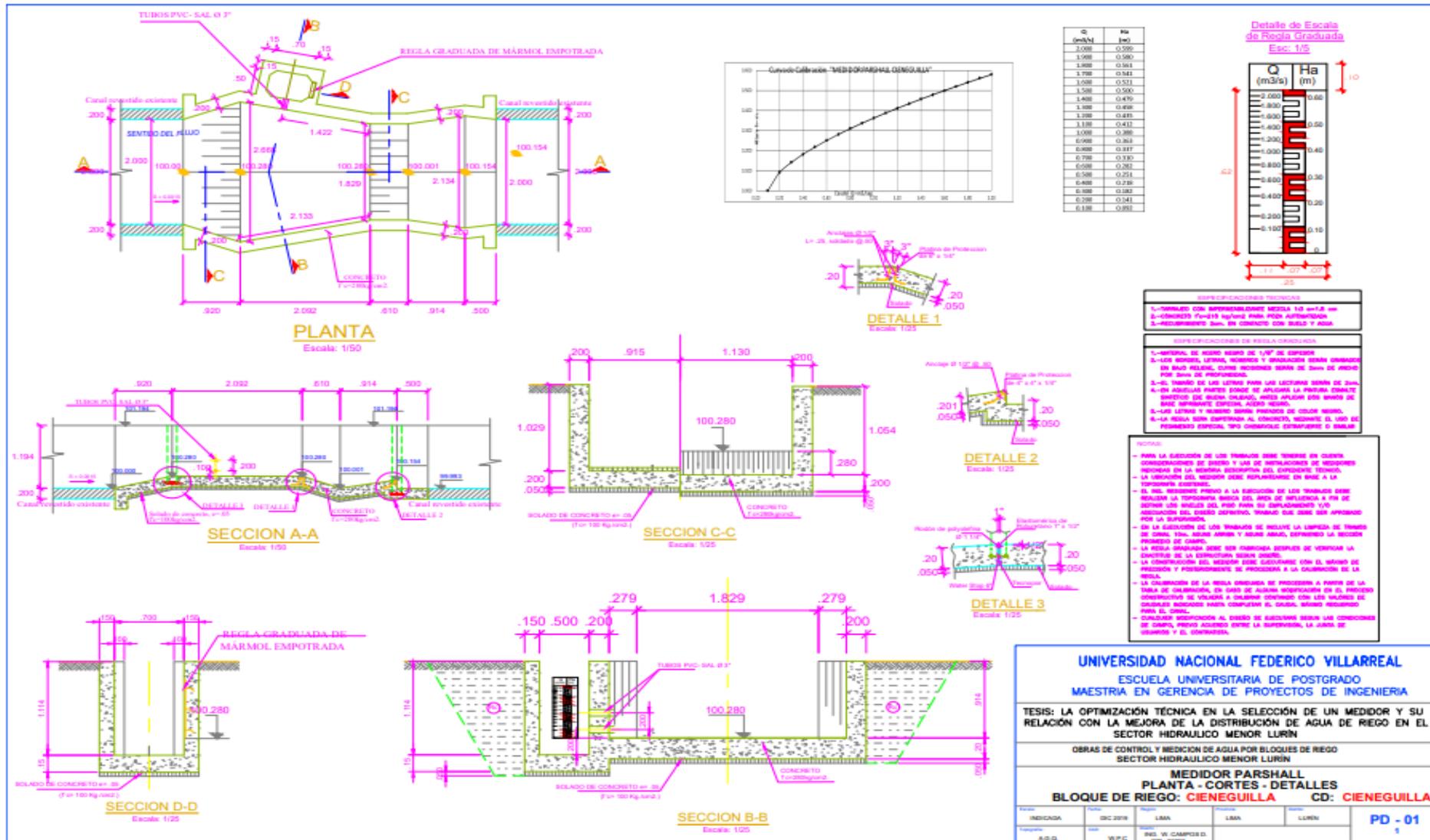
PRESUPUESTO TOTAL

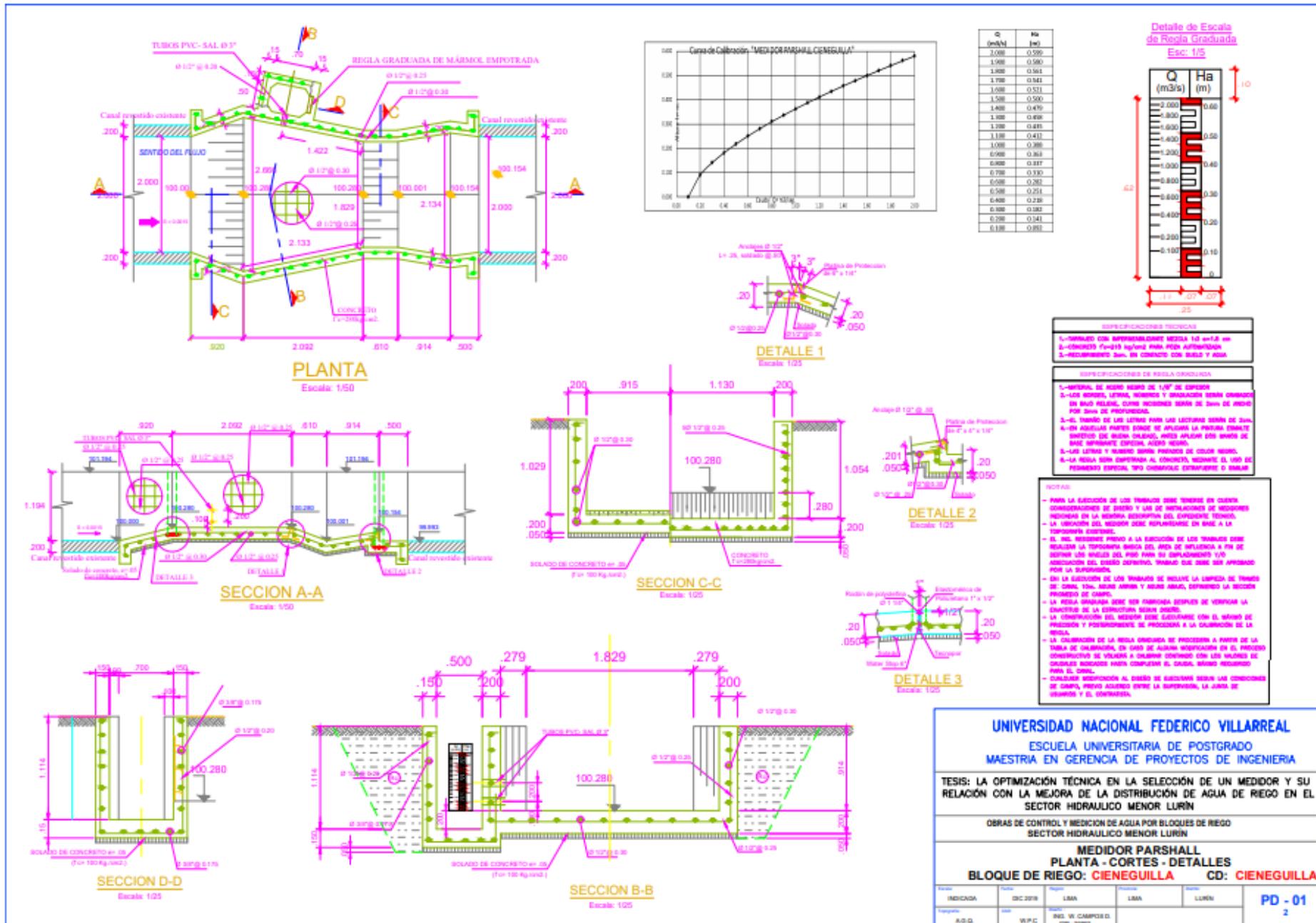
Proy. ESTRUCTURA DE MEDICION DE AGUA EN EL SECTOR HIDRÀULICO MENOR LURÌN
 CD MOLLE BAJO - MEDIDOR RBC
 Ubicac LIMA - LURÌN
 Fecha 30 MAYO DE 2020

Item	Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/	Total S/
1.00	OBRAS PROVISIONALES					2,748.57
1.01	Movilización y desmovilización de equipo	glb.	1.00	2,010.88	2,010.88	
1.02	Campamento provisional de obra	m2	10.00	73.77	737.69	
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					213.56
2.01	Trazo, nivelación y replanteo	m2	3.34	29.32	97.78	
2.02	Limpieza y desbroce manual	m2	23.00	5.03	115.78	
2.03	Demolición de estructuras de concreto	m3	1.19	90.15	106.99	
3.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					798.26
3.01	Excavación manual para estructuras en material suelto	m3	5.53	36.71	203.06	
3.02	Relleno compactado para estructuras con material de préstamo	m3	5.53	98.47	544.67	
3.03	Eliminación de material excedente D=1 Km	m3	1.38	36.54	50.53	
4.00	OBRAS DE CONCRETO					2,346.16
4.01	Concreto simple f'c = 100 Kg/cm2 para solado, e=5.0 cm	m2	2.49	22.13	55.10	
4.02	Concreto armado f'c = 280 Kg/cm2 para estructuras	m3	1.45	527.15	764.37	
4.03	Encofrado plano vertical	m2	7.45	67.47	502.68	
4.04	Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	146.55	6.99	1,024.01	
4.05	Puente de adherencia	m2	0.56	44.95	25.17	
5.00	VARIOS					571.93
5.01	Protección de aristas en medidores con perfiles L - 2" x 2" x 1/4"	m	0.80	157.50	126.00	
5.02	Suministro e instalación de regla graduada	m	0.45	393.04	176.87	
5.03	Prueba hidráulica	u	1.00	269.06	269.06	
6.00	MITIGACION AMBIENTAL					732.21
6.01	Restitución de áreas de preparación de concreto	m2	20.00	8.19	163.80	
6.02	Limpieza de área de campamento y patio de máquinas	m2	16.00	8.67	138.72	
6.03	Revegetación de áreas afectadas	m2	40.00	10.74	429.69	
	COSTO DIRECTO			S/.		7,410.69
	GASTOS GENERALES			S/.		1,111.60
	UTILIDAD 10%			S/.		741.07
	COSTO TOTAL			S/.		9,263.36
	I.G.V. 19%			S/.		1,760.04
	TOTAL PRESUPUESTO			S/.		11,023.40

Anexo G

Planos





UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

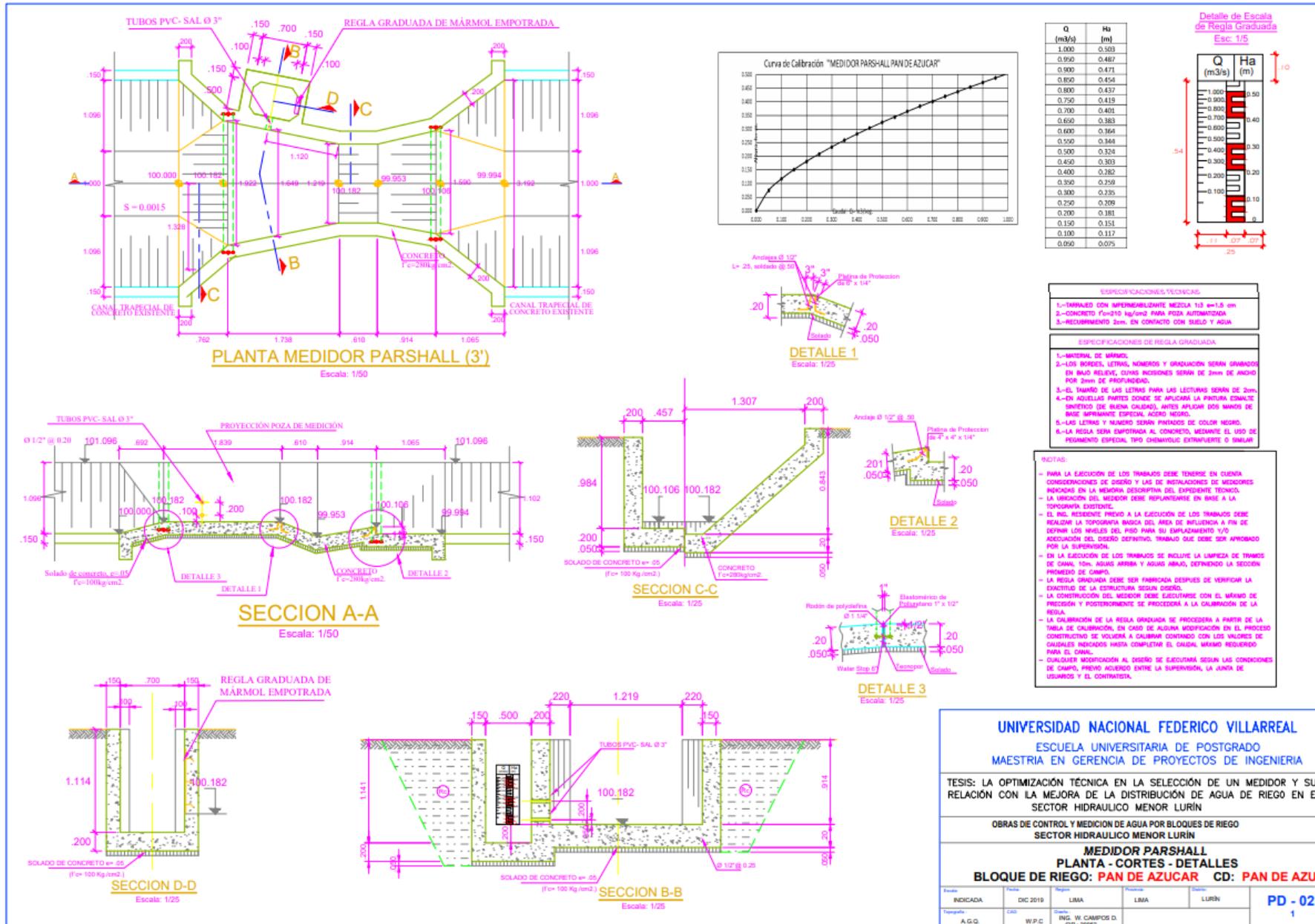
TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: CIENEGUILLA CD: CIENEGUILLA

Fecha	Revisado	Revisado	Revisado	Revisado
INDICADA	DEC 2019	LMA	LMA	LURIN
Proyecto	WPC	IND. Y CAMPESIN. DEF. 2008		

PD - 01
2



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
 MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

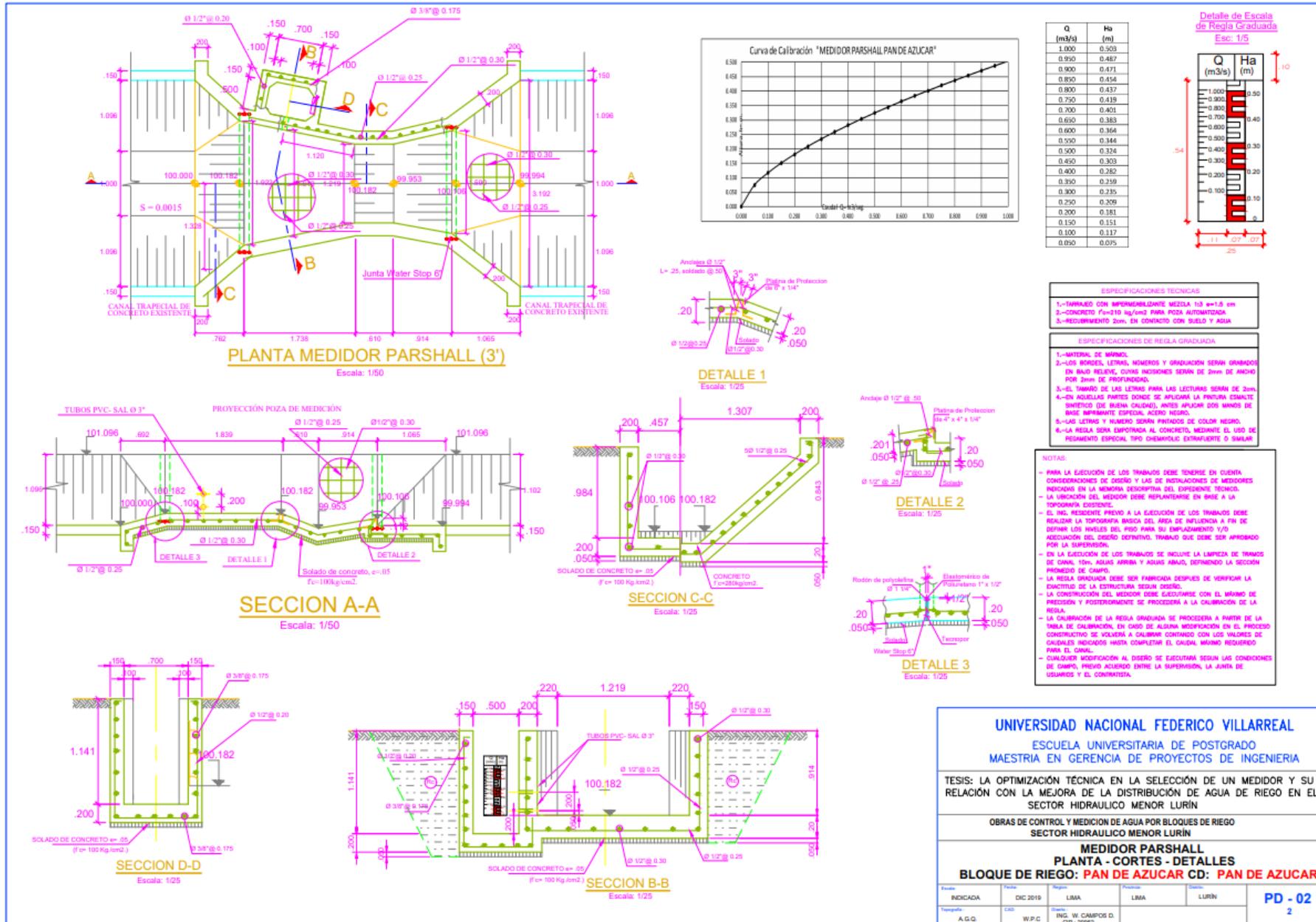
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURÍN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
 SECTOR HIDRAULICO MENOR LURÍN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: PAN DE AZUCAR CD: PAN DE AZUC

Fecha INDICADA	DIC 2019	Región	LIMA	Provincia	LIMA	Distrito	LURÍN
Templete	Edic	Sección	ING. W. CAMPOS D. CP: 35562				

PD - 02
1



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

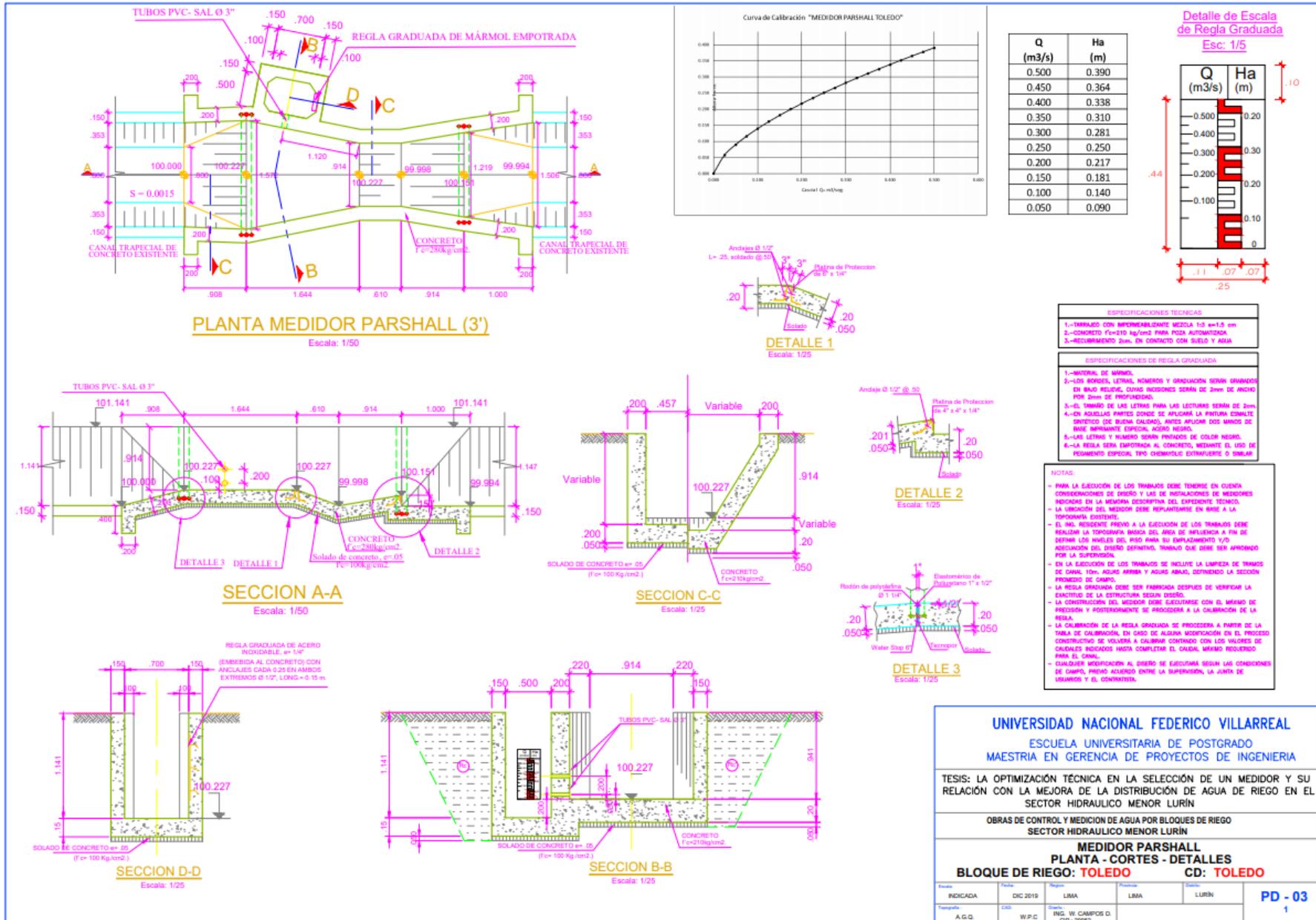
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: PAN DE AZUCAR CD: PAN DE AZUCAR

Fecha	Revisión	Elaborado	Revisado	Proyecto
INDICADA	DIC 2019	LMA	LMA	LURIN
Temática:	COO	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. CIP: 20895	

PD - 02
2



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

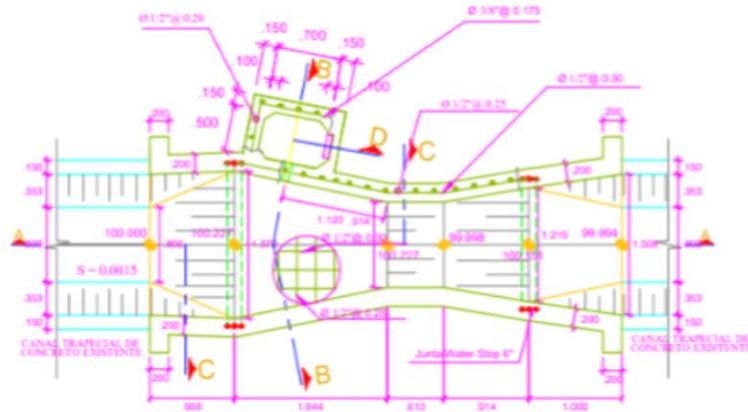
TESIS: LA OPTIMIZACION TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR EN SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: TOLEDO **CD: TOLEDO**

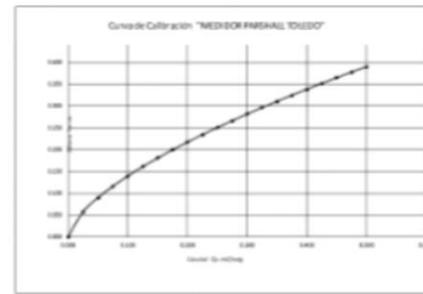
Fecha	Elaborado	Revisado	Aprobado	Proyecto
INDICADA	DIC 2019	LIBA	LIBA	LURIN
Templeado	LIBA	ING. W. CAMPOS D. CIP. 25962		

PD - 03
1



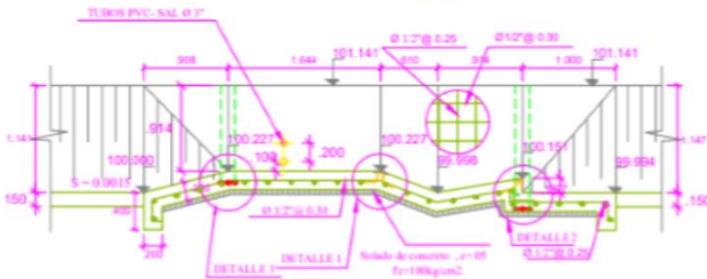
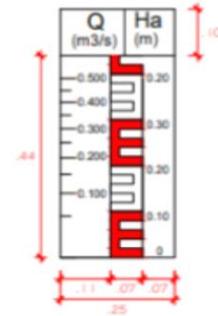
PLANTA MEDIDOR PARSHALL (3'')

Escala: 1/50



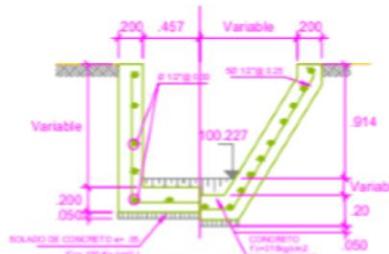
Q (m³/s)	Ha (m)
0.500	0.390
0.450	0.364
0.400	0.338
0.350	0.313
0.300	0.281
0.250	0.250
0.200	0.217
0.150	0.181
0.100	0.140
0.050	0.090

Detalle de Escala de Regla Graduada
Esc: 1/5



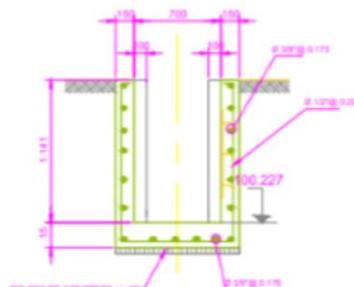
SECCION A-A

Escala: 1/50



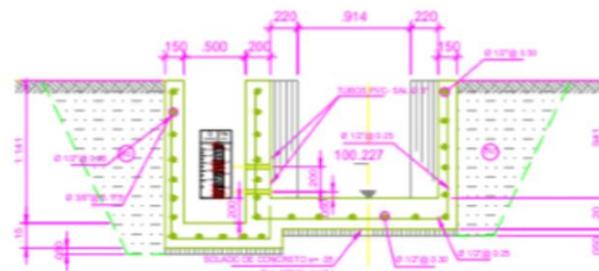
SECCION C-C

Escala: 1/25



SECCION D-D

Escala: 1/25



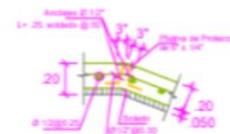
SECCION B-B

Escala: 1/25



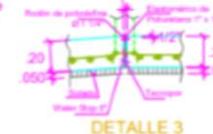
DETALLE 2

Escala: 1/25



DETALLE 1

Escala: 1/25



DETALLE 3

Escala: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1- TUBERÍAS CON APORTEADAMENTE MEDIDA 1/2" x 1/2" x 1/2"
- 2- CONCRETOS FORTES AGUADA PARA HORN AUTOMÁTICA
- 3- REFORZAMIENTO EN CONCRETO CON SUELO Y AGUA

ESPECIFICACIONES DE REGLA GRADUADA

- 1- MATERIAL DE MADERA
- 2- LOS BORDES, LETRAS Y UNIDADES DEBEN SER IMPRESOS EN UNO DE LOS LADOS Y DEBEN SER DE UN TAMAÑO DE 10 MM DE PROFUNDIDAD
- 3- EL TAMAÑO DE LAS LETRAS PARA LAS SECCIONES DEBEN DE SER DE 10 MM
- 4- EN LOS CASOS DE MATERIALES DE ALTA CALIDAD, DEBEN SER DE UN TAMAÑO DE 10 MM DE PROFUNDIDAD
- 5- LA REGLA DEBEN SER IMPRESOS EN UNO DE LOS LADOS
- 6- LA REGLA DEBEN SER IMPRESOS EN UNO DE LOS LADOS

NOTAS

- PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE TENERSE EN CUENTA LAS CONDICIONES DE TIEMPO Y LAS DE ANILAJACION DE MEDIDORES INDICADOS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA DEL ESPECÍFICO TÉCNICO
- LA UBICACION DEL MEDIDOR DEBE SER REVISADA EN BASE A LA TOPOGRAFIA EXISTENTE
- EL NO. RESIDENTE PROYECTO A LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS DEBE REALIZAR LA SUPERVISION DEL AREA DE EJECUCION Y DEBE DE SEÑALAR LOS NIVELES DEL PISO PARA EL EMPALMADO Y/O UBICACION DEL MEDIDOR DEBEN SER TRABAJOS QUE DEBE SER APROBADO POR LA SUPERVISION
- EN LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS DEBE INCLUIR LA IMPRESION DE TAMAÑO DE CANAL 100, AGUA ANCHA Y AGUA ANCHA, DEBEN SER LA SECCION PRINCIPAL DE CANAL
- LA REGLA GRADUADA DEBE SER ENTREGADA DESPUES DE VERIFICAR LA EXISTENCIA DE LA ESTRUCTURA SEGUN DISEÑO
- LA CONSTRUCCION DEL MEDIDOR DEBE SER REALIZADA CON EL MATERIAL DE MADERA Y REFORZAMIENTO DE PROYECTO A LA CALIDAD DE LA REGLA
- LA UBICACION DE LA REGLA GRADUADA DEBE SER REALIZADA ANTES DE LA TABLA DE CALIBRACION, EN CASO DE ALGUNA MODIFICACION EN EL PROCESO CONCRETADO DE VOLUMEN A CALIBRAR CONVENIR CON LOS NIVELES DE CALIBRACION REVISADOS HASTA COMPLETAR EL CALIBRADO REVISADO PARA EL USUARIO
- CUALQUIER MODIFICACION AL DISEÑO DE EJECUCION DEBEN SER CONVENIR DE CALIDAD, MEDIO ACUERDO ENTRE LA SUPERVISION, LA AREA DE OBRAS Y EL CONTRATISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

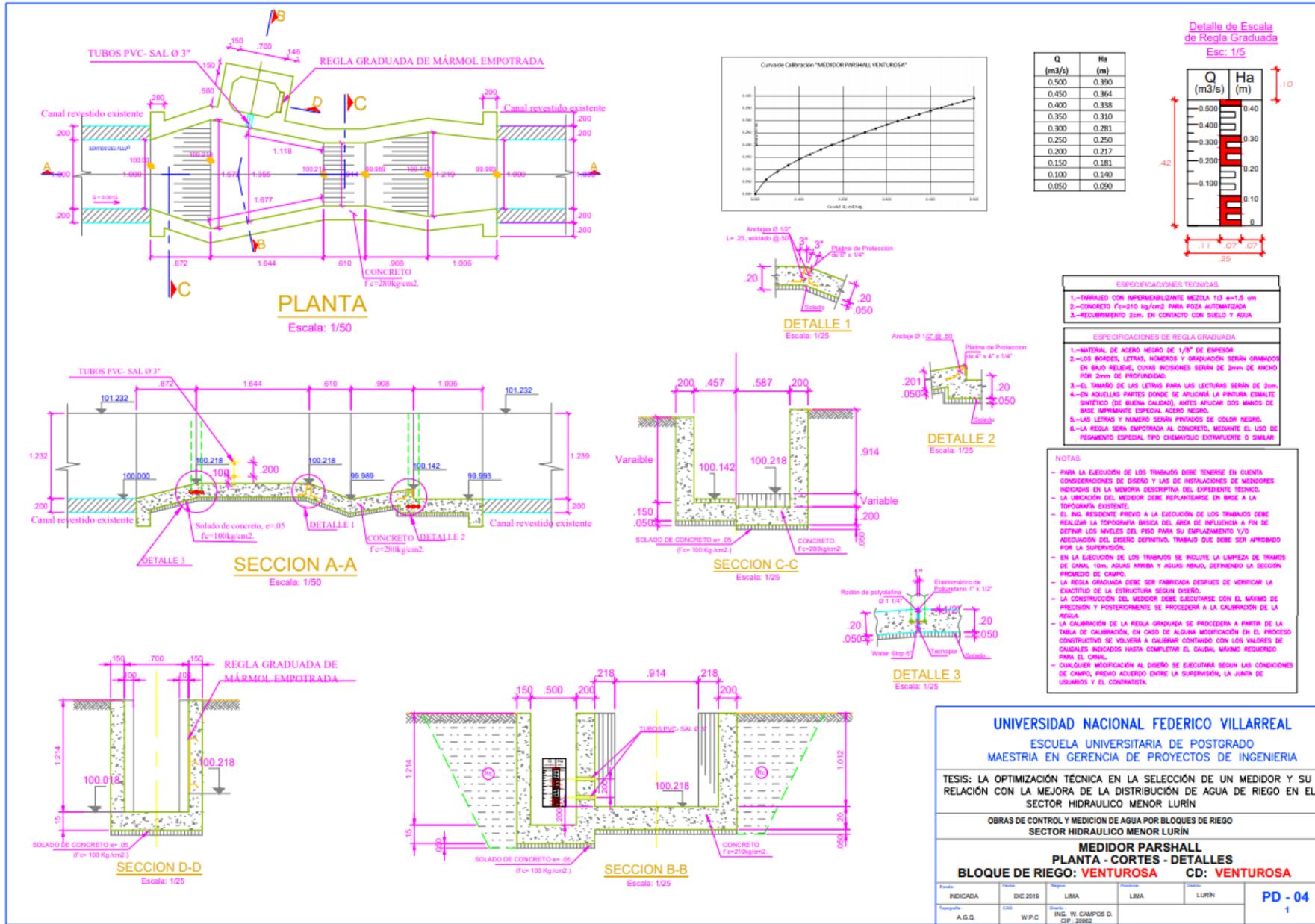
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: TOLEDO
CD: TOLEDO

INDICADA	DEC 2019	LIBRA	LIBRA	LURIN	PD - 03
A.G.C.	167°C	ING. W. CAMPOS D. CIP 20080			2



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

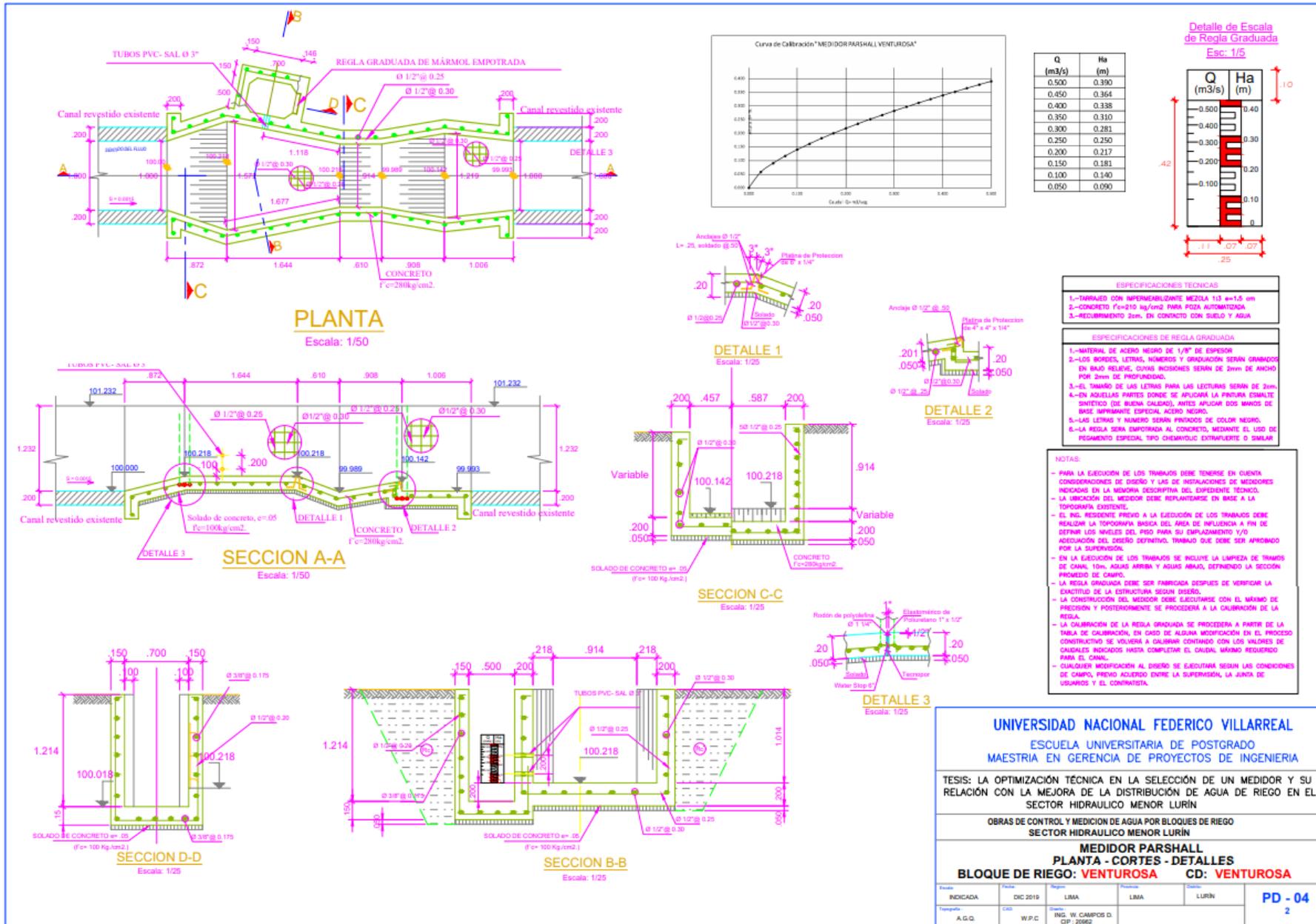
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICIÓN DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: VENTUROSA CD: VENTUROSA

Autores	Título	Región	Departamento	Curso	Proyecto
INDICADA	DIC 2019	LIMA	LIMA	LURIN	PD - 04
Temática:	Uso:	Beneficiario:			
A.G.G.	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. CEP 20962			

1



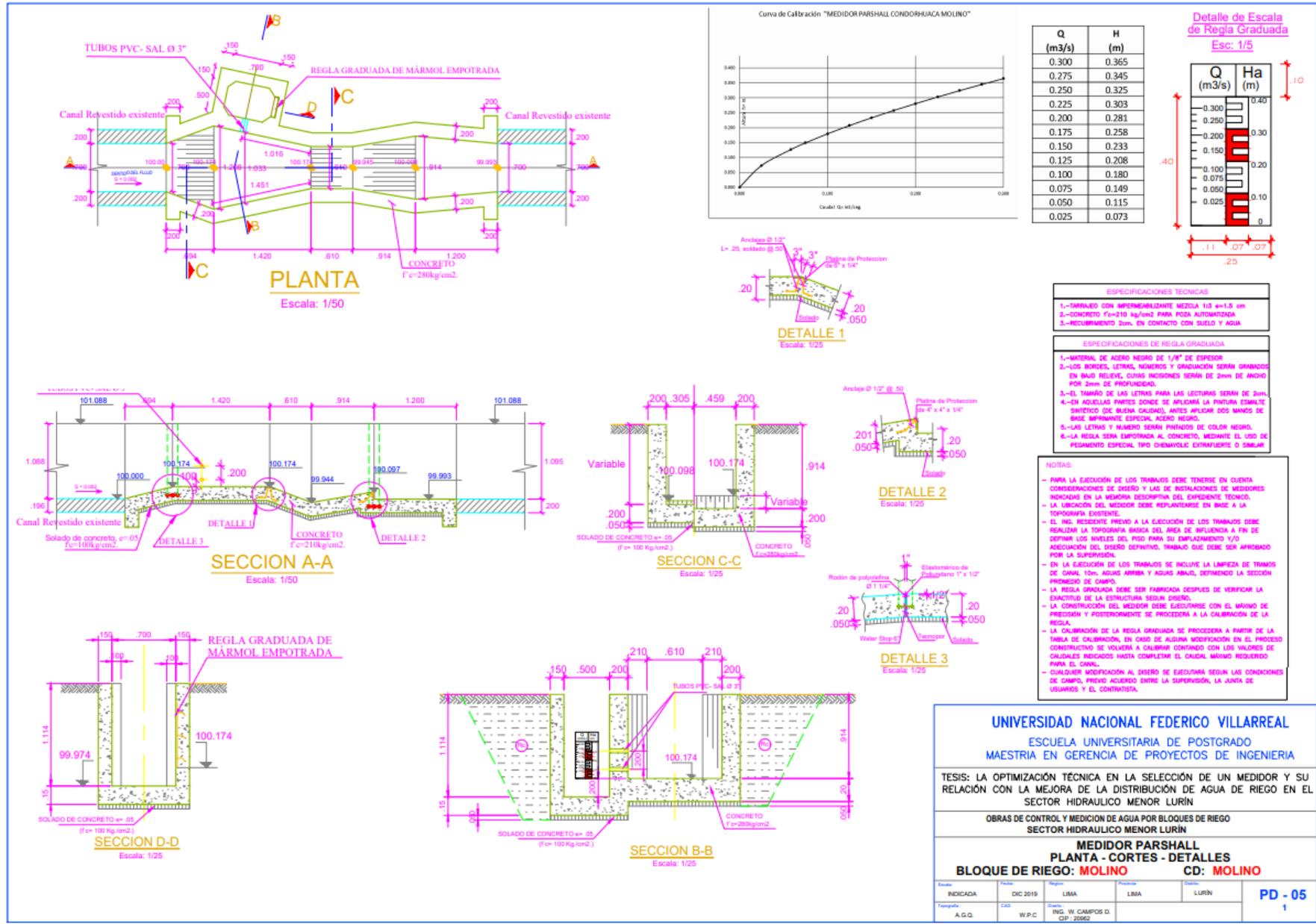
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
 MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

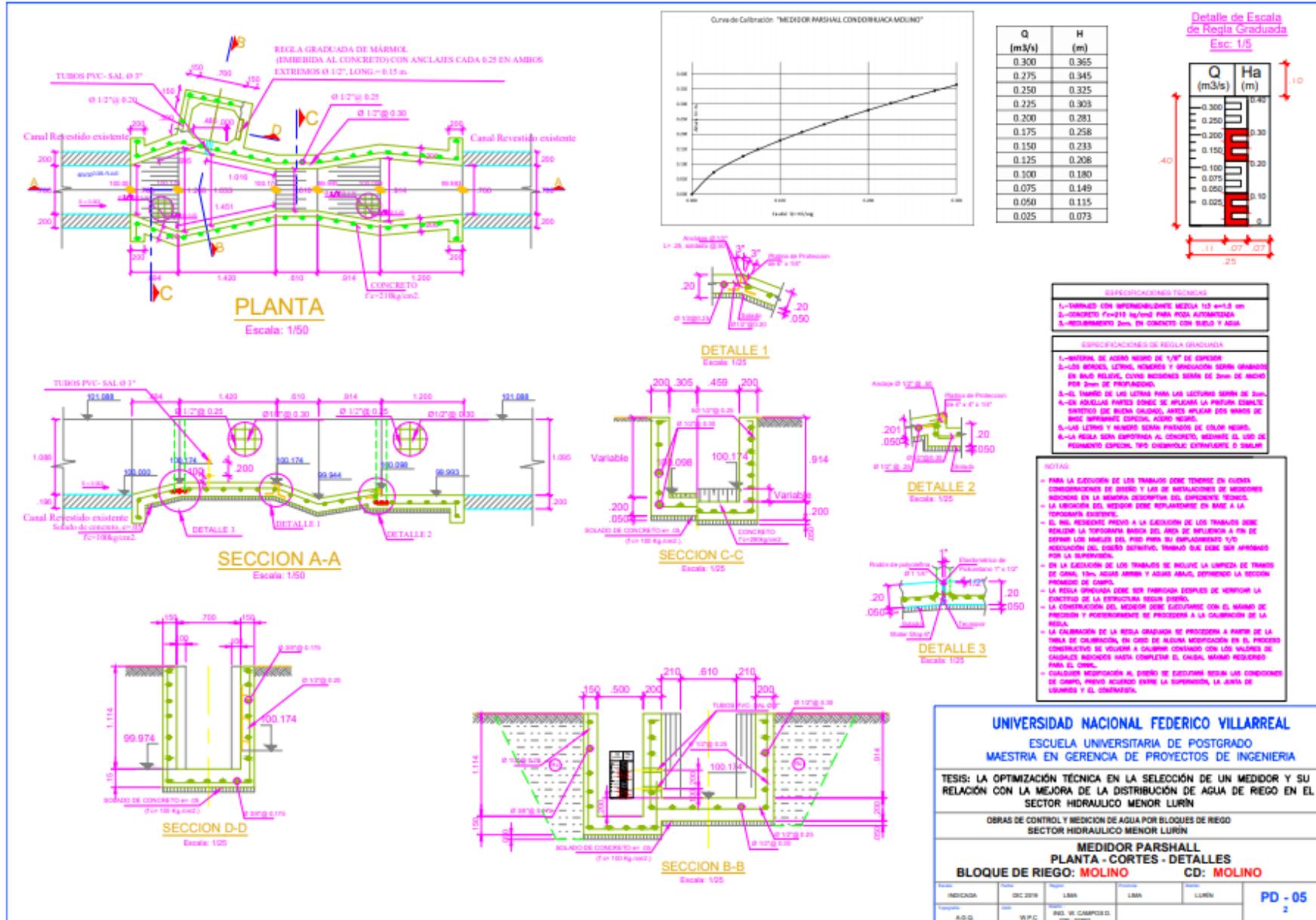
TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

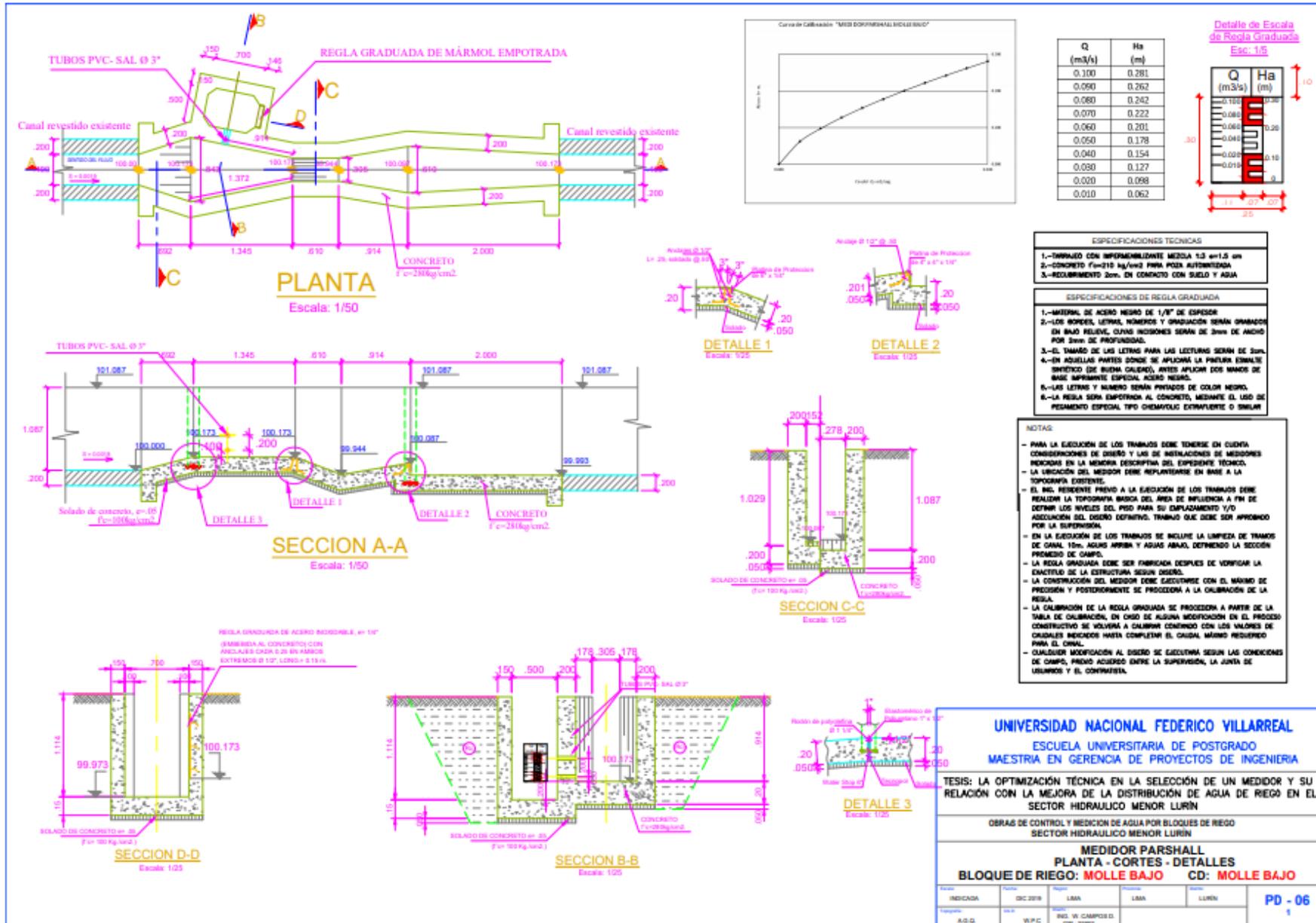
OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
 SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

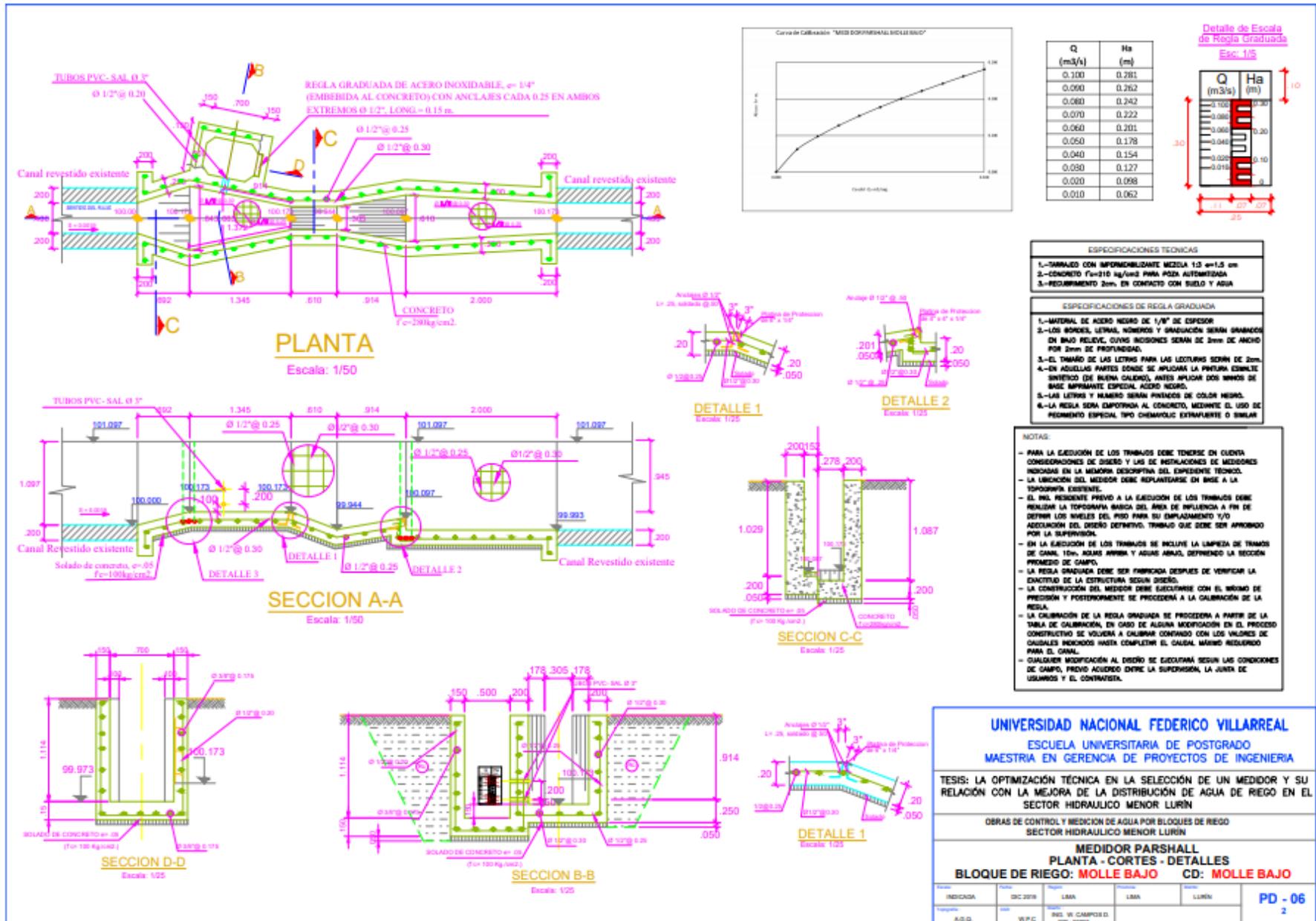
MEDIDOR PARSHALL
 PLANTA - CORTES - DETALLES
 BLOQUE DE RIEGO: VENTUROSA CD: VENTUROSA

Fecha	Tramo	Region	Provincia	Distrito	PD - 04
INDICADA	DIC 2018	LIMA	LIMA	LURIN	2
Temple	CAB	W.P.C	ING. W. CAMPOS D.	CDP - 2006	
A.G.Q.					









UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
 MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

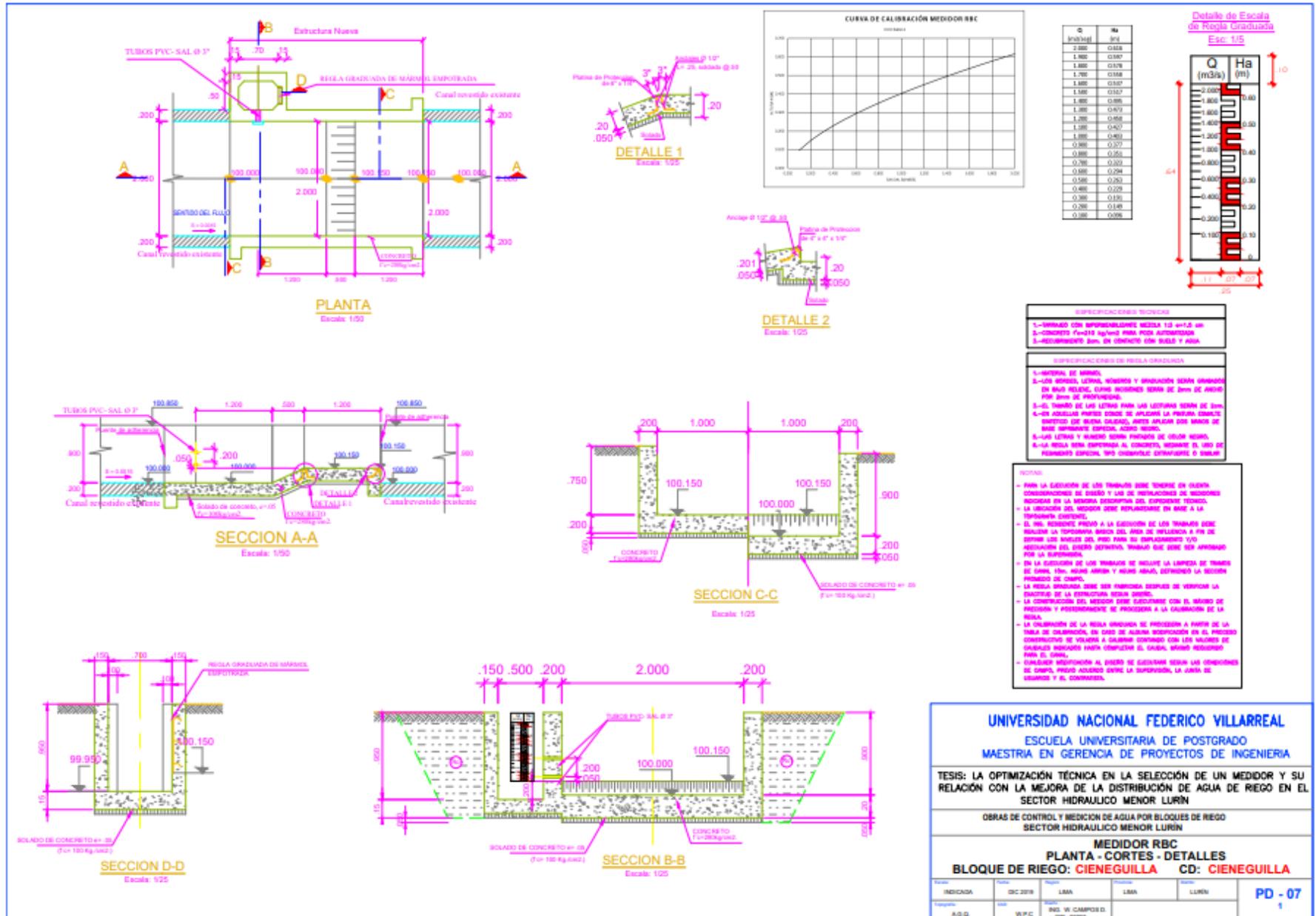
TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE REGO
 SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR PARSHALL
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: MOLLEBAJO CD: MOLLEBAJO

Fecha	Revisión	Revisado	Revisado	Revisado
INDICADA	DEC 2018	LMA	LMA	LURIN
Proyecto	001	W.P.C.	ING. W. CAMPOS D. D.P. 2008	
A.S.G.				

PD - 06
2



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

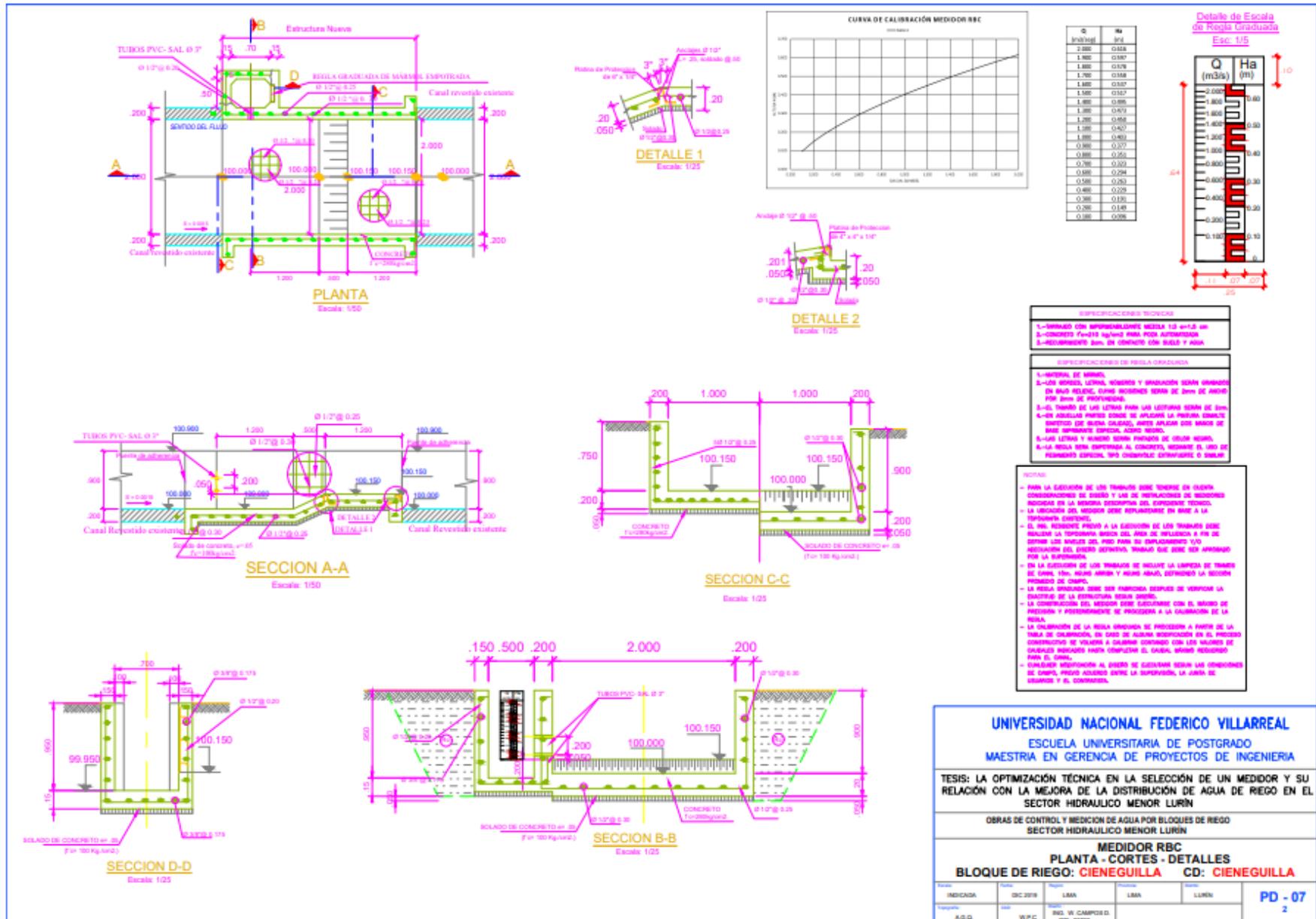
TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
 SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: CIENEGUILLA CD: CIENEGUILLA

Indicador	Fecha	Indicador	Fecha	Indicador	Fecha
INDICADA	DIC 2018	LIMA	LIMA	LURIN	
Verificado					
A.S.G.	W.P.C.	ING. W. CAMPOS D. DE JUNG.			

PD - 07
1



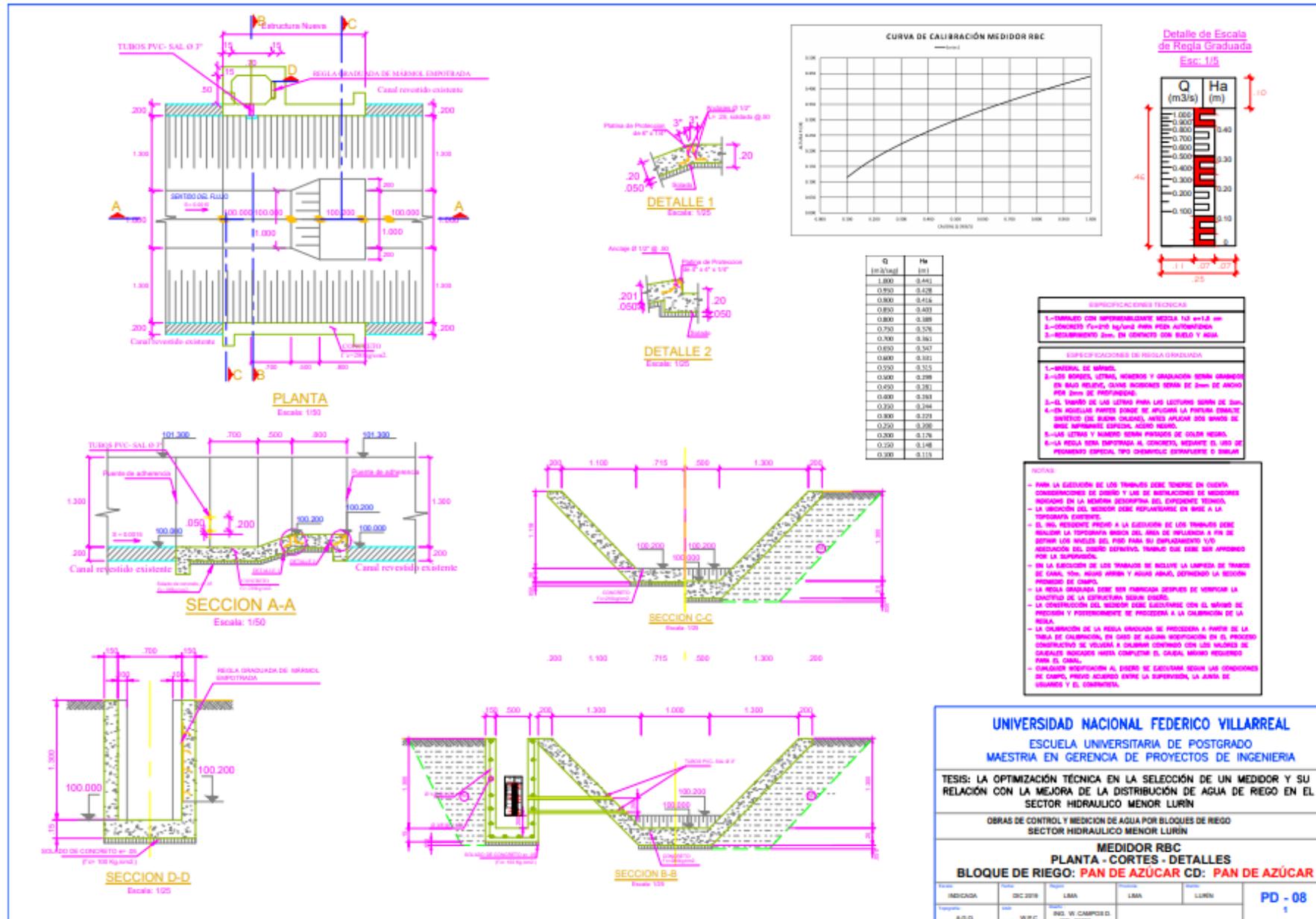
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR EN SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE REGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE REGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE REGO: CIENEGUILLA CD: CIENEGUILLA

INDICADA	03C-2019	UBA	UBA	LURIN	PD - 07 2
A.C.Q.	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. D.P. 2016			



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

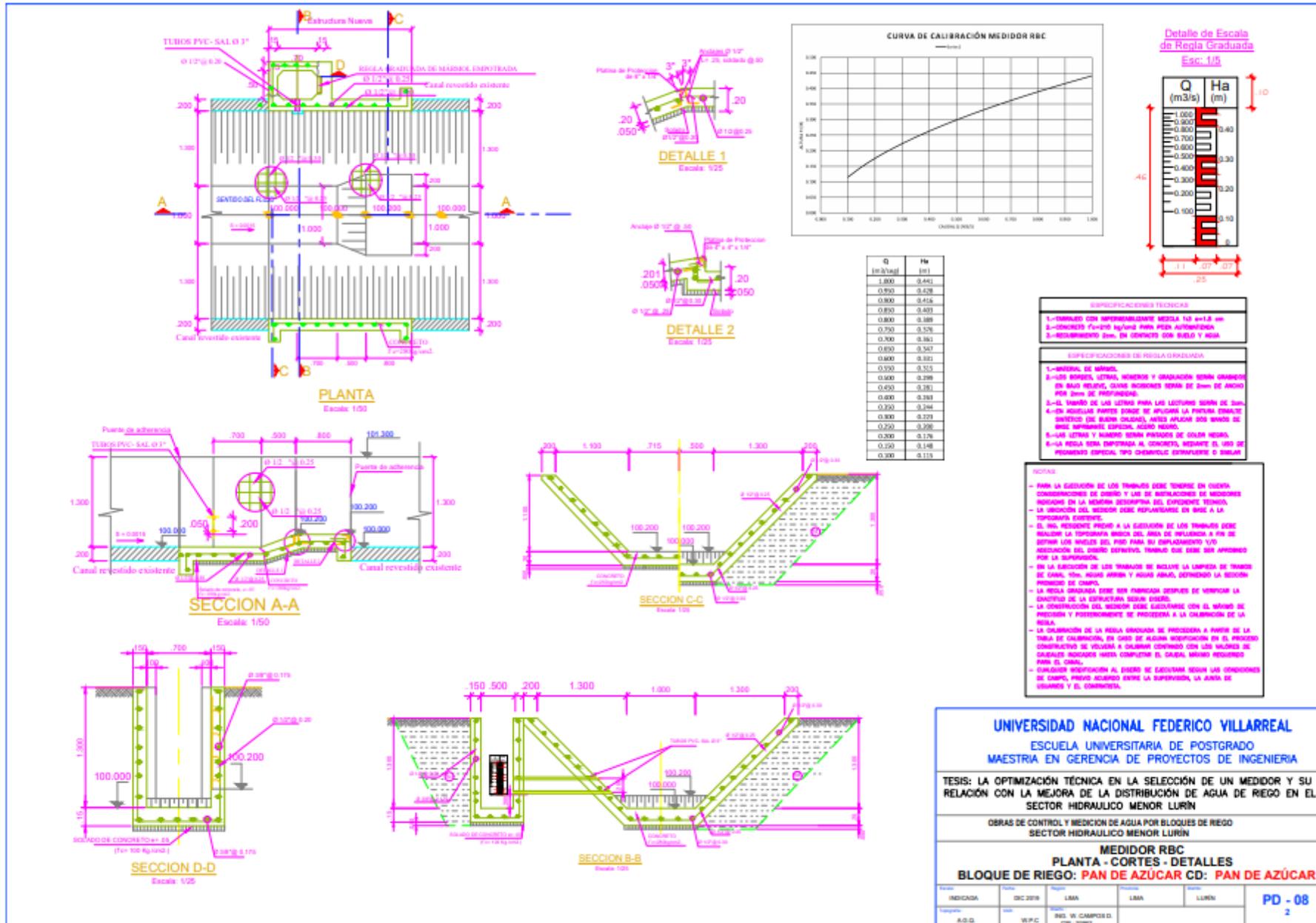
TESIS: LA OPTIMIZACION TECNICA EN LA SELECCION DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCION DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: PAN DE AZÚCAR CD: PAN DE AZÚCAR

Fecha	Revisión	Revisó	Revisó	Revisó
INDICADA	DEC 2018	LMA	LMA	LURIN
Elaborado	2018	W.P.C.	W.P.C.	
A.S.D.				

PD - 08
1



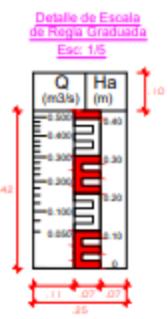
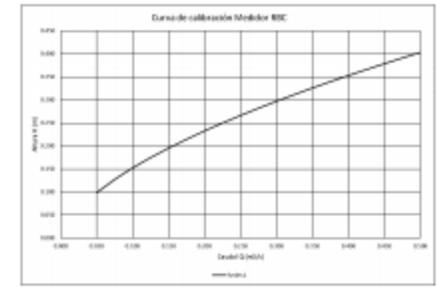
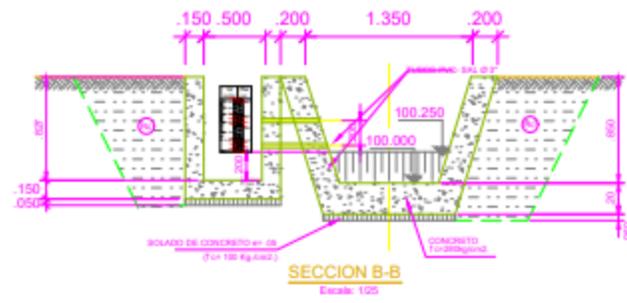
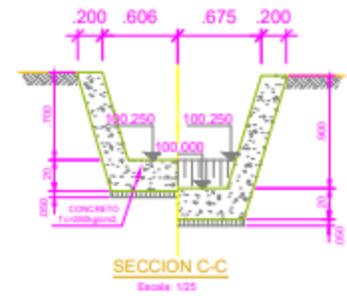
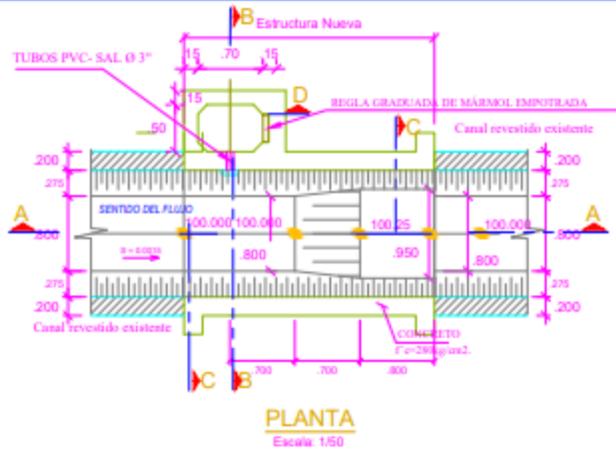
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRA DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: PAN DE AZÚCAR CD: PAN DE AZÚCAR

INDICADA	SEC 2019	LIMA	LIMA	LURIN	PD - 08 2
ELABORADO	W.F.C.	ING. W. CAMPOS D. 1971-2000			



Q (m ³ /seg)	Ha (m)
0.500	0.403
0.475	0.391
0.450	0.379
0.425	0.366
0.400	0.353
0.375	0.339
0.350	0.326
0.325	0.312
0.300	0.297
0.275	0.282
0.250	0.266
0.225	0.250
0.200	0.232
0.175	0.214
0.150	0.195
0.125	0.174
0.100	0.152
0.075	0.127
0.050	0.098

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- 1- TUBERÍAS CON IMPERMEABILIZANTE NEZULA 1.5 @ 1.5 cm
 - 2- CONCRETO F=210 kg/cm² PARA PISA AUTOMÁTICO
 - 3- RECOMENDADO 2cm. DE CONCRETO GEN SUAVE Y AGUA
- ESPECIFICACIONES DE REGLA GRADUADA**
- 1- MATERIAL DE BRONCE.
 - 2- LOS BORDES, LETRAS, NÚMEROS Y GRADUACION SERÁN GRABADOS EN BRONCE RELIEVE, CUNA RECESADA SERÁN DE 2mm DE ANCHO POR 2mm DE PROFUNDIDAD.
 - 3- EL TALLADO DE LAS LETRAS PARA LAS LECTURAS SERÁN DE 2mm.
 - 4- EN ABUELAS PARTES DONDE SE APLIQUE LA PINTURA ESPECIAL SINTÉTICA (DE BUENA CALIDAD), ANTES APLICAR DOS MANOS DE BASE IMPERMEANTE ESPECIAL ASADO NEGRO.
 - 5- LAS LETRAS Y NÚMEROS SERÁN PINTADOS DE COLOR NEGRO.
 - 6- LA REGLA SERÁ EMPOTRADA AL CONCRETO, MEDIANTE EL USO DE PEGAMENTO ESPECIAL TIPO CHEMYSILIC EXTRAFUERTE O SIMILAR.

- NOTAS:**
- PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE TENERSE EN CUENTA CONSIDERACIONES DE TIEMPO Y LUGAR DE INSTALACIONES DE MEDIDORES INDICADOS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.
 - LA UBICACIÓN DEL MEDIDOR DEBE REPLANTARSE EN BASE A LA TOPOGRAFÍA EXISTENTE.
 - EL INGL. RESPONSABLE PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE REALIZAR LA TOPOGRAFÍA BASICA DEL AREA DE INFLUENCIA A FIN DE DEFINIR LOS NIVELES DEL PISO PARA SU IMPLANTAMIENTO Y/O UBICACIÓN DEL SUELO EXISTENTE, TRABAJOS QUE DEBE SER APROBADO POR LA SUPERVISIÓN.
 - EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS SE INCLUIRÁ LA LIMPIEZA DE TRAZOS DE CANAL 15m, AGUA ARRIBA Y AGUA ARRIBA, DEPRIMENDO LA SECCION PRIMERO DE CAMPO.
 - LA REGLA GRADUADA DEBE SER FABRICADA DESPUES DE VERIFICAR LA EXACTITUD DE LA ESTRUCTURA SEGUN DISEÑO.
 - LA COMPROBACION DEL MEDIDOR DEBE SUCEDERSE CON EL AYUDA DE PRECISION Y PROFESIONALISMO DE PROCESOS A LA CALIBRACION DE LA REGLA.
 - LA CALIBRACION DE LA REGLA GRADUADA DE PROCESARA A PARTIR DE LA TABLA DE CALIBRACION, EN CASO DE ALGUNA INCORRECCION EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO SE VOLVERA A CALIBRAR CONTINUO CON LOS VALORES DE CALIBRAZ MEDIDORES HASTA COMPLETAR EL CUALquier MEDIDOR PARA EL CANAL.
 - CUALQUIER MODIFICACION AL DISEÑO DE EJECUTARA SEGUN LAS CONDICIONES DE CAMPO, PREVIO ACUERDO ENTRE LA SUPERVISIÓN, LA JAMA DE USUARIOS Y EL CONTRATISTA.

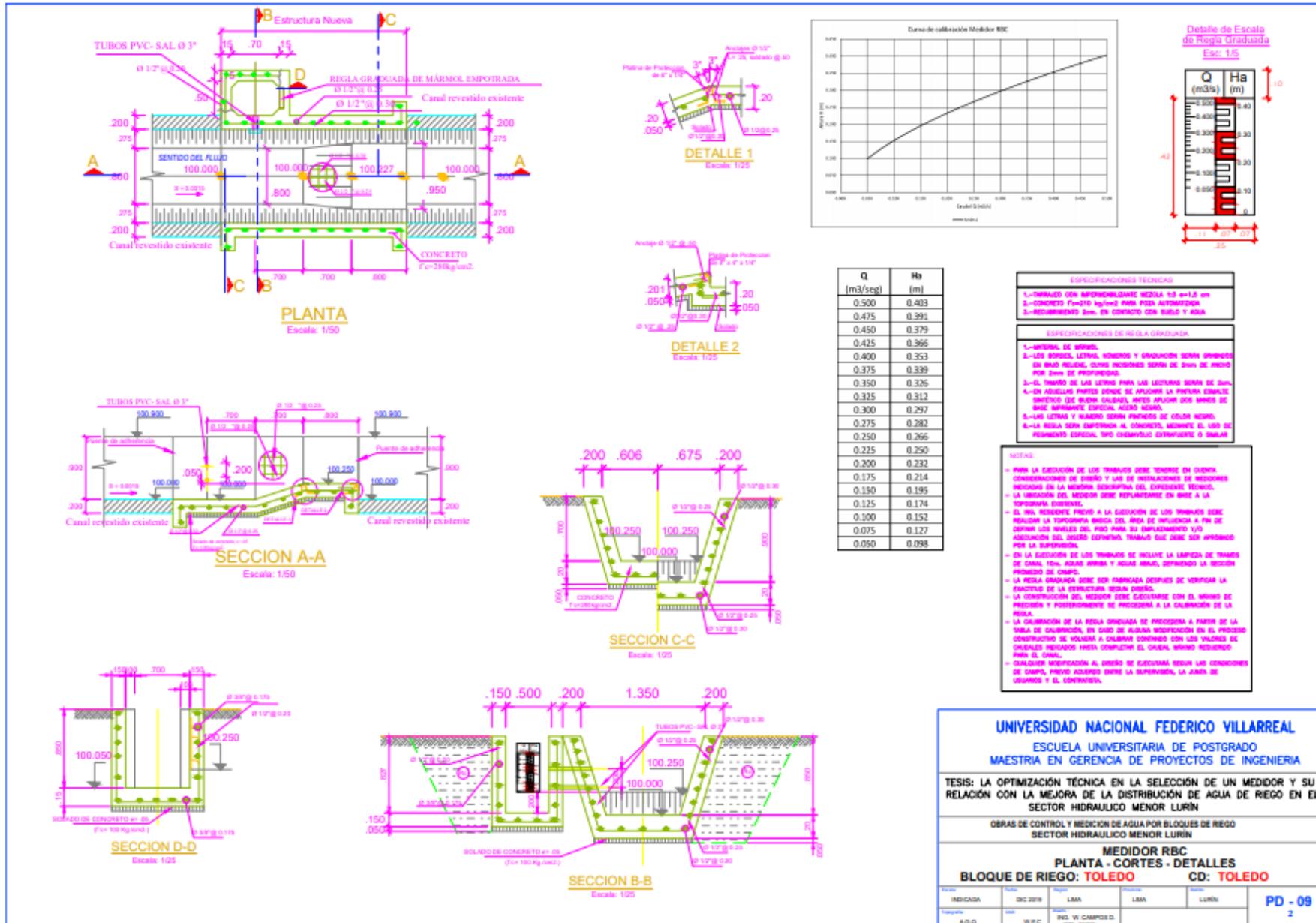
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

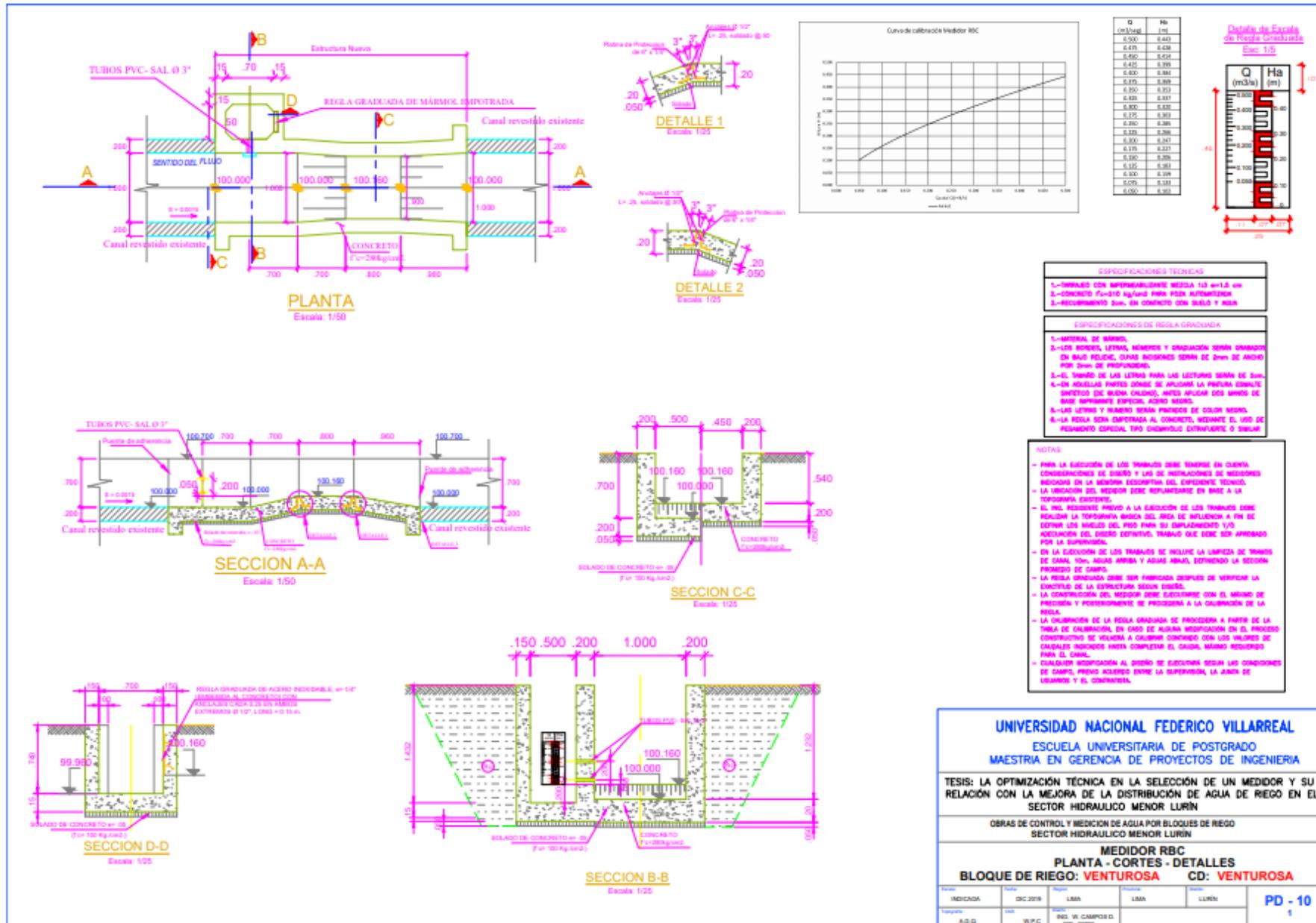
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE REGA: TOLEDO CD: TOLEDO

Indicada	DEC 2019	LMA	LMA	LURIN	PD - 09
Verificada	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. C.P. JIMBO			





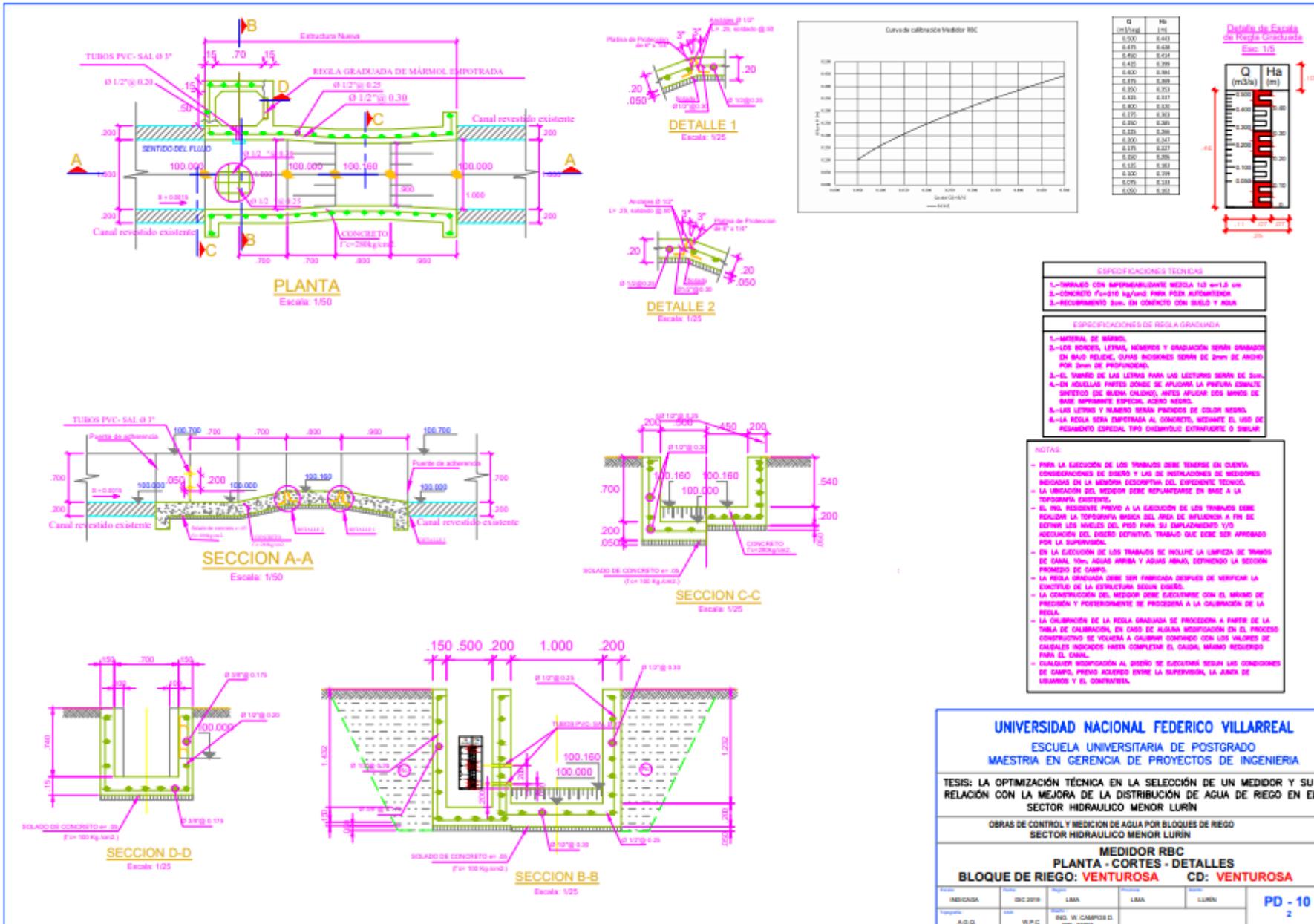
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: VENTUROSA CD: VENTUROSA

INDICADA	DIC 2019	LMA	LMA	LURIN	PD - 10 1
VERIFICADA	NO	NO	NO	NO	
A.D.D.	W.P.C.	NO	NO	NO	



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

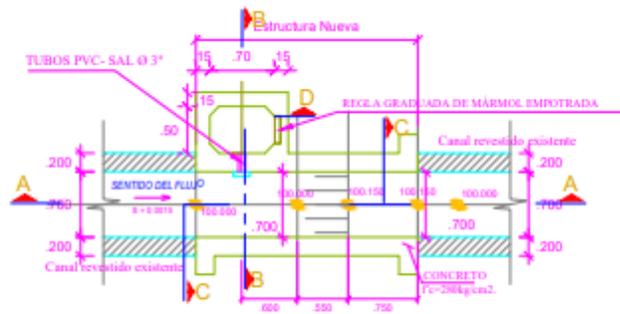
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICION DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO
SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: VENTUROSA CD: VENTUROSA

INDICADA	FECHA	REVISOR	PROYECTISTA	APROBADO
INDICADA	DIC 2019	LMA	LMA	LURIN
PROYECTISTA	INDICADA	W.P.C	INDICADA	
INDICADA		INDICADA	INDICADA	

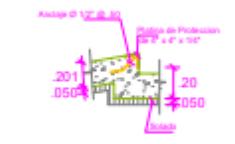
PD - 10
2



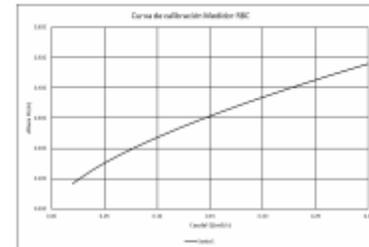
PLANTA
Escala: 1/50



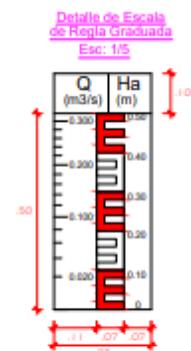
DETALLE 1
Escala: 1/25



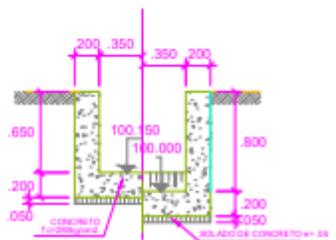
DETALLE 2
Escala: 1/25



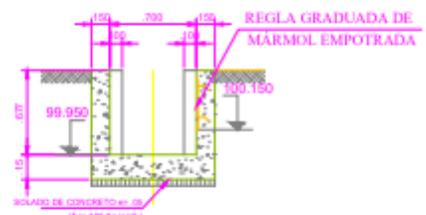
Q (m³/s)	Ha (m)
0.300	0.480
0.280	0.459
0.260	0.437
0.240	0.415
0.220	0.393
0.200	0.369
0.180	0.345
0.160	0.320
0.140	0.293
0.120	0.266
0.100	0.236
0.080	0.204
0.060	0.170
0.040	0.131
0.020	0.084



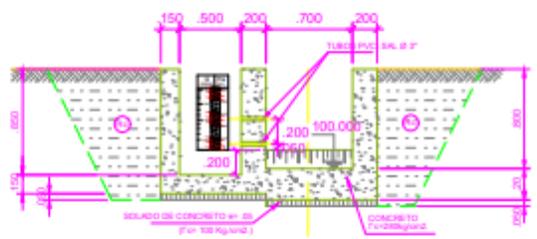
SECCION A-A
Escala: 1/50



SECCION C-C
Escala: 1/25



SECCION D-D
Escala: 1/25



SECCION B-B
Escala: 1/25

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- 1-EMPALME SIN SUPERFICIE DEBIDA 10 ± 0.15 cm
 - 2-CONCRETO FORTALECIDO PARA PISA ALTERNADA
 - 3-ACERQUEMENTO 2cm, EN CONTACTO CON SUELO Y AGUA

- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES**
- 1-ARMONA DE MARMOL
 - 2-UN SÓLOUS ÚLTIMA, INGENIERO Y CALIFICADO SERÁ GRABADO EN BLOQUE, COMO MUESTRA DEBIDA DE 2cm DE ANCHO POR 2cm DE PROFUNDIDAD.
 - 3-EL TRAZO DE LAS LETRAS PARA LAS LETRAS SERÁ DE 2cm
 - 4-EN ABUELAS PAREDES JUNTAS SE AJUSTARÁ LA PAREJA ENANTE INTERNO (DE BUENA CALIDAD), ANTES AFUERA DEL BARRIL DE BARRIL ESPECIAL, ANTES DEBIDA.
 - 5-LAS LETRAS Y NÚMERO SERÁN PINTADOS DE COLOR NEGRO.
 - 6-LA REGLA SERÁ EMPOTRADA AL CONCRETO, DEBIDO EL USO DE PINTADO ESPECIAL, TPO DEMONSTRADO EXISTENTE O SIMILAR.

- NOTAS:**
- PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE TENERSE EN CUENTA CONSERVACIONES DE DISEÑO Y LAS DE MODIFICACIONES DE REDESIGNACIONES INDICADAS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO TÉCNICO.
 - LA UBICACIÓN DEL MEDIDOR SERÁ REAFIRMADA EN BASE A LA TOPOGRAFÍA EXISTENTE.
 - EL SOLO USUARIO DEBEN A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE REALIZAR LA TOPOGRAFÍA, BARRIL DEL ÁREA DE MEDICIÓN A FIN DE DEFINIR LOS NIVELES DEL PISO PARA SU EMPALMADO Y/O MEDICIÓN DEL ANCHO SUPERIOR, TRAZADO QUE DEBE SER AFIRMADO POR LA SUPERVISIÓN.
 - EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE INCLUIR LA LAMINA DE TRAZO DE CANAL, TUBO, AGUA ARREBA Y AGUA ARREBA, SEPARANDO LA SECCIÓN PRINCIPAL DE CANAL.
 - LA REGLA GRADUADA DEBE SER PINTADA DESPUÉS DE VERIFICAR LA ENTORNO DE LA CONSTRUCCIÓN SERÁ USADO.
 - LA CONSTRUCCIÓN DEL MEDIDOR DEBE REALIZARSE CON EL NIVEL DE PRECISIÓN Y POSTERIONAMENTE DE PROCEDER A LA CALIBRACIÓN DE LA REGLA.
 - LA CALIBRACIÓN DE LA REGLA GRADUADA SE PROCEDERÁ A PARTIR DE LA TUBA DE CALIBRACIÓN, EN CASO DE ALGUNA MODIFICACIÓN EN EL PROCESO CONSTRUCCIÓN SE VINCULARÁ A CALIBRAR CONSIDERANDO LOS VALORES DE CALIBRACIÓN INDICADOS HASTA COMPLETAR EL CANAL, MEDIO REQUERIDO PARA EL CANAL.
 - CUALQUIER MODIFICACIÓN AL DISEÑO DE EJECUCIÓN DEBEN LAS CONDICIONES DE CAMPO, PREFERI ALICADO DARSE LA SUPERVISIÓN, LA JUNTA DE USUARIOS Y EL COMITÉ.

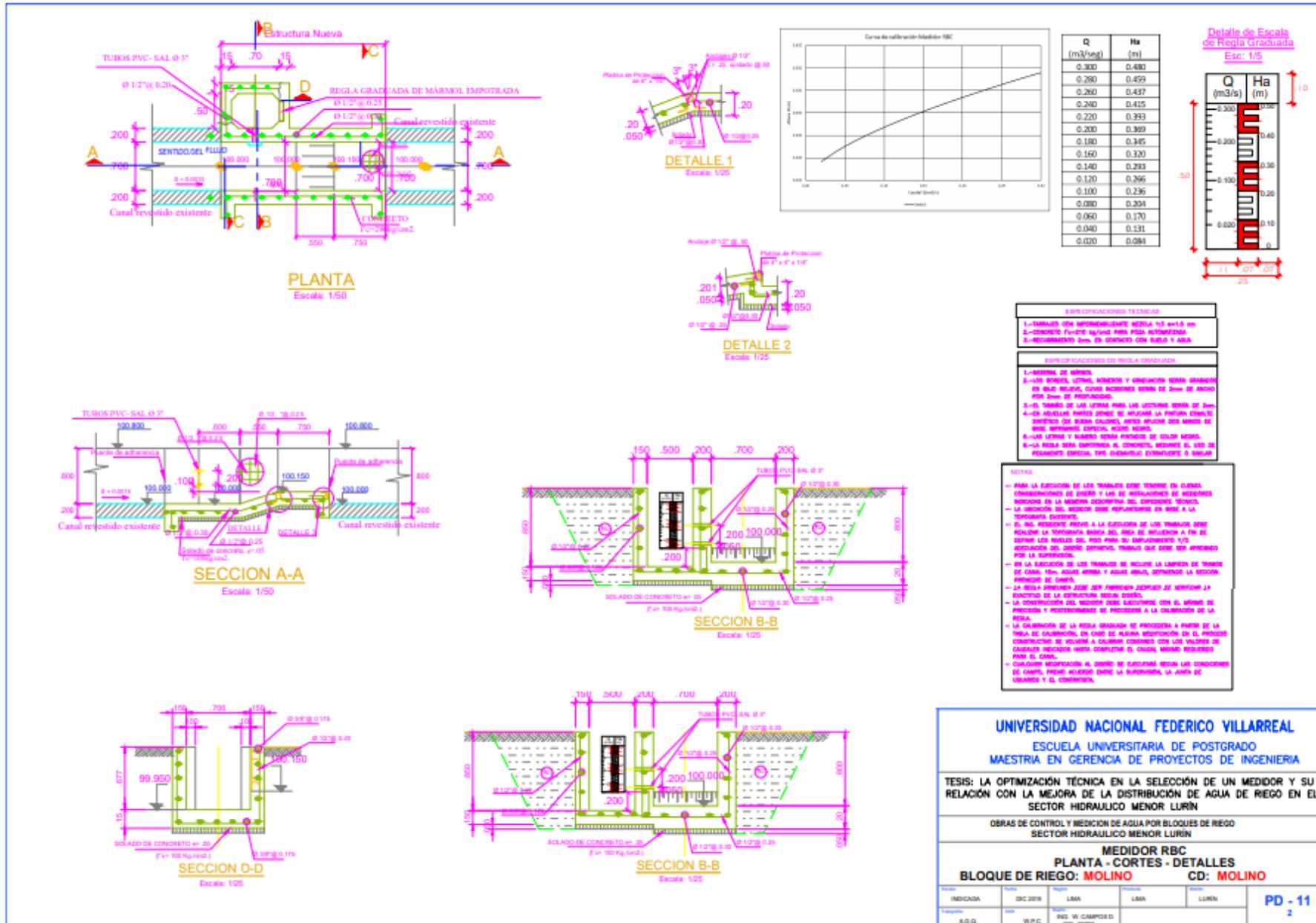
UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICIÓN DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: MOLINO CD: MOLINO

INDICADA	DIC 2018	LMA	LMA	LURIN	PD - 11
Temática	AGG	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. OF. 2018		



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

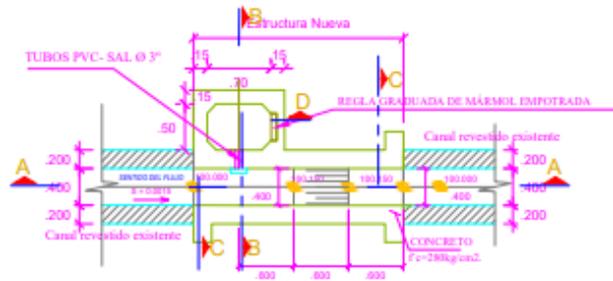
TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACIÓN CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICIÓN DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
PLANTA - CORTES - DETALLES
BLOQUE DE RIEGO: MOLINO CD: MOLINO

Fecha	Revisión	Revisión	Revisión	Revisión
INDICADA	DIC 2018	LMA	LMA	LURIN
Elaborado	W.P.C	Revisado	ING. DR. CARLOS D. OY. 2082	

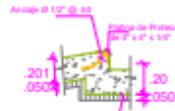
PD - 11
2



PLANTA
Escala: 1/50



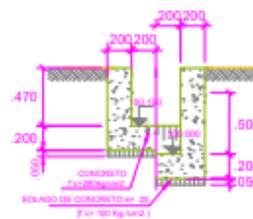
DETALLE 1
Escala: 1/25



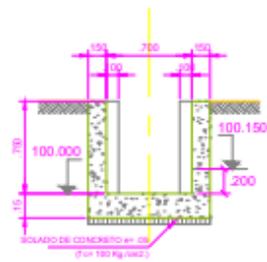
DETALLE 2
Escala: 1/25



SECCION A-A
Escala: 1/50



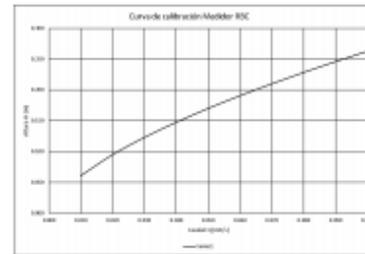
SECCION C-C
Escala: 1/25



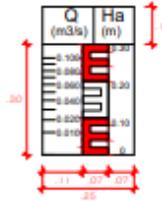
SECCION D-D
Escala: 1/25



SECCION B-B
Escala: 1/25



Detalle de Escala de Regla Graduada
Escala: 1/5



Q (m³/seg)	Ha (m)
0.300	0.263
0.090	0.246
0.080	0.228
0.070	0.210
0.060	0.191
0.050	0.170
0.040	0.148
0.030	0.123
0.020	0.095
0.010	0.061

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1- SERRALD CON IMPERMEABILIZANTE MEZCLA 1:3 + 1:5 cm
- 2- CONCRETO F'c=210 kg/cm² PARA PEDA AUTOMANADA
- 3- RECUBRIMIENTO 2cm, EN CONTACTO CON SUELO Y AGUA.

ESPECIFICACIONES DE REGLA GRADUADA

- 1- MATERIAL DE SERRALD
- 2- LOS BORDES, LETRAS, NÚMEROS Y GRADUACIÓN SERÁN GRABADOS EN BAJA RELIEVE, CON UN PROFUNDIDAD SERÁN DE 2mm DE ANCHO POR 2mm DE PROFUNDIDAD.
- 3- EL TAMAÑO DE LAS LETRAS PARA LAS LECTURAS SERÁN DE 3mm.
- 4- EN AQUELLAS PARTES DONDE SE APLIQUE LA PINTURA ESMALTE SINTÉTICO DE BUENA CALIDAD, ANTES APLICAR DOS MANOS DE BASE SERRALD ESPECIAL, ACERO NEGRO.
- 5- LAS LETRAS Y NÚMEROS SERÁN PINTADOS DE COLOR NEGRO.
- 6- LA REGLA SERÁ EMPOTRADA AL CONCRETO, MEDIANTE EL USO DE PEGAMENTO ESPECIAL, TIPO CHEMYLIC ESTERILIZADO O SIMILAR.

- NOTAS:**
- PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE TENERSE EN CUENTA CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y LAS DE INSTALACIONES DE MEDIDORES INDICADOS EN LA MEMORIA DESCRIPTIVA DEL SUPLENTE TÉCNICO.
 - LA UBICACIÓN DEL MEDIDOR DEBE REEMPLAZARSE EN BASE A LA TOPOGRAFÍA EXISTENTE.
 - EL INCL. RESIDENTE PREVIO A LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DEBE REALIZAR LA TOPOGRAFÍA BRUTA DEL ÁREA DE INFLUENCIA A FIN DE DEFINIR LOS NIVELES DEL PISO PARA SU EMPALMADO Y/O ADJUDICACIÓN DEL DISEÑO DEFINITIVO, TRABAJO QUE DEBE SER APROBADO POR LA SUPERVISIÓN.
 - EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS SE INCLuye LA LIMPIEZA DE TRAMOS DE CANAL, 10cm AGUA ARRIBA Y AGUA ARRIBA, DEFINIENDO LA SECCIÓN PROMEDIO DE CANAL.
 - LA REGLA GRADUADA DEBE SER FABRICADA DESPUES DE VERIFICAR LA EXACTITUD DE LA ESTRUCTURA SEGUN DISEÑO.
 - LA CONSTRUCCIÓN DEL MEDIDOR DEBE EJECUTARSE CON EL MÁXIMO DE PRECISIÓN Y POSTERIORMENTE SE PROCEDERÁ A LA CALIBRACIÓN DE LA REGLA.
 - LA CALIBRACIÓN DE LA REGLA GRADUADA SE PROCEDERÁ A PARTIR DE LA TABLA DE CALIBRACIÓN, EN CASO DE ALGUNA MODIFICACIÓN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO SE VOLVERÁ A CALIBRAR CONTINUO CON LOS VALORES DE CALIBRAZ INDICADOS HASTA COMPLETAR EL CANAL, MEDIO REQUERIDO PARA EL CANAL.
 - CUALQUIER MODIFICACIÓN AL DISEÑO SE EJECUTARÁ SEGUN LAS CONDICIONES DE CANAL, PREVIO ACUERDO ENTRE LA SUPERVISIÓN, LA ANTA DE USUARIOS Y EL CONTRATISTA.

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

TESIS: LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA EN LA SELECCIÓN DE UN MEDIDOR Y SU RELACION CON LA MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

OBRAS DE CONTROL Y MEDICIÓN DE AGUA POR BLOQUES DE RIEGO SECTOR HIDRAULICO MENOR LURIN

MEDIDOR RBC
BLOQUE DE RIEGO: MOLLE BAJO CD: MOLLE BAJO

INDICADA	DIC 2019	IMA	IMA	LURIN	PD - 12
AGG	W.P.C	ING. W. CAMPOS D. (P. 2002)			1

