



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

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



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 102347136

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°212 INICIAL, EN EL CENTRO POBLADO DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO-2022


presentado por:

ARQUIÑEGO ESPINOZA, BRUNO EDUARDO

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **14% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 29 de agosto de 2023

Universidad Nacional San Luis Gonzaga
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION


DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Análisis hidrológico para el diseño hidráulico del sistema de
desagüe pluvial de la Institución Educativa N°212 Inicial, en el
Centro Poblado de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho-
2022

Línea de investigación:
Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático

INFORME FINAL DE TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR:
BACH. ARQUIÑEGO ESPINOZA, BRUNO EDUARDO

Ica, Perú
2022

Dedicatoria

Dedico la presente tesis a mis padres y abuelos que estando cerca y a la distancia siempre me hicieron sentir su amor y apoyo.

Agradecimientos

A Dios, mis padres, profesores y mi compañero Julio Ramírez Lloclla quien en vida me ayudó a querer mucho más esta hermosa carrera.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación de problemas.....	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos.....	13
1.3 Antecedentes del problema de investigación.....	13
1.3.1 Antecedentes a nivel internacional	13
1.3.2 Antecedentes a nivel nacional.....	14
1.3.3 Antecedentes a nivel local	15
1.4 Justificación e importancia de la investigación	15
1.4.1 Justificación	15
1.4.2 Importancia	15
1.5 Objetivos de la investigación.....	15
1.5.1 Objetivo general.....	15
1.5.2 Objetivos específicos	15
1.6 Contenido de capítulos.....	16
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	17
2.1 Procedimientos	17
2.2 Diseño metodológico.....	22
2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	22
2.2.2 Operacionalización de variables	22
2.3 Participantes.....	23
2.4 Universo y muestra.....	23
2.4.1 Delimitación del proyecto.....	23
2.4.2 Delimitación temporal.	25
2.4.3 Delimitación social.	25
2.4.4 Delimitación conceptual.	25
2.4.5 Población y muestra.....	25

2.5 Instrumentos y técnicas de medición y recolección.....	25
2.5.1 Instrumentos de recolección de datos	25
2.5.2 Técnicas de recolección de datos.....	25
2.5.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos	26
III. RESULTADOS.....	27
3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.....	27
3.1.1 Análisis hidrológico.....	27
3.1.2 Situación actual.....	28
3.2 Propuesta de diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E.	33
3.2.1 Determinación de la máxima precipitación para diferentes periodos de retorno....	37
3.2.2 Determinación del caudal de diseño	46
3.2.3 Dimensionamiento de componentes hidráulicos	48
3.3 Verificación de hipótesis.	56
3.3.1 Verificación de hipótesis específicas.....	56
3.3.2 Verificación de hipótesis general.....	56
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES.....	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VIII. ANEXOS.....	63

Índice de Tablas

Tabla I.	Operacionalización de variables	22
Tabla II.	Precipitaciones obtenidas del SENAMHI	27
Tabla III.	Delta teórico y delta tubular	36
Tabla IV.	Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno	42
Tabla V.	Relación entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos	43
Tabla VI.	Precipitaciones máximas verdaderas para diferentes periodos de retorno	43
Tabla VII.	Intensidades máximas en minutos	45
Tabla VIII.	Intensidades máximas en minutos (mm/hr)	45
Tabla IX.	Coefficientes de escorrentía “C” para ser utilizados en el método racional	47
Tabla X.	Área total de influencia del techo y cantidad de sumideros	47
Tabla XI.	Área de influencia para cálculo de canaletas	47
Tabla XII.	Área total de influencia del terreno	48
Tabla XIII.	Área de influencia para cálculo de cunetas	48
Tabla XIV.	Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)	49
Tabla XV.	Velocidad máxima del flujo de agua	52
Tabla XVI.	Histórico de Pp	54
Tabla XVII.	Resumen de las características de los componentes del sistema	55

Índice de figuras

Fig. 1	Distribución temporal de las temperaturas del aire y la precipitación	2
Fig. 2	Desde la entrada se observa inexistencia de cunetas y problemas de drenaje.....	2
Fig. 3	En el interior también se observa la inexistencia de cunetas de drenaje pluvial.....	3
Fig. 4	Escurrimiento hacia el interior de las paredes de las aulas	4
Fig. 5	Desgaste de las paredes de las aulas en el interior	4
Fig. 6	Desgaste de las paredes de las aulas en el exterior de las aulas	5
Fig. 7	Presencia del flujo del agua dentro del colegio, hecho por las personas.....	5
Fig. 8	Exteriores de la Institución Educativa-exceso de vegetación por precipitaciones	6
Fig. 9	Pequeñas canaletas en los techos, en mal estado y con continuos desbordes	6
Fig. 10	Calles del C.P. de Raquina con presencia de vegetación debido a las constantes precipitaciones	7
Fig. 11	Calles del C.P. de Raquina, se observa problemas a nivel de la localidad respecto a las precipitaciones	8
Fig. 12	Iglesia del C.P. de Raquina	8
Fig. 13	Canales por donde se evacuan las lluvias en el Centro Poblado	9
Fig. 14	Otros canales por donde se evacuan las lluvias en el Centro Poblado	10
Fig. 15	Vista técnica a los canales de desagüe pluvial del Centro Poblado	11
Fig. 16	Canaleta de desagüe pluvial del Centro Poblado – Sector 2	12
Fig. 17	Visita a la Institución Educativa N°212	17
Fig. 18	Visita dentro de la I.E. N°212	18
Fig. 19	Breve charla a niños de la I.E. N°212	18
Fig. 20	Patio de la I.E. N°212.....	19
Fig. 21	Toma de medidas del exterior de la I.E. N°212	19
Fig. 22	Toma de medidas del interior de la I.E. N°212	20
Fig. 23	Se reitera la inexistencia de cunetas de desagüe pluvial	21
Fig. 24	Provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho.....	23
Fig. 25	Distrito de Lucanas, provincia de Lucanas	24
Fig. 26	Centro Poblado de Raquina, distrito de Lucanas	24
Fig. 27	Estación de Lucanas, considerada para el análisis hidrológico.....	27
Fig. 28	Vista de interior de la I.E. N°212.....	29
Fig. 29	Patio de la I.E. N°212.....	29
Fig. 30	Presencia de cunetas naturales en el Centro Poblado.....	30
Fig. 31	Arquitectura de la I.E. en estudio sin presencia de desagüe pluvial	31
Fig. 32	Ausencia de drenaje pluvial en la I.E.	32

Fig. 33	Se selecciona la distribución a trabajar: normal, Lognormal 2p, Lognormal 3p, Logpearson III y Gumbel.....	33
Fig. 34	Con la distribución de Gumbel se observa que el delta teórico es 0.1038 y delta tubular es 0.1923	34
Fig. 35	Con la distribución de Lognormal 3p se observa que el delta teórico es 0.0914 y delta tubular es 0.1923	34
Fig. 36	Con la distribución de Lognormal 2p se observa que el delta teórico es 0.1360 y delta tubular es 0.1923	35
Fig. 37	Con la distribución de Logpearson III se observa que el delta teórico no se ajusta a la distribución.....	35
Fig. 38	Con la distribución de Normal se observa que el delta teórico es 0.0949 y delta tubular es 0.1923	36
Fig. 39	Para un periodo 2 años el caudal será de 28.51 m ³ /s.....	37
Fig. 40	Para un periodo 5 años el caudal será de 40.46 m ³ /s.....	37
Fig. 41	Para un periodo 10 años el caudal será de 47.93 m ³ /s.....	38
Fig. 42	Para un periodo 20 años el caudal será de 54.85 m ³ /s.....	38
Fig. 43	Para un periodo 30 años el caudal será de 58.73 m ³ /s.....	39
Fig. 44	Para un periodo 50 años el caudal será de 63.52 m ³ /s.....	39
Fig. 45	Para un periodo 80 años el caudal será de 67.85 m ³ /s.....	40
Fig. 46	Para un periodo 100 años el caudal será de 69.89 m ³ /s.....	40
Fig. 47	Para un periodo 140 años el caudal será de 72.94 m ³ /s.....	41
Fig. 48	Para un periodo 200 años el caudal será de 76.16 m ³ /s.....	41
Fig. 49	Para un periodo 500 años el caudal será de 84.37 m ³ /s.....	42
Fig. 50	Intensidades Máx. obtenidas mediante el programa HidroEsta v2	44
Fig. 51	Imáx para t=5 años,10 años,20 años y 50 años-Curva I-D-T.....	46
Fig. 52	Detalle del techo a dos aguas y canaletas.....	47
Fig. 53	Visualización de las 2 partes que resultan de la división de las cunetas	48
Fig. 54	Calculo de la sección de canal rectangular con H Canales	51
Fig. 55	Sección transversal final-cuneta de desagüe pluvial 0.20 m x 0.20 m.....	52
Fig. 56	Aplicando HCanales resultó un tirante de 0.147 m.....	53
Fig. 57	Sección transversal final-cuneta de desagüe pluvial 0.30 m x 0.20 m.....	53
Fig. 58	Esquema en el plano del biohuerto y el reservorio	55

RESUMEN

En la I.E. N°212 Inicial, C.P. de Raquina, distrito y provincia de Lucanas, Ayacucho, el problema es la inexistencia de un correcto desagüe pluvial dentro de la I.E, como en el Sector 2 del mismo Centro Poblado, continuos problemas por las lluvias e inadecuado desarrollo de las actividades académicas.

Siendo necesario realizar un análisis hidrológico y realizar un diseño hidráulico para una solución, se desarrolló una investigación cuantitativa-aplicada con la hipótesis: “El análisis hidrológico influye en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”. Para ello se tuvo como objetivo principal “Determinar la influencia del análisis hidrológico en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”.

Concluyendo con una intensidad máxima de $I_{\text{máx}}=236.62\text{mm/hr}$. Un caudal de diseño de $Q=2.60$ l/seg, para cunetas internas de la I.E. $Q=23.14$ l/seg, para cunetas exteriores del Sector 2, $Q=250$ l/seg, sumideros y montantes de 4”, canaletas semicirculares de PVC con una longitud de 40.20 m, cunetas internas de la I.E. de 146.64 m, con medidas internas de 0.20x0.20m, cunetas externas del Sector 2 de 415.50 m, medidas internas de 0.30x0.20m, revestimiento de 0.10m, una pendiente longitudinal de 1%, unas velocidades aceptables y una propuesta de reservorio de 15 m³. Con el cumplimiento del objetivo general y de esta manera poder seguir beneficiando a los niños de la localidad.

Palabras clave: Análisis hidrológico, diseño hidráulico, desagüe pluvial.

ABSTRACT

The I.E. Initial No. 212, C.P. of Raquina, district and province of Lucanas, Ayacucho. The problem is the non-existence of a correct storm drainage within the I.E. as in Sector 2 of the same Populated Center, continuous problems due to the rains and inadequate development of academic activities.

Being necessary to carry out a hydrological analysis and carry out a hydraulic design for a solution, a quantitative-applied research was developed with the hypothesis: "Hydrological analysis influences the hydraulic design of the storm drainage system of the I.E. Initial N°212, in C.P. from Raquina, Lucanas district, Lucanas, Ayacucho". For this, the main objective was to "Determine the influence of hydrological analysis on the hydraulic design of the storm drainage system of the I.E. Initial N°212, in C.P. from Raquina, Lucanas district, Lucanas, Ayacucho".

Concluding with a maximum intensity of $I_{max}=236.62\text{mm/hr}$. A design flow of $Q=2.60\text{ l/sec}$, for internal ditches of the I.E. $Q=23.14\text{ l/sec}$, for external gutters of Sector 2, $Q=250\text{ l/sec}$, drains and 4" risers, semicircular PVC gutters with a length of 40.20 m, internal gutters of the I.E. of 146.64 m, with internal measurements of 0.20x0.20m, external ditches of Sector 2 of 415.50 m, internal measurements of 0.30x0.20m, lining of 0.10m, a longitudinal slope of 1%, acceptable speeds and a reservoir proposal of 15 m³. With the fulfillment of the general objective and in this way to be able to continue benefiting the local children.

Keywords: Hydrological analysis, hydraulic design, storm drainage.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

El centro poblado Raquina esta sectorizado en dos partes. El sector1 tiene un sistema de desagüe pluvial por ser la parte más antigua del lugar, posteriormente la zona urbana creció hacia el sur, dando origen al sector 2 donde no existe desagüe pluvial y precisamente allí es donde se encuentra la I.E. N°212 Inicial, la cual cuenta con un sistema de desagüe pluvial totalmente deficiente, solo cuenta con unas pequeñas canaletas en mal estado en los techos con una sola tubería de desagüe pluvial la cual también se encuentra en mal estado, no cuenta con cunetas en la superficie del terreno, presentando constantes lluvias por la zona en que se encuentra y de esta manera problemas hacia la estructura, todo ello afecta el correcto servicio y el desarrollo de todas las actividades educativas.

Tenemos entre las principales causas del mal estado y el incorrecto desarrollo de las actividades académicas, por diversas razones la no existencia de un correcto sistema de desagüe pluvial entra ellas la principal la inexistencia de un diseño hidráulico y la falta de iniciativa por parte de las autoridades. Se presentan desgastes en las estructuras y dificultad sobre el desarrollo de las actividades educativas, por ende, se necesita analizar hidrológicamente la zona de estudio para poder realizar una propuesta de solución.

En 2021, Gobierno del Perú:

Las precipitaciones constantes causan efectos contraproducentes en las estructuras que no están debidamente diseñadas para mitigar dichos impactos ambientales. Tenemos entre las principales causas del mal estado superficial y de afectar el correcto desarrollo de las actividades de la Institución Educativa, la no existencia de un correcto sistema de desagüe pluvial por diversas razones entra ellas la principal la falta de un correcto diseño hidráulico.

[1]

La I.E. N°212 Inicial, del C.P. de Raquina, en el distrito de Lucanas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho, se ubica sobre los 3,605 m.s.n.m. donde, el SENAMHI [2], en referencia a su clima lo reconoce como:

Lo cual se manifiesta gráficamente con los datos de la Estación Meteorológica Lucanas, distrito de Lucanas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho:



Fig. 1 Distribución temporal de las temperaturas del aire y la precipitación - SENAMHI [2]

Si no se realiza el análisis hidrológico para el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial, no se podría iniciar un proceso de elaboración e implementación y también no se podría mejorar los servicios de la Institución Educativa. Este se verá afectado cada vez más con el tiempo, mermando el crecimiento y económico.



Fig. 2 Desde la entrada se observa inexistencia de cunetas y problemas de drenaje



Fig. 3
pluvial

En el interior también se observa la inexistencia de cunetas de drenaje

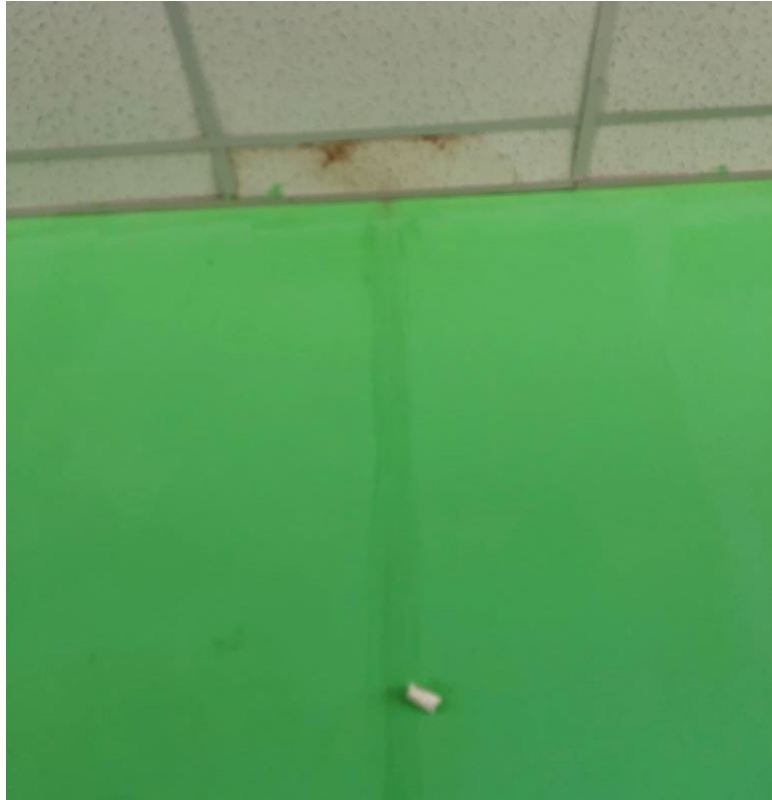


Fig. 4 Escurrimiento hacia el interior de las paredes de las aulas



Fig. 5 Desgaste de las paredes de las aulas en el interior



Fig. 6 Desgaste de las paredes de las aulas en el exterior de las aulas



Fig. 7 Presencia del flujo del agua dentro del colegio, hecho por las personas.



Fig. 8 Exteriores de la Institución Educativa-exceso de vegetación por precipitaciones



Fig. 9 Pequeñas canaletas en los techos, en mal estado y con continuos desbordes



Fig. 10 Calles del C.P. de Raquina con presencia de vegetación debido a las constantes precipitaciones



Fig. 11 Calles del C.P. de Raquina, se observa problemas a nivel de la localidad respecto a las precipitaciones



Fig. 12 Iglesia del C.P. de Raquina



Fig. 13 Canales por donde se evacuan las lluvias en el Centro Poblado



Fig. 14 Otros canales por donde se evacuan las lluvias en el Centro Poblado



Fig. 15 Vista técnica a los canales de desagüe pluvial del Centro Poblado



Fig. 16 Canaleta de desagüe pluvial del Centro Poblado – Sector 2

1.2 Formulación de problemas

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el análisis hidrológico influye en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿De qué manera el análisis hidrológico influye en la obtención de la máxima precipitación para iniciar el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022?
- b) ¿De qué manera la máxima precipitación permite la obtención del caudal de diseño para el sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022?
- c) ¿De qué manera el caudal de diseño influye en el dimensionado hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022?

1.3 Antecedentes del problema de investigación

1.3.1 Antecedentes a nivel internacional

En 2004, H. Gálvez. [3] Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Planificación y diseño De Los Sistemas De Drenaje Sanitario Y Pluvial De La Cabecera Municipal De Pasaco, Jutiapa.

Se diseñó un sistema de drenaje separativo, puesto que las instituciones que en este tipo de proyectos no autorizan la construcción de sistemas combinados, además se presenta la posibilidad de construir el drenaje sanitario y pluvial en diferentes etapas y por la economía que se obtiene en el tratamiento de las aguas negras. La realización del proyecto de drenaje sanitario beneficiará al pueblo de Pasaco de múltiples maneras: la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y se mejorará el ornato de la aldea entre otras. La realización del proyecto de drenaje pluvial ayudará a evitar la erosión de las calles del pueblo, además de brindar a los habitantes del lugar la oportunidad de trabajar en beneficio de su comunidad.

En 2006, A. Pineda [4]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal y propuesta de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea El Rosario, municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

Se diseñó un sistema de alcantarillado pluvial, el cual está dividido en cuatro fases basadas en la topografía del lugar, que permitirá evacuar el agua en puntos de desfogue estratégicos. La aldea El Rosario presenta deficiencias en su sistema de abastecimiento de agua potable, esto impidió que el agua llegara hasta la parte más alta de la aldea, provocando que los pobladores cuyas viviendas se encuentran en esta área, tengan escasez del líquido, cuando en realidad el aforo muestra que el caudal es suficiente para abastecer a toda la población. Con la propuesta de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable, se beneficiará a 113 familias de la

aldea El Rosario, lo cual permitirá que tengan mejores condiciones de salud y calidad de vida.

En 2013, Y. García et al. [5] Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya.

De acuerdo a los resultados del diagnóstico y a la evaluación del estado actual del sistema de drenaje del municipio podemos concluir que la población considera que las inundaciones es un problema inmediato a resolver, ya que en épocas de lluvias se ven obligados a enfrentar inundaciones en las calles, viviendas y el deterioro en los tramos de las calles, lo que significa difícil acceso y movilización.

1.3.2 Antecedentes a nivel nacional

En 2018, M. Hernández [6]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura.

El sistema planteado cumple con las exigencias del sector en análisis, logra evacuar los aproximadamente 3 m³/s de caudal, producidos por aguas de precipitación, captadas por estructuras hidráulicas propuestas. Los conductos de sección transversal circular utilizados han sido definidos debido a sus características de forma, para asegurar una velocidad de flujo adecuada, evitando su sedimentación aún ante caudales menores, es decir para los casos en donde las precipitaciones no sean de la intensidad de fenómenos El Niño.

En 2019, C. Escudero & G. Perez [7]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Áncash - Perú», Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima

Se concluye que, a mayor caudal de escorrentía captado, las dimensiones de los sumideros deberán ser mayores, siendo que el análisis hidrológico influye en el diseño de las obras superficiales de captación del sistema de drenaje pluvial urbano. A mayor caudal de escorrentía que se capte en la superficie, la dimensión de los diámetros de los colectores irá incrementándose debido a la acumulación consecutiva de dicho caudal, esto confirma que el análisis del hidrológico influye en el diseño del alcantarillado pluvial del sistema.

En 2021, M. Quintana [8]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Análisis y diseño de drenaje pluvial para A.H. Los Algarrobos I y II etapa (Piura)

Se emplearon la Norma de Drenaje Pluvial (Norma OS.060) y el método racional para el cálculo del caudal pico debido a que el área que comprendía el objeto de estudio es menor a los 13 km², 0.8 km², para una precipitación con un periodo de retorno (Tr) de 25 años y una intensidad (i) máxima de 94.01 mm/h para 10 minutos de duración. Si bien el diseño se ha realizado para un periodo de retorno (Tr) de 25 años, el diseño planteado cuenta con un 25 % de margen libre como mínimo en todo

su recorrido, de modo que de volverse el margen libre nulo tendrá la capacidad de funcionar bajo un caudal de 2.66 m³/s en lugar de 1.92 m³/s, comprendiendo un periodo de retorno (Tr) de 60 años aproximadamente con una intensidad de 129 mm/h para 10 minutos de duración.

1.3.3 Antecedentes a nivel local

No hay antecedente local ni tesis relacionada con el proyecto de investigación.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

El presente proyecto se justifica, por cuanto se busca realizar un análisis hidrológico de la zona de estudio para encontrar los valores de las máximas precipitaciones y su probabilidad de ocurrencia en el período de vida que se dé al sistema de evacuación y aportar a una solución de diseño hidráulico que permita beneficiar a la Institución Educativa N°212 Inicial, puesto que su infraestructura está sujeta a deterioros constantes debido a las lluvias que no son canalizadas correctamente en su evacuación, lo que merma el correcto desarrollo de las actividades académicas. Los resultados del análisis hidrológico y su diseño hidráulico permitirán encontrar la forma de resolver el problema. Todo ello en beneficio de la I.E. N°212 del C.P. de Raquina, dentro del marco legal, políticas institucionales y nacionales para el desarrollo del Sector Educativo.

1.4.2 Importancia

Esta se centrará en la resolución de problemas en un contexto determinado, mediante la aplicación de conocimientos de una disciplina de la carrera de Ingeniería Civil, la cual en este caso es la hidrología e hidráulica, con el propósito de usarlo en forma práctica para satisfacer una necesidad concreta, proporcionando una solución a un problema social o productivo, el cual en este caso es brindar un diseño hidráulico para su posterior aplicación y solución de la problemática actual.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar la influencia del análisis hidrológico en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho.

1.5.2 Objetivos específicos

- a) Realizar el análisis hidrológico para obtener la máxima precipitación para iniciar el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022.

- b) Determinar el caudal de diseño en base a la máxima precipitación obtenida para el sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022.
- c) Desarrollar el dimensionado hidráulico en base al caudal de diseño obtenido del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho”- 2022.

1.6 Contenido de capítulos

- ✓ Capítulo I – Introducción
Abarca el preámbulo y definiciones de nuestro proyecto, la problemática, objetivos, justificaciones y antecedentes necesarios.
- ✓ Capítulo II – Estrategia Metodológica
Engloba el planeamiento metodológico, se explica detalladamente como fue realizada y los elementos utilizados en esta, los sujetos y grupos de asignación, instrumentos de medición y procedimientos.
- ✓ Capítulo III – Resultados
Esta muestra de forma puntual y simple los resultados obtenidos, sus Tablas, gráficos, imágenes y programas que se aplicaron, la justificación de su uso; se muestra los datos más importantes, para dar desenlace a la obtención de objetivos propuestos para de esta forma lograr corroborar las hipótesis planteadas y dar pie para futuras investigaciones que se puedan desprender de esta, en beneficio de nuestra área de estudio.
- ✓ Capítulo IV – Discusión
En este capítulo examinamos e interpretamos resultados, los aspectos importantes del proyecto y posibles beneficios adicionales que se desprenden de este.
- ✓ Capítulo V – Conclusiones
Estas hacen referencia a los resultados que obtuvimos en el desarrollo de la tesis, estas van a la par de la cifra de objetivos de la investigación.
- ✓ Capítulo VI – Recomendaciones
Son desde la perspectiva del autor, estarán vinculadas con las conclusiones, siendo puntuales y cortas
- ✓ Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.
Agrupamos todos nuestros orígenes de consulta empleados en el proyecto.
- ✓ Capítulo VIII – Anexos
Se colocarán fotos de la zona a desarrollar y planos necesarios.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Procedimientos

La secuencia metodológica será estructurada en tres etapas, las cuales son:

- 1) Etapa preliminar de gabinete, consiste en la búsqueda y recopilación de datos e información actual de la zona de estudio a través del SENAMHI [2], entre otros; procesamiento, evaluación y análisis de la información temática preliminar, vinculada con el ámbito de influencia del estudio.
- 2) Etapa de campo, tiene como finalidad conocer la situación hidrológica e hidráulica actual, las deficiencias y riesgos de la zona donde se ubica el proyecto a realizar, así como su área de influencia, teniendo en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades: Reconocimiento de campo de toda el área de influencia del proyecto y la recopilación de información hidrológica e hidráulica complementaria a través de fotografía y/o descripción de la situación actual.



Fig. 17 Visita a la Institución Educativa N°212



Fig. 18 Visita dentro de la I.E. N°212



Fig. 19 Breve charla a niños de la I.E. N°212



Fig. 20 Patio de la I.E. N°212



Fig. 21 Toma de medidas del exterior de la I.E. N°212



Fig. 22 Toma de medidas del interior de la I.E. N°212



Fig. 23 Se reitera la inexistencia de cunetas de desagüe pluvial

- 3) Etapa final de gabinete, comprende principalmente las tareas de procesamiento de la información obtenida, en esta etapa se realizará el análisis hidrológico mediante los datos de las precipitaciones pluviales en la zona y la probabilidad de retorno de un caudal máximo que sirva para el diseño hidráulico del sistema de desagüe de aguas pluviales y así cumplir con los objetivos planteados, lograr la verificación de las hipótesis presentadas y llegar finalmente a plantear las conclusiones y recomendaciones.

2.2 Diseño metodológico.

2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

- Tipo de investigación

Es una investigación **cuantitativa y aplicada**. Porque se apoya en informaciones que pueden ser medibles-cuantificables y es aplicada porque busca utilizar los conocimientos adquiridos mediante su desarrollo, a favor de la sociedad.

Según Hernández et al. [9]: **Enfoque cuantitativo:** La recolección de los datos se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recolección se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica...para que una investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos...como en este enfoque se pretende medir, los fenómenos estudiados deben poder observarse o referirse en el “mundo real” ...debido a que los datos son producto de mediciones se representan mediante números (cantidades).

- Nivel de investigación

El nivel de investigación de la presente tesis es **descriptivo – explicativo**. En referencia al primer nivel señalado, se comprende como la acción de expresar mediante palabras, las particularidades de fenómenos, sucesos, condiciones, objetos, personas y demás seres vivos, de tal forma que un lector o intérprete de la investigación, pueda imaginarlos en la mente.

- Diseño de investigación

La investigación es **no experimental**.

2.2.2 Operacionalización de variables

Tabla I

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente: Análisis hidrológico	Evaluación cualitativa y cuantitativa del comportamiento pluviométrico de una cuenca, y de los registros máximos generados en un período de tiempo.	<ul style="list-style-type: none">• Períodos de retorno.• Probabilidad de retorno.• Máximas precipitaciones.	<ul style="list-style-type: none">• Máxima precipitación para un periodo de retorno establecido.• Caudal de diseño.
Dependiente: Diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas,	Proceso de dimensionamiento hidráulico de los componentes del sistema de desagüe pluvial.	<ul style="list-style-type: none">• Áreas de influencia.• Pendientes.• Secciones transversales.• Rugosidad.• Régimen de flujo.	<ul style="list-style-type: none">• Configuración del desagüe pluvial en planta.• Dimensionado de componentes verticales.

2.3 Participantes.

- Asesorado: Bach. Arquíñego Espinoza, Bruno Eduardo
- Asesor: Ing. Guevara Bendezú, José (Asesor Interno)

2.4 Universo y muestra.

2.4.1 Delimitación del proyecto

- Delimitación espacial o geográfica

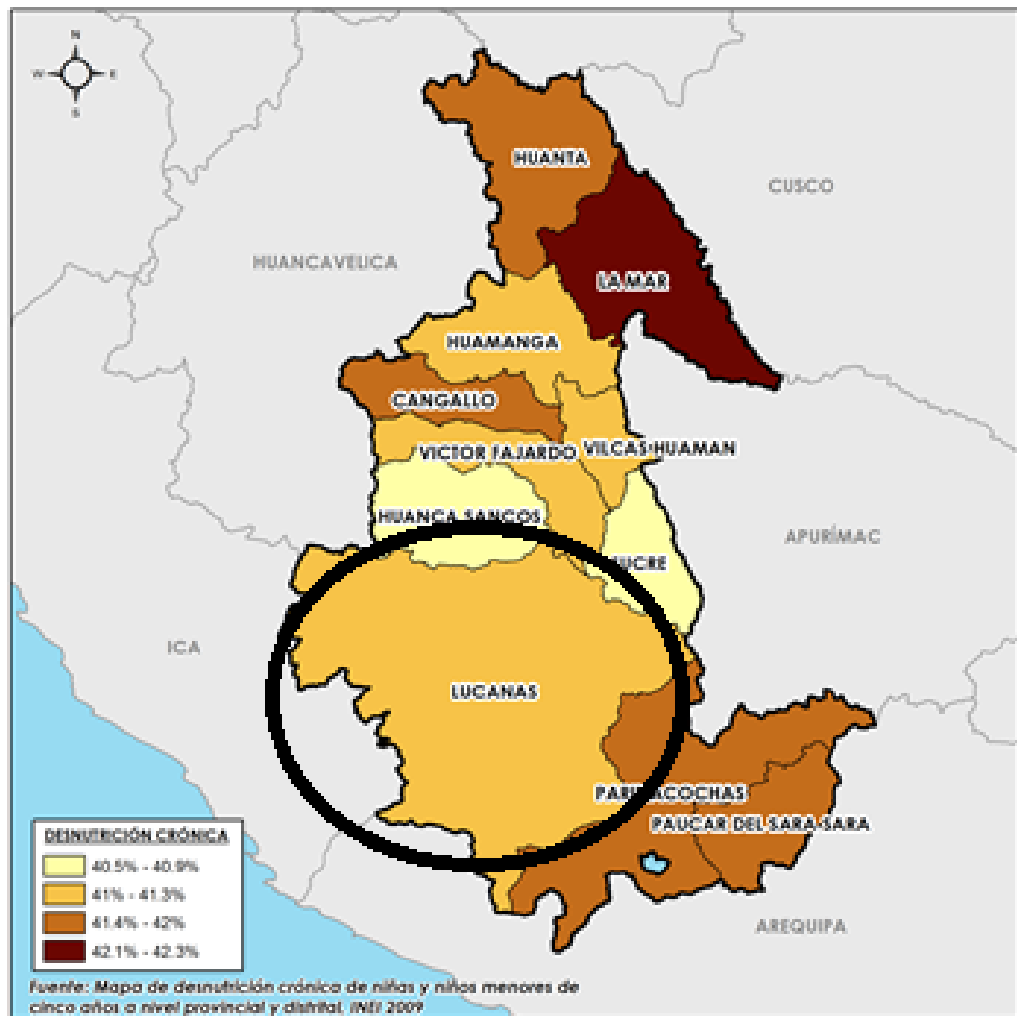


Fig. 24 Provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho - MEF [10]



Fig. 25 Distrito de Lucanas, provincia de Lucanas [11]



Fig. 26 Centro Poblado de Raquina, distrito de Lucanas - Google Earth [12]

2.4.2 Delimitación temporal.

El tiempo que nos llevará el desarrollo de esta tesis, será de 4 meses.

2.4.3 Delimitación social.

Es el área socioeconómica en la que se desarrolla la I.E. N°212 Inicial, C.P. de Raquina, distrito de Lucanas, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho.

2.4.4 Delimitación conceptual.

La presente investigación se desarrollará teniendo como tema general “El análisis hidrológico”, siendo el tema específico “Diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial”, circunscribiéndose El análisis hidrológico para realizar una propuesta de diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial teniendo como aplicación de apoyo el H-Canales, HidroEsta v2 [13], desde el punto de vista hidráulico, sin considerar aspectos geotécnicos, estructurales o económicos. Para ello se tendrá en cuenta la Norma Técnica CE. 040, la R.D. N°20-2011-MTC/14: “Manual De Hidrología, Hidráulica Y Drenaje” del MTC, manuales de diseño nacionales y teorías.

2.4.5 Población y muestra.

- Población de estudio

Red de desagüe pluvial del C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho-2022.

- Tamaño de la muestra

Red de desagüe pluvial en el sector 2 del C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho-2022.

- Criterios De Inclusión Y Exclusión

a) Criterios De Inclusión

- ✓ Análisis Hidrológico.
- ✓ Diseño hidráulico.

b) Criterios De Exclusión

- ✓ Estudio geotécnico.
- ✓ Aspecto estructural.
- ✓ Aspecto Económico.

2.5 Instrumentos y técnicas de medición y recolección.

2.5.1 Instrumentos de recolección de datos

En este caso los instrumentos más frecuentes de uso serán imágenes, textos, fotografías, documentos, equipo de cómputo, información digital recogida del SENAMHI [2], etc.

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

En nuestro caso, hemos utilizado el **Análisis documental** pues este nos admite a exploraciones retrospectivas y recobrar el documento cuando se necesite. En consecuencia, podemos afirmar que el Análisis Documental está ligado al Rescate de

Información. Sin embargo, hemos tenido que desarrollar además un análisis de contenidos de acuerdo a la metodología aplicada.

Se dará prioridad a la **observación directa**, a través de un reconocimiento hidrológico e hidráulico de la situación actual de la zona de estudio, comportamiento pluviométrico, registros máximos de precipitaciones, presencia o ausencia de estructuras hidráulicas, entre otros.

2.5.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos

Abarca varias operaciones para el procesamiento de los datos obtenidos o respuestas, tales como: Ordenar, tabular, registrar y codificar si ser necesario. En cuanto al Análisis se establecerán Técnicas Estadísticas o Lógicas, para poder interpretar lo que muestran los datos recogidos. Seguiremos esta secuencia:

2.5.3.1 Recolección de respuestas o datos

Incluye instaurar un plan detallado de procesos que conlleven a juntar datos para un determinado propósito.

2.5.3.2 Procesamiento de la información

Mediante este proceso se agrupan los datos individuales y se estructuran para responder al:

- Problema de Investigación
- Objetivos
- Hipótesis del estudio

Transformándose los datos en información importante.

2.5.3.3 Presentación y publicación de los resultados

El producto se muestra por medio de ecuaciones, Tablas y gráficos, y se descifran, en nuestro caso con análisis de contenido descriptivo.

III. RESULTADOS

3.1 Procesamiento y análisis, e interpretación de datos.

3.1.1 Análisis hidrológico

La estimación del caudal tomando como referencia a la información hidrológica disponible proporcionada por el SENAMHI [2], aplicando el Método racional: los datos fueron sacados de la estación Lucanas que se ubica en el departamento de Ayacucho, provincia de Lucanas y distrito de Lucanas la cual es la más cercana a la zona de estudio.

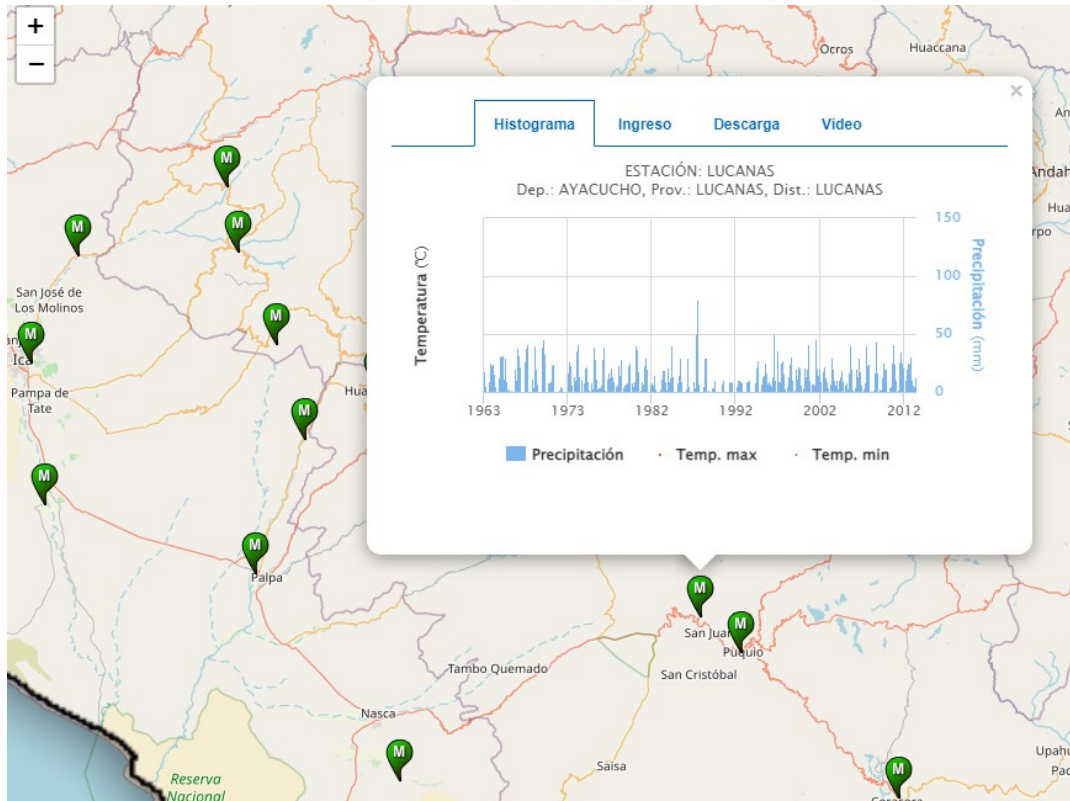


Fig. 27 Estación de Lucanas, considerada para el análisis hidrológico - SENAMHI [2]

Tabla II
Precipitaciones obtenidas del senamhi

AÑO	MES												Máx. PP 24H
	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
1963	0.00	0.00	18.40	5.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	10.00	0.00	25.50	25.50
1964	2.70	19.00	25.00	15.00	15.90	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	12.70	28.00	28.00
1965	32.00	25.00	31.00	32.00	32.00	12.00	10.00	30.00	10.00	4.00	2.00	3.40	32.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.00	2.10	19.80	7.50	10.40	19.80
1967	20.70	37.90	32.30	11.20	22.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.30	37.90
1968	38.40	13.00	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.20	3.00	4.00	42.00
1969	10.00	40.30	19.70	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	17.00	40.30
1970	39.00	46.00	33.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	7.00	10.00	46.00

1971	9.00	23.00	25.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	25.00
1972	1.80	4.90	5.80	0.30	0.50	0.00	0.00	0.00	0.70	0.50	0.20	1.80	5.80
1973	17.00	22.00	26.70	22.90	6.20	4.30	0.00	0.00	13.30	0.00	10.20	10.40	26.70
1974	36.00	18.90	41.50	13.50	0.00	0.00	0.00	11.60	0.00	0.00	0.00	13.50	41.50
1975	21.00	22.20	22.70	4.30	10.00	2.10	2.10	0.00	0.30	8.90	1.00	11.20	22.70
1976	39.20	26.00	28.90	11.20	3.60	0.00	0.00	3.80	4.40	0.00	3.20	6.10	39.20
1977	8.90	29.60	39.10	1.90	2.00	0.00	2.30	0.00	17.20	8.00	12.60	9.70	39.10
1978	21.50	18.00	14.20	9.20	0.00	0.00	1.00	5.20	2.10	6.40	23.00	5.50	23.00
1979	15.10	15.50	28.40	4.10	1.50	0.00	3.80	6.20	0.00	7.90	1.60	8.60	28.40
1980	23.60	17.40	25.90	0.00	0.00	0.10	8.40	2.10	4.80	9.60	0.00	13.90	25.90
1981	40.40	27.70	0.00	18.60	0.00	0.00	0.00	9.90	0.00	5.90	9.90	23.90	40.40
1982	21.20	29.60	19.80	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	8.30	8.60	5.30	29.60
1983	10.70	14.80	8.60	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	1.00	11.20	14.80
1984	10.90	10.20	19.40	8.00	3.20	10.10	0.00	2.60	3.40	21.00	9.60	10.70	21.00
1985	12.80	14.00	40.80	5.30	14.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.70	40.80
1986	14.70	10.00	30.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	30.00
1987	30.00	5.70	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.50	4.00	1.00	30.00
1988	9.90	50.40	80.20	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	80.20
1989	30.00	11.80	30.00	1.40	1.20	2.40	1.40	1.20	0.00	0.00	2.40	4.10	30.00
1990	1.40	9.30	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.00
1991	4.80	7.70	10.70	7.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.30	9.30	10.70
1992	0.00	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.40	0.00	0.00	9.70
1993	10.90	10.20	9.90	9.00	8.90	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	8.40	7.90	10.90
1994	9.90	10.10	10.10	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	11.00
1995	8.30	8.70	27.30	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	7.10	7.00	13.30	14.70	27.30
1996	13.70	25.10	20.00	16.60	7.40	0.00	0.00	10.00	7.60	5.00	5.30	0.00	25.10
1997	14.10	50.00	20.00	10.20	4.40	0.00	4.00	36.00	9.90	8.00	10.00	21.00	50.00
1998	25.60	27.60	15.70	5.70	0.00	3.50	0.00	0.00	1.10	5.10	13.30	15.10	27.60
1999	24.00	23.70	30.70	10.80	4.20	0.10	2.10	0.10	3.70	20.50	2.60	22.00	30.70
2000	14.10	14.90	21.30	6.80	3.90	0.60	0.00	4.50	6.50	21.60	9.70	14.30	21.60
2001	20.40	23.20	41.40	24.10	5.60	0.30	0.50	3.20	7.20	7.50	2.50	6.10	41.40
2002	45.60	15.60	20.10	9.70	14.80	1.30	20.00	9.10	1.60	0.20	17.60	8.90	45.60
2003	21.30	21.90	12.50	8.10	9.20	0.00	3.80	0.00	0.01	7.10	0.20	30.30	30.30
2004	15.00	20.60	10.60	8.00	0.00	1.60	10.50	2.30	3.50	3.20	10.70	13.90	20.60
2005	18.90	12.80	9.60	8.50	0.00	0.00	0.00	6.20	8.50	1.30	3.40	16.80	18.90
2006	21.50	40.60	11.60	20.20	0.00	1.20	0.00	4.30	3.10	0.00	20.10	6.80	40.60
2007	14.00	30.30	17.70	10.60	6.40	6.00	0.00	0.00	3.60	4.20	8.80	13.70	30.30
2008	40.30	17.10	25.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	14.30	40.30
2009	17.20	28.00	43.50	10.80	1.30	0.00	3.50	0.00	1.90	10.90	4.50	12.80	43.50
2010	25.40	20.20	20.10	10.40	2.10	0.00	0.00	0.00	3.20	4.20	0.00	21.30	25.40
2011	25.70	41.00	13.10	24.90	9.10	0.00	10.30	0.00	2.50	0.00	26.50	19.20	41.00
2012	26.80	34.70	25.30	21.50	8.60	0.00	0.01	10.20	4.20	21.60	10.30	25.10	34.70

Nota: SENAMHI [2]

3.1.2 Situación actual

Como ya se expuso en la situación problemática no existen canales sobre el terreno, solo unas pequeñas sobre los techos, pero deficientes y que siempre desborda y ha dañado la estructura en general.



Fig. 28 Vista de interior de la I.E. N°212



Fig. 29 Patio de la I.E. N°212



Fig. 30 Presencia de cunetas naturales en el Centro Poblado

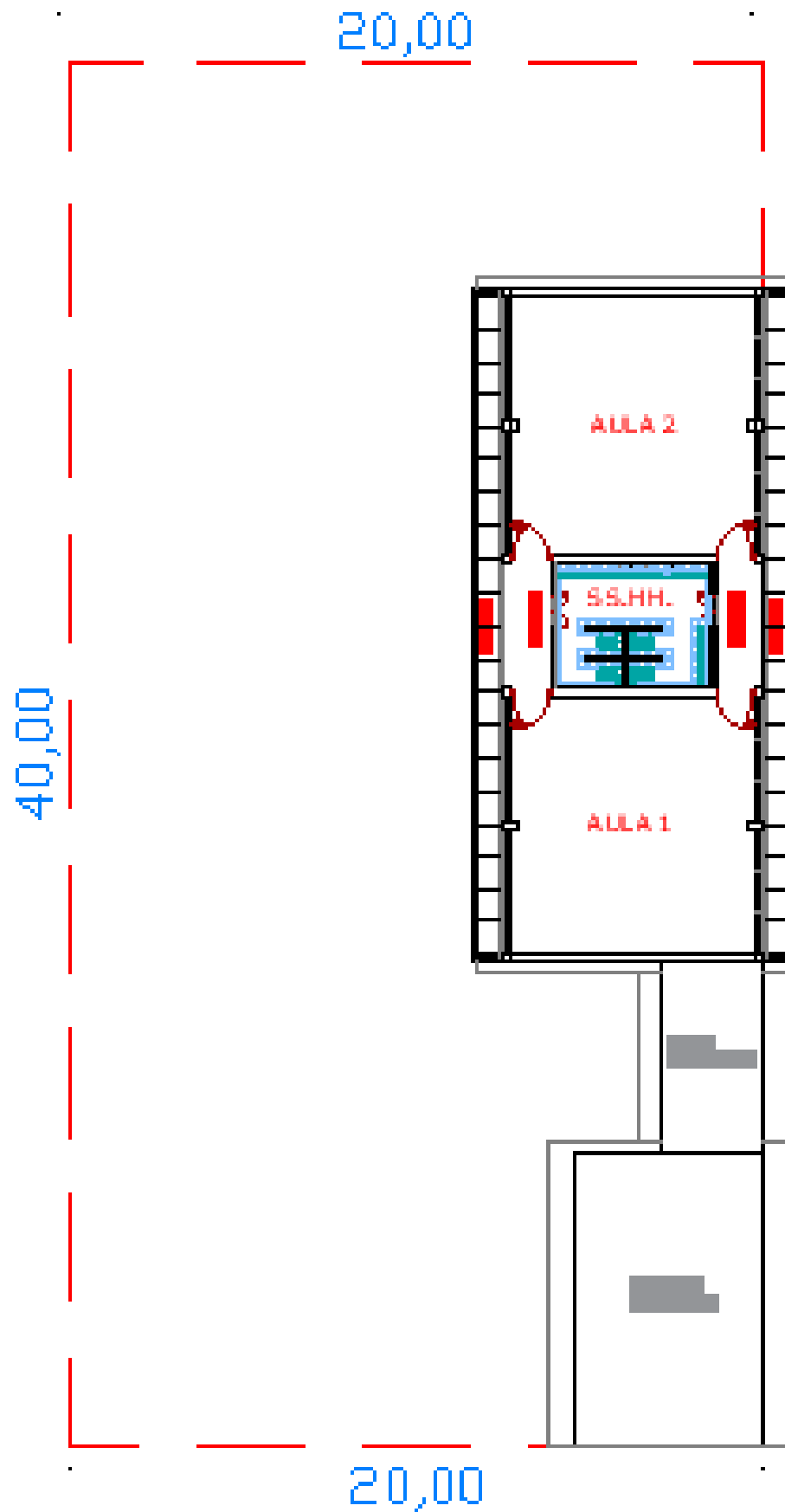


Fig. 31 Arquitectura de la I.E. en estudio sin presencia de desagüe pluvial

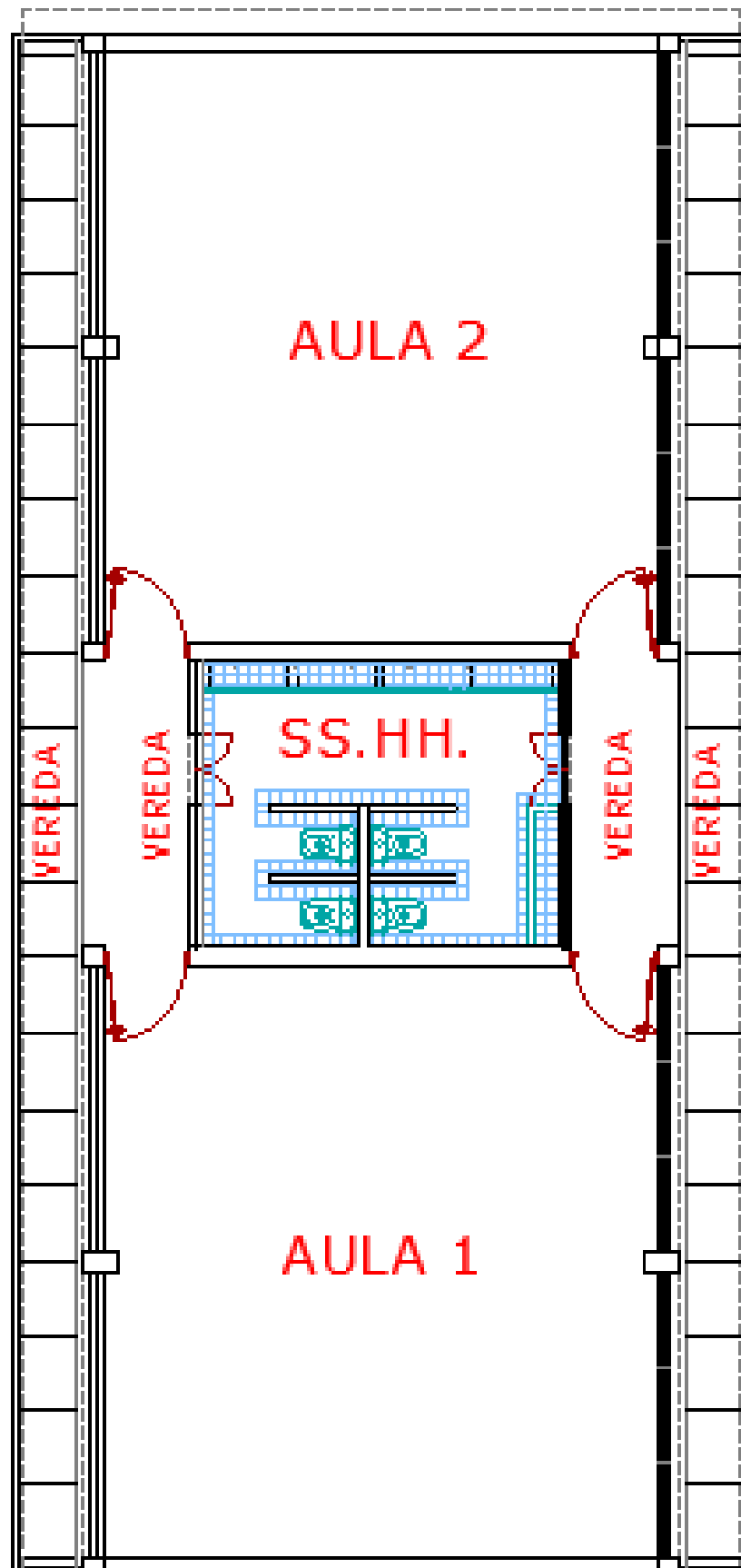


Fig. 32 Ausencia de drenaje pluvial en la I.E.

3.2 Propuesta de diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E.

Se utilizará el procedimiento recomendado en la norma Drenaje Superficial. Este procedimiento contempla la utilización de datos históricos en mm/d, los cuales son los datos obtenidos mediante la plataforma de SENAMHI [2].

Se hará uso del software HidroEsta v2 [13] para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la hidrología prueba de bondad de ajuste Smirnov-Kolgomorov.

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje [14] en la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; recomendándose utilizar las siguientes funciones:

- i. Distribución Normal
- ii. Distribución Log Normal 2 parámetros
- iii. Distribución Log Normal 3 parámetros
- iv. Distribución Gamma 2 parámetros
- v. Distribución Gamma 3 parámetros
- vi. Distribución Log Pearson tipo III
- vii. Distribución Gumbel
- viii. Distribución Log Gumbel

Se utilizarán los más usados en el Perú.

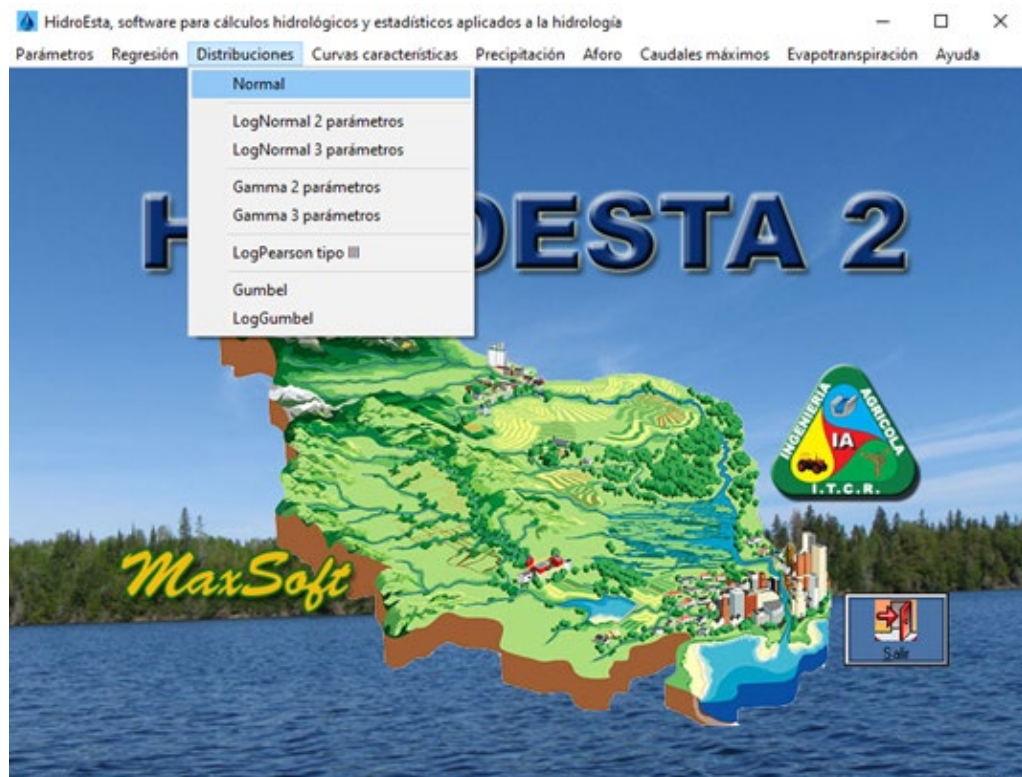


Fig. 33 Se selecciona la distribución a trabajar: normal, Lognormal 2p, Lognormal 3p, Logpearson III y Gumbel

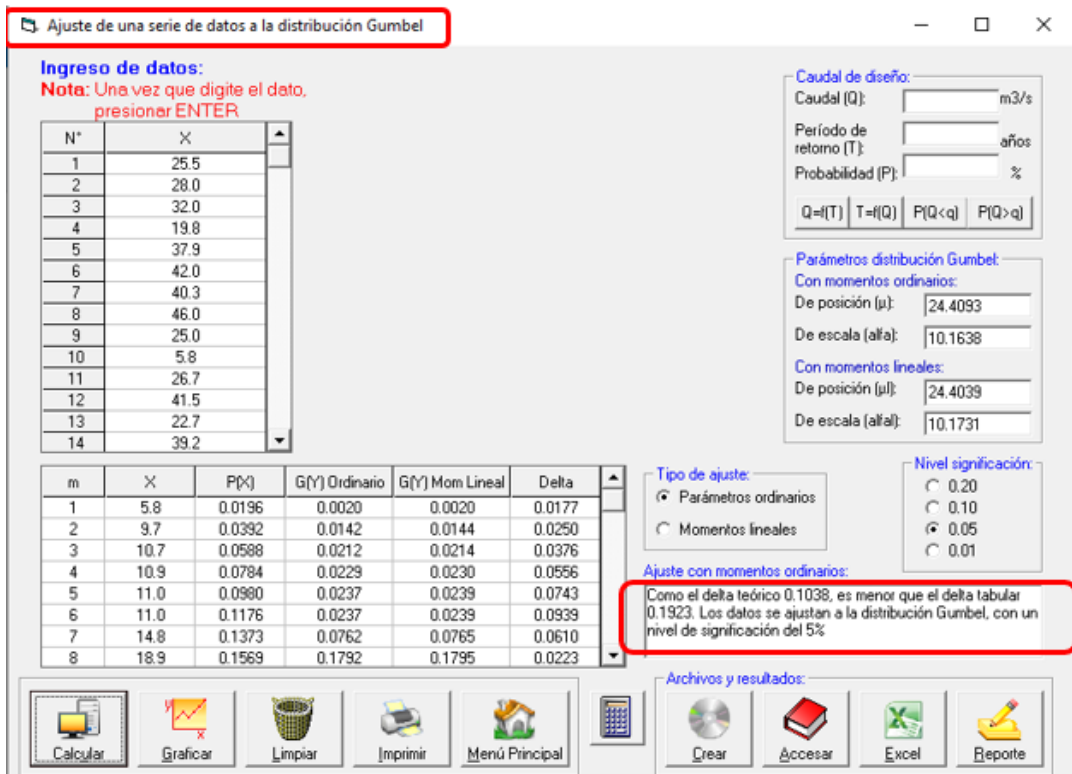


Fig. 34 Con la distribución de Gumbel se observa que el delta teórico es 0.1038 y delta tabular es 0.1923

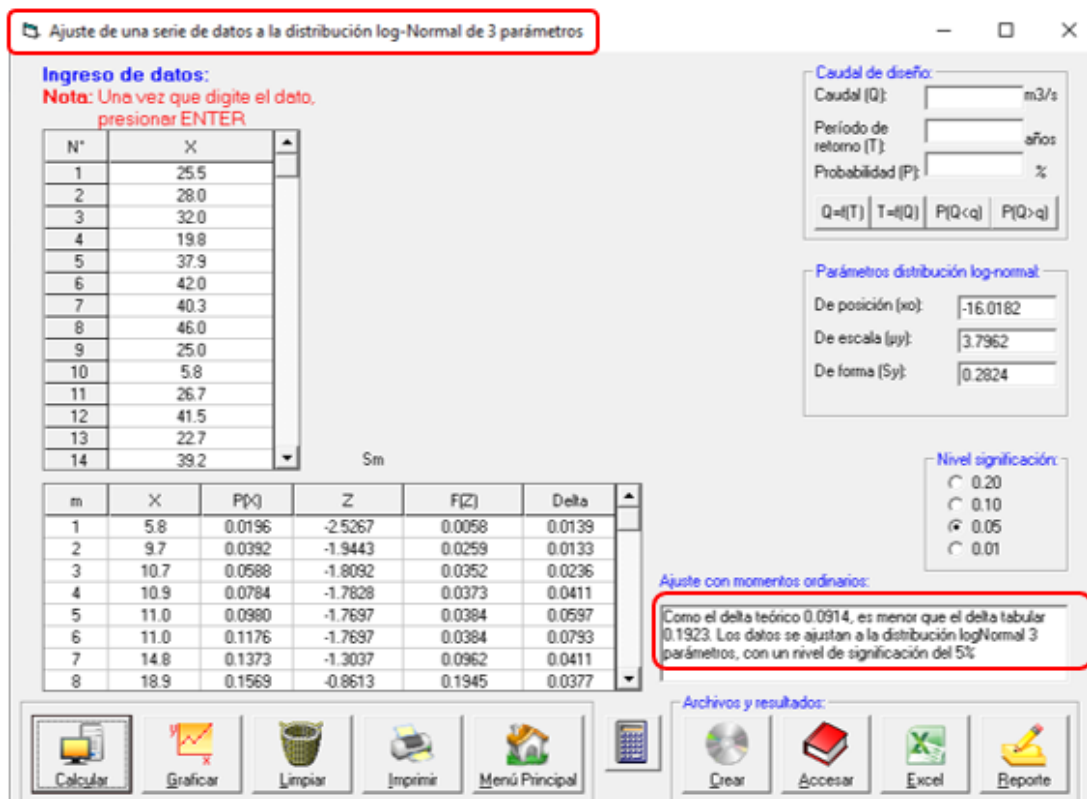


Fig. 35 Con la distribución de Lognormal 3p se observa que el delta teórico es 0.0914 y delta tabular es 0.1923

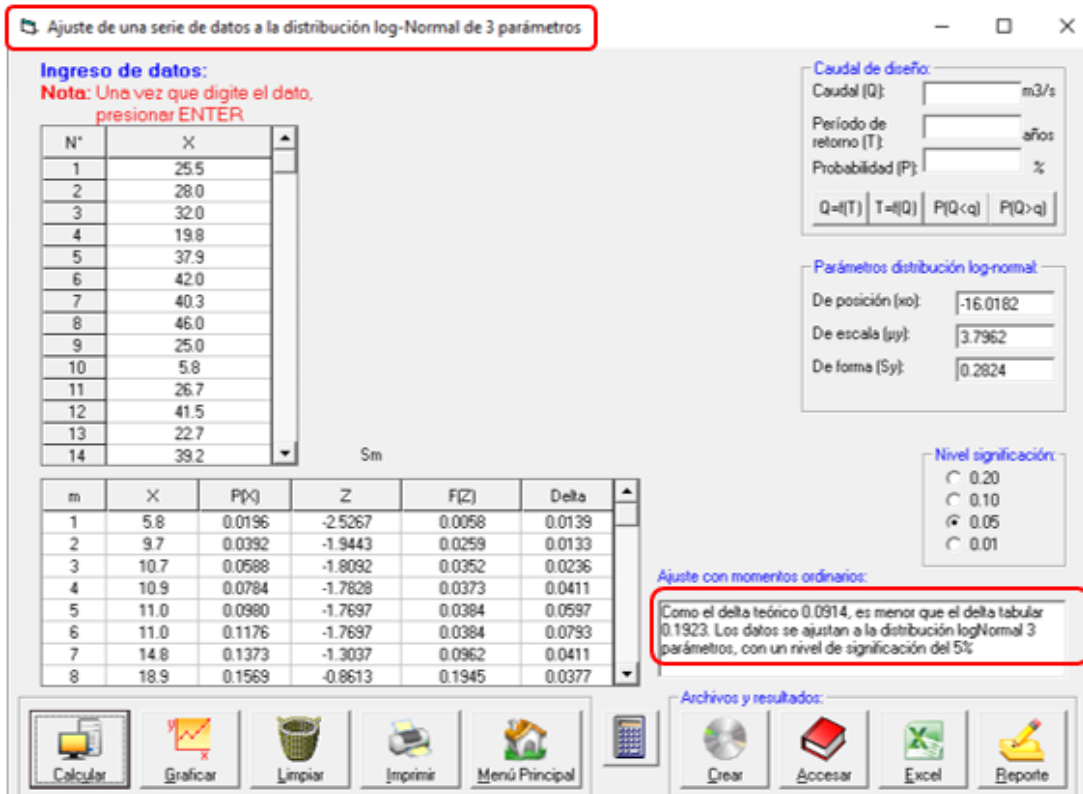


Fig. 36 Con la distribución de Lognormal 2p se observa que el delta teórico es 0.1360 y delta tubular es 0.1923

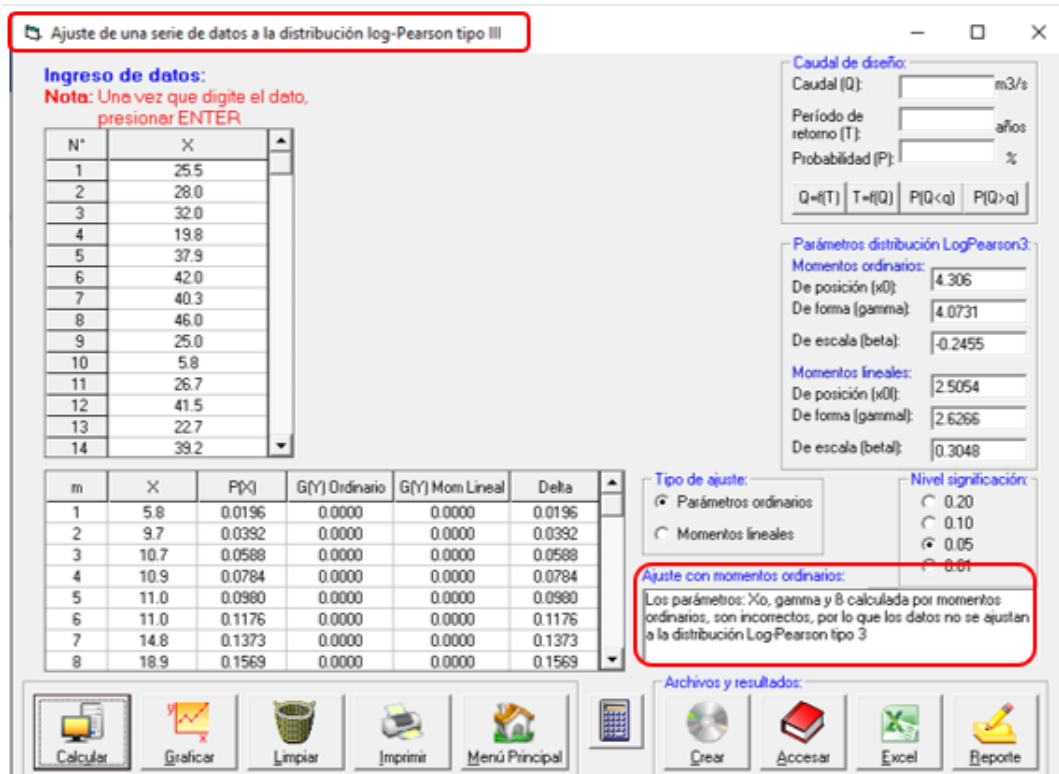


Fig. 37 Con la distribución de Logpearson III se observa que el delta teórico no se ajusta a la distribución

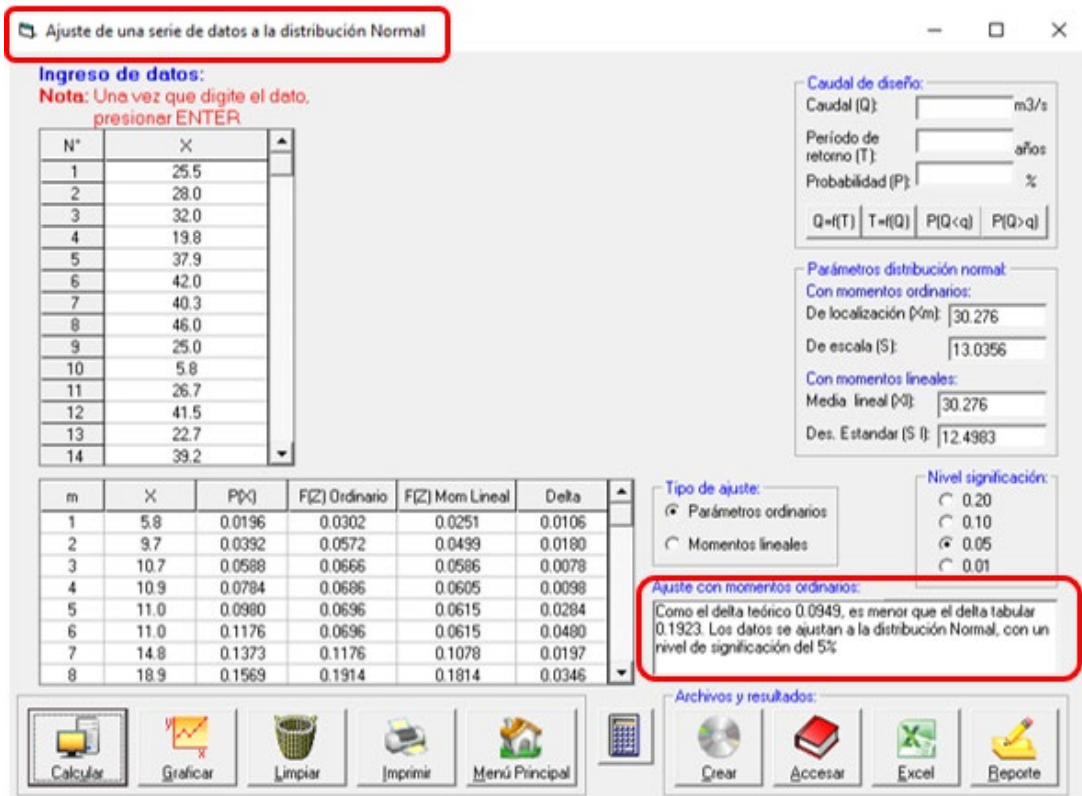


Fig. 38 Con la distribución de Normal se observa que el delta teórico es 0.0949 y delta tabular es 0.1923

Tabla III

Delta teórico y delta tabular

Δ	Δ TEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES				
	Dist. Normal	Lognormal 2p	Lognormal 3p	Logpearson III	Gumbel
TABULAR	0.0949	0.1360	0.0914	No se ajusta	0.1038
MIN Δ			0.0914		

Como el delta teórico 0.0914, es menor que el delta tabular 0.1923. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Se procede a trabajar el mínimo, que es la Distribución Lognormal 3p.

3.2.1 Determinación de la máxima precipitación para diferentes periodos de retorno

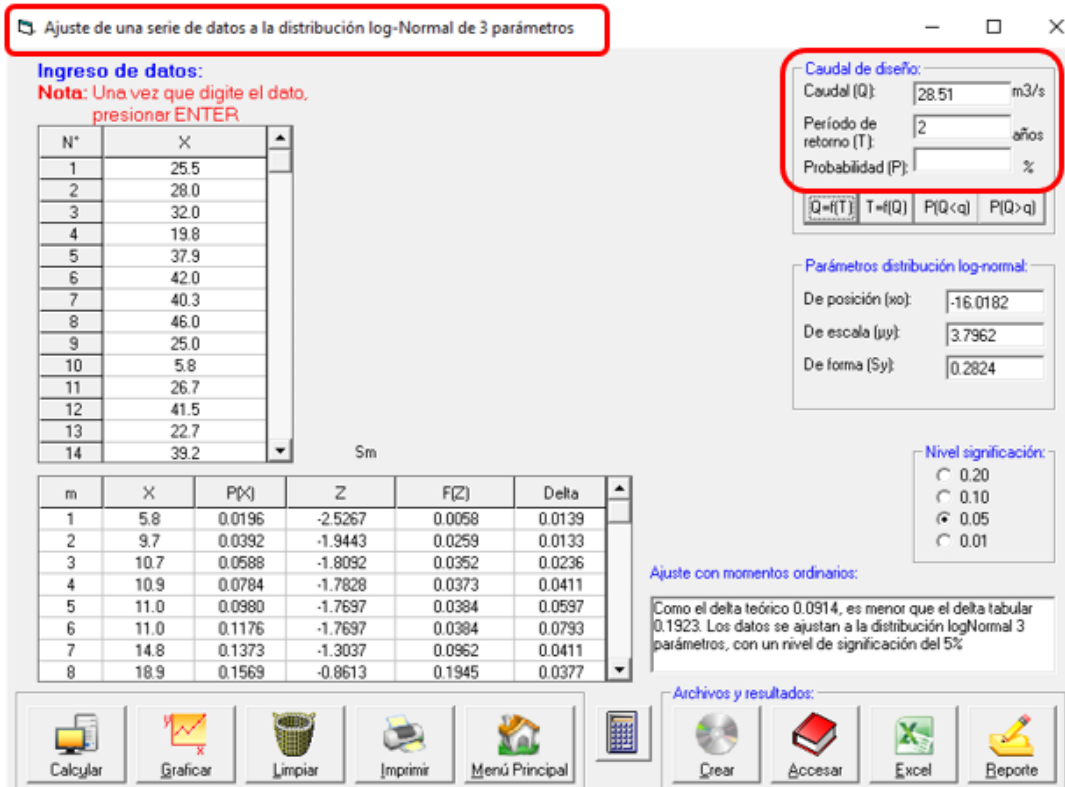


Fig. 39 Para un periodo 2 años el caudal será de 28.51 m³/s

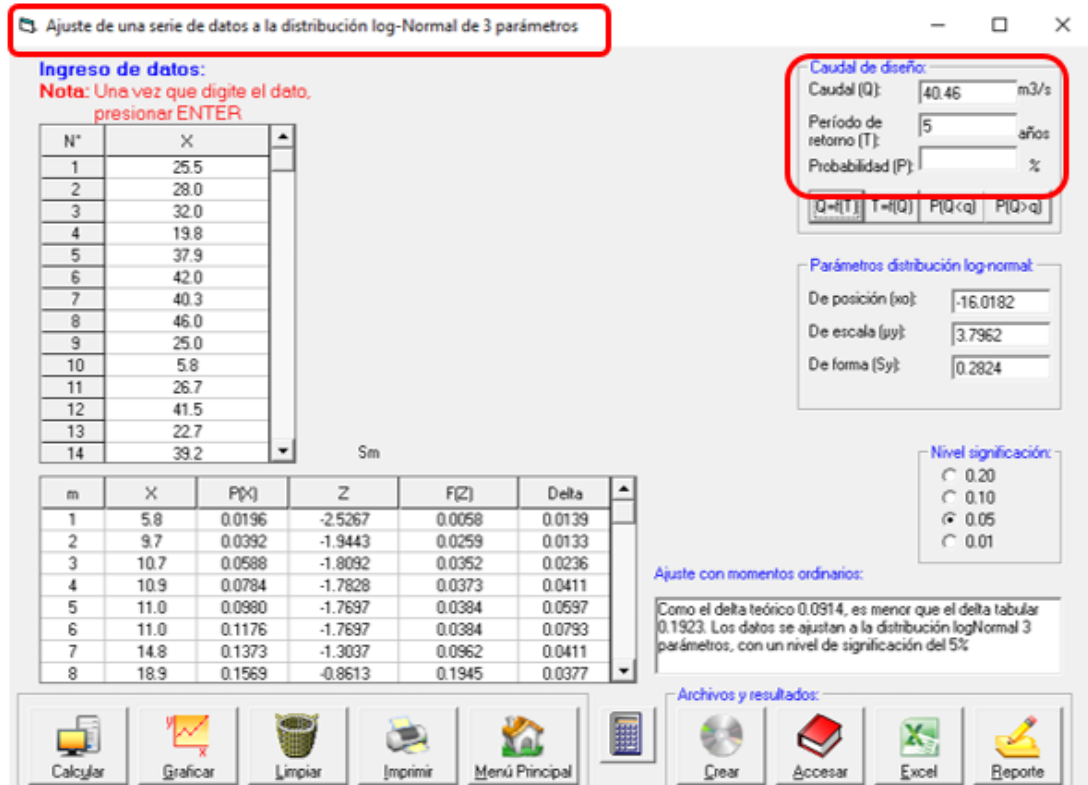


Fig. 40 Para un periodo 5 años el caudal será de 40.46 m³/s

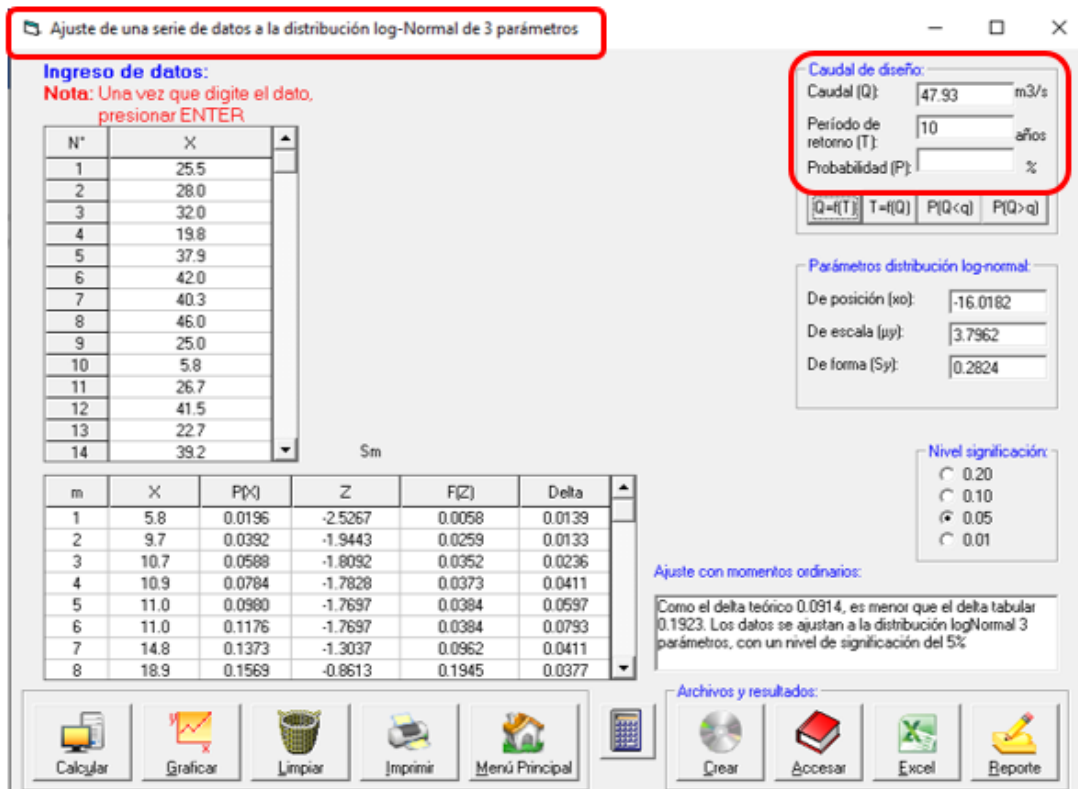


Fig. 41 Para un periodo 10 años el caudal será de 47.93 m³/s

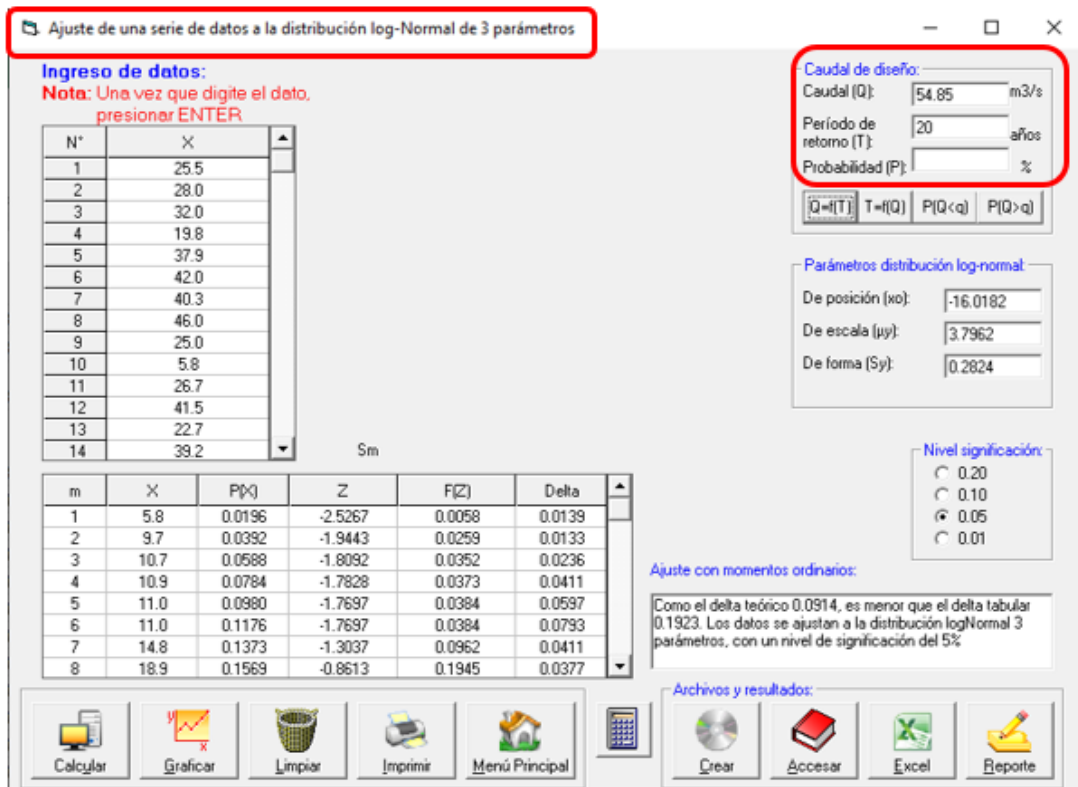


Fig. 42 Para un periodo 20 años el caudal será de 54.85 m³/s

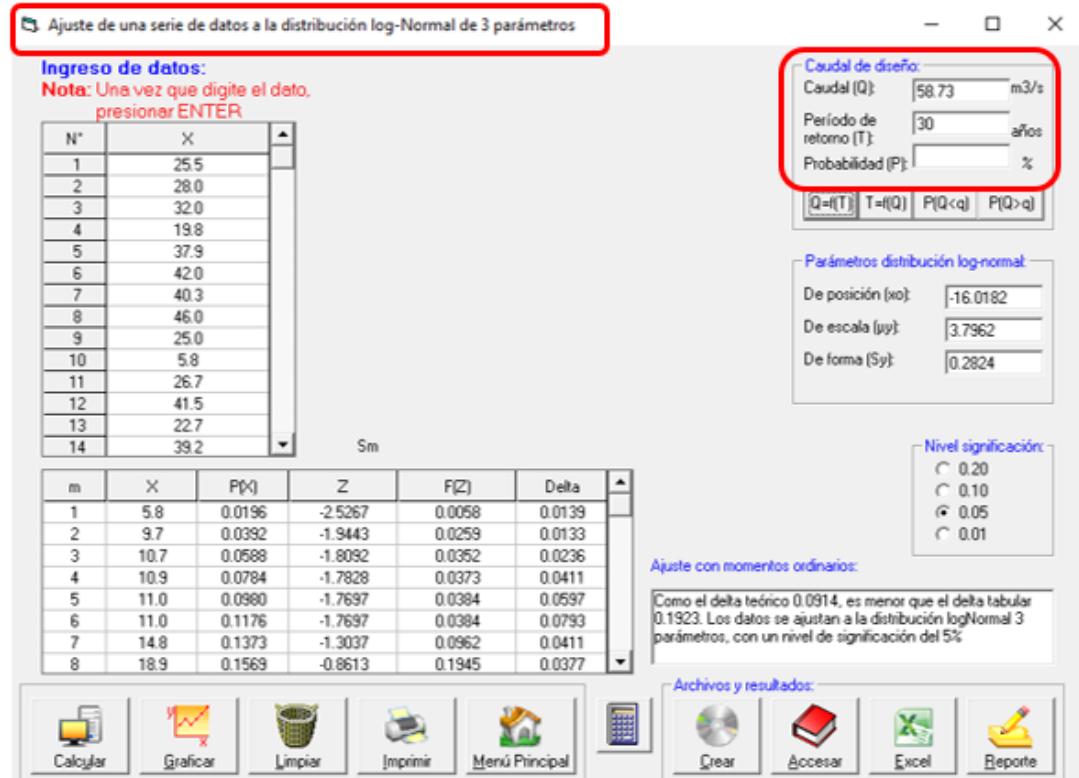


Fig. 43 Para un periodo 30 años el caudal será de 58.73 m³/s

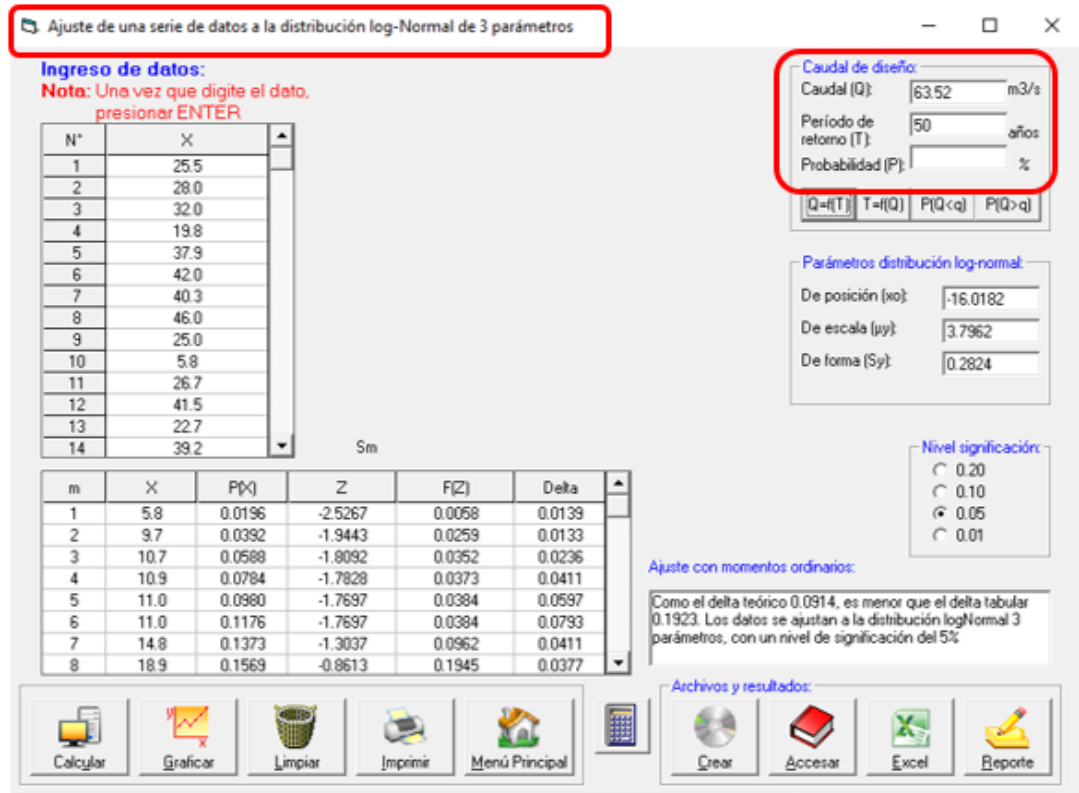


Fig. 44 Para un periodo 50 años el caudal será de 63.52 m³/s

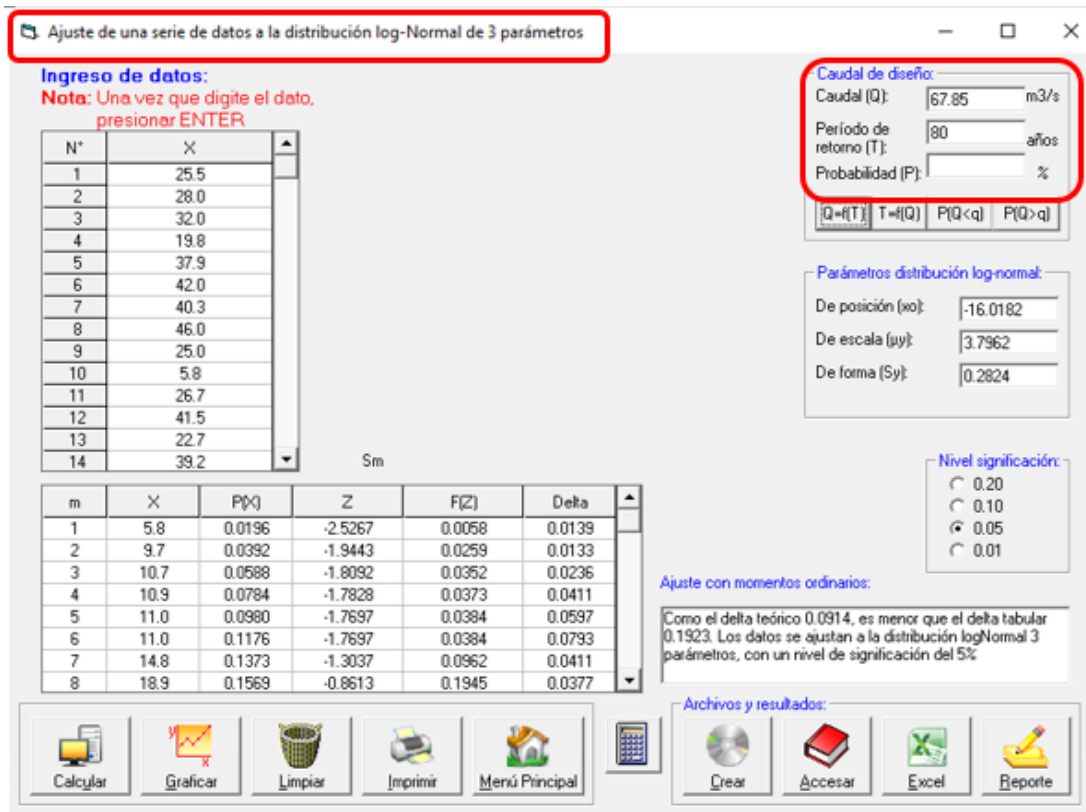


Fig. 45 Para un periodo 80 años el caudal será de 67.85 m³/s

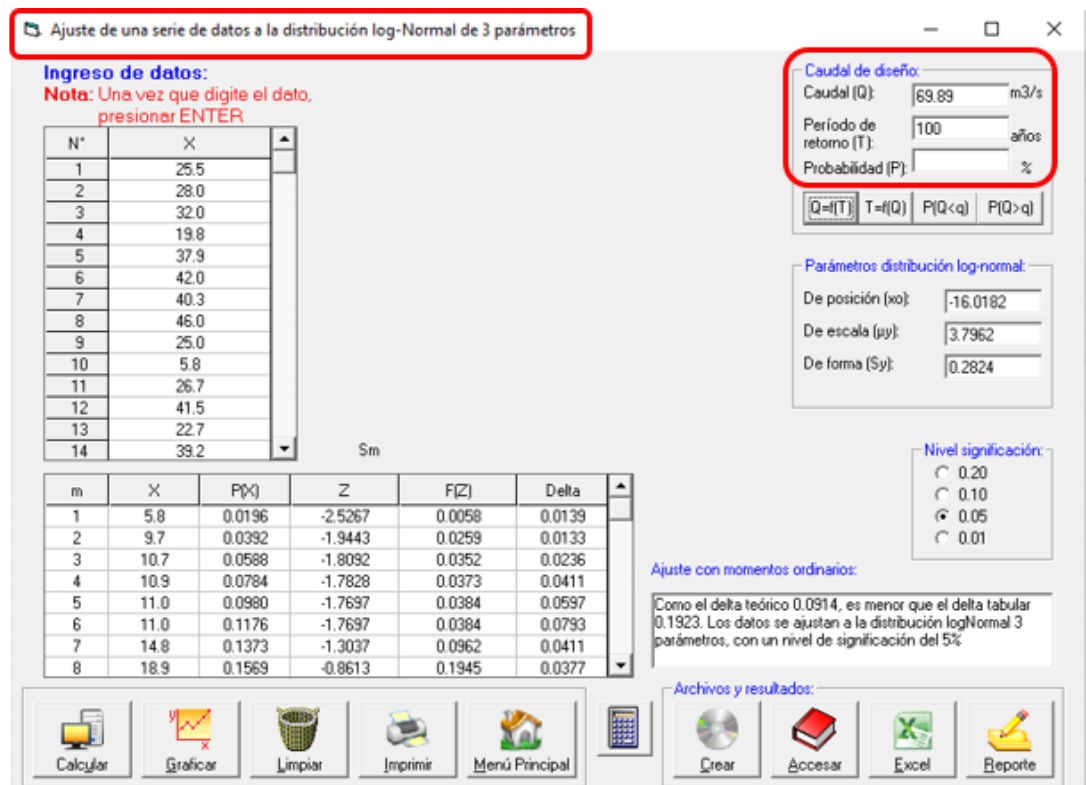


Fig. 46 Para un periodo 100 años el caudal será de 69.89 m³/s

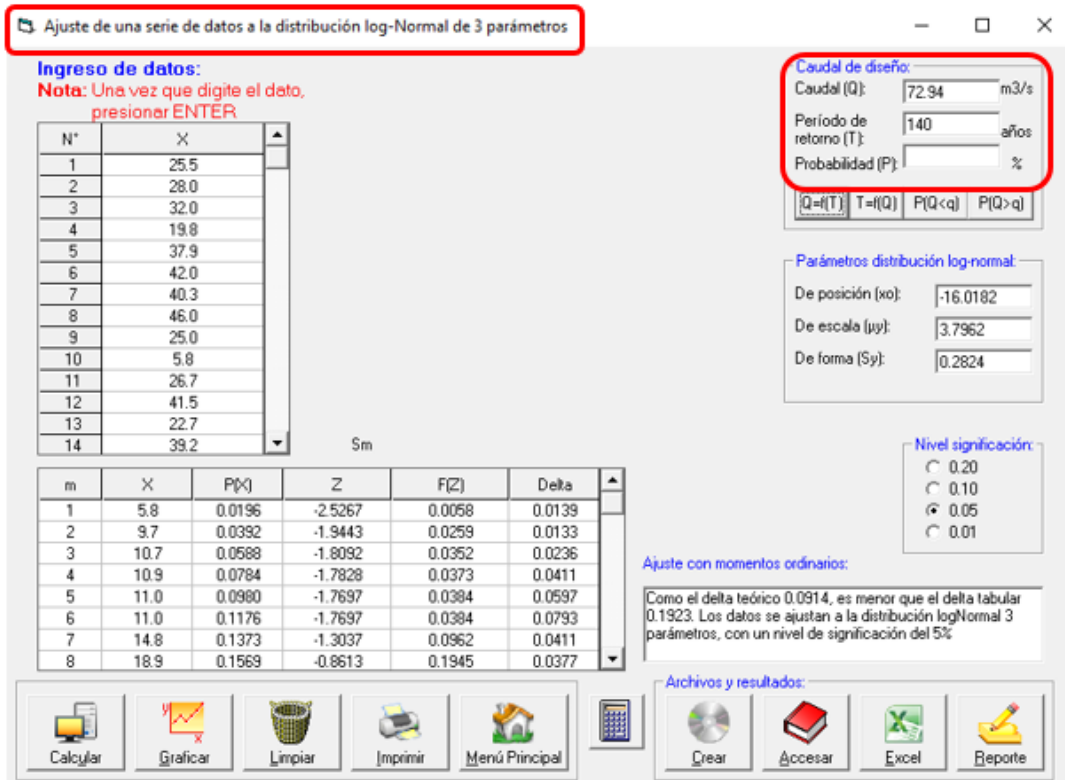


Fig. 47 Para un periodo 140 años el caudal será de 72.94 m³/s

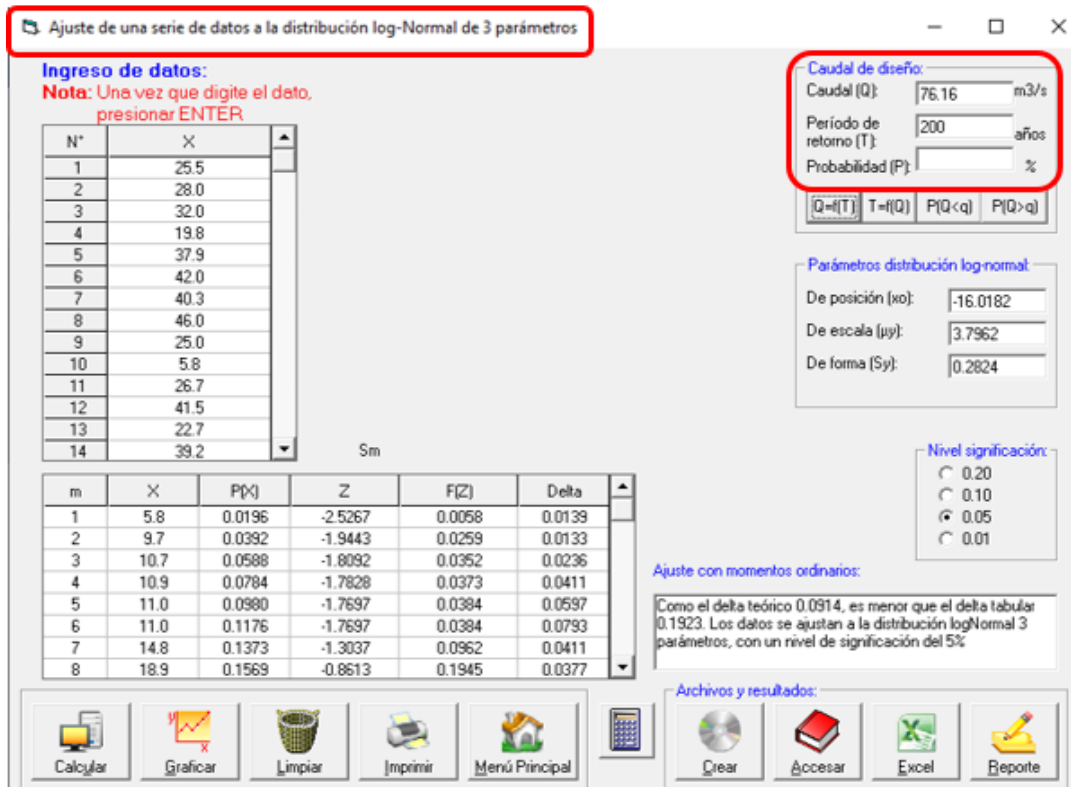


Fig. 48 Para un periodo 200 años el caudal será de 76.16 m³/s

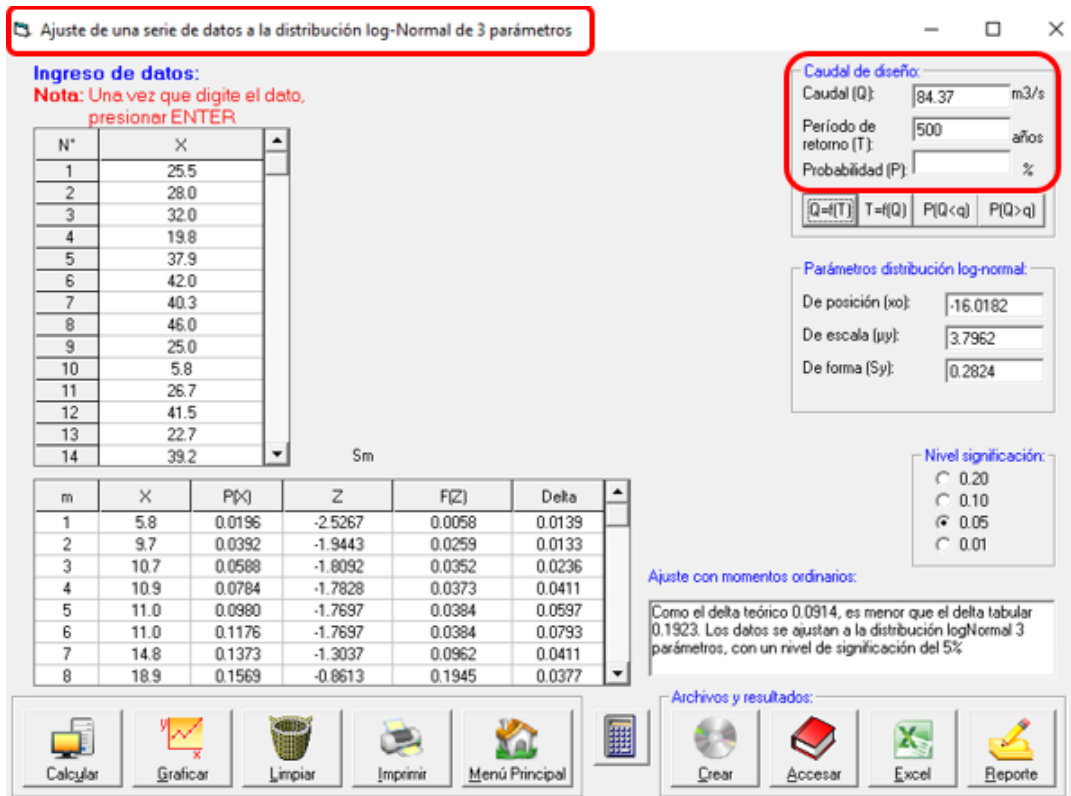


Fig. 49 Para un periodo 500 años el caudal será de 84.37 m³/s

Tabla IV
 Caudales para diferentes periodos de retorno

T (años)	P(1/T)	Distribución Normal
2	0.5000	28.51
5	0.2000	40.46
10	0.1000	47.93
20	0.0500	54.85
30	0.0333	58.73
50	0.0200	63.52
80	0.0125	67.85
100	0.0100	69.89
140	0.0071	72.94
200	0.0050	76.16
500	0.0020	84.37
Δ	0.1923	0.0949

Tabla V

Relación entre Caudales verdaderos y Caudales en intervalos fijos

Número de Intervalo de Observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Nota: Linsley-Kohler-Paulus [15]

Caudal MAX Verdadero = 1.13 X Caudal Máximo

Tabla VI

Precipitaciones máximas verdaderas para diferentes periodos de retorno

T (años)	P(1/T)	Distribución Normal
2	0.5000	32.2163
5	0.2000	45.7198
10	0.1000	54.1609
20	0.0500	61.9805
30	0.0333	66.3649
50	0.0200	71.7776
80	0.0125	76.6705
100	0.0100	78.9757
140	0.0071	82.4222
200	0.0050	86.0608
500	0.0020	95.3381
Δ	0.1923	0.0949

Comentario: Siendo así el caudal máximo verdadero de **95.3381** m³/s

Cálculo de la Intensidad Máxima

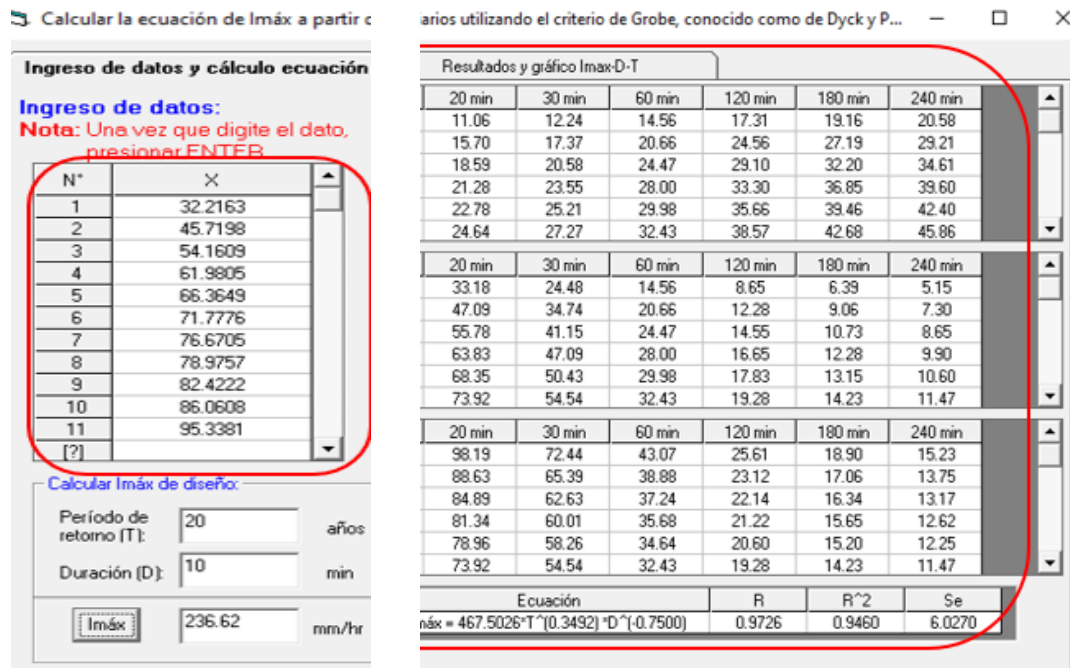


Fig. 50 Intensidades Máx. obtenidas mediante el programa HidroEsta v2

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje [14] para el cálculo de intensidades utilizaremos la metodología de Dick Peschke, que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas, que se presenta a continuación:

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

Donde:

Pd = precipitación total

d = duración en minutos

P24h = precipitación máxima en 24 horas

Tabla VII
Intensidades máximas en minutos

T	Duración (Minutos)					
	20	30	60	120	180	240
2	11.06	12.24	14.56	17.31	19.16	20.58
5	15.70	17.37	20.66	24.56	27.19	29.21
10	18.59	20.58	24.47	29.10	32.20	34.61
20	21.28	23.55	28.00	33.30	36.85	39.60
30	22.78	25.21	29.98	35.66	39.46	42.40
50	24.64	27.27	32.43	38.57	42.68	45.86
80	26.32	29.13	34.64	41.19	45.59	48.99
100	27.11	30.00	35.68	42.43	46.96	50.46
140	28.30	31.31	37.24	44.28	49.01	52.66
200	29.54	32.70	38.88	46.24	51.17	54.99
500	32.73	36.22	43.07	51.22	56.69	60.92

La intensidad se halla dividiendo Pd entre la duración

Tabla VIII
Intensidades máximas en minutos (mm/hr)

T	Intensidad (mm/hr)					
	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00	4.00
2	33.179	24.479	14.555	8.655	6.385	5.146
5	47.086	34.740	20.656	12.282	9.062	7.303
10	55.779	41.153	24.470	14.550	10.735	8.651
20	63.833	47.095	28.003	16.651	12.285	9.901
30	68.348	50.426	29.984	17.828	13.154	10.601
50	73.923	54.539	32.429	19.283	14.226	11.465
80	78.962	58.257	34.640	20.597	15.196	12.247
100	81.336	60.009	35.681	21.216	15.653	12.615
140	84.885	62.627	37.238	22.142	16.336	13.166
200	88.633	65.392	38.882	23.120	17.057	13.747
500	98.187	72.441	43.074	25.612	18.896	15.229

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^m}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h) K, m,

n = factores característicos de la zona de estudio

T = período de retorno en años

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

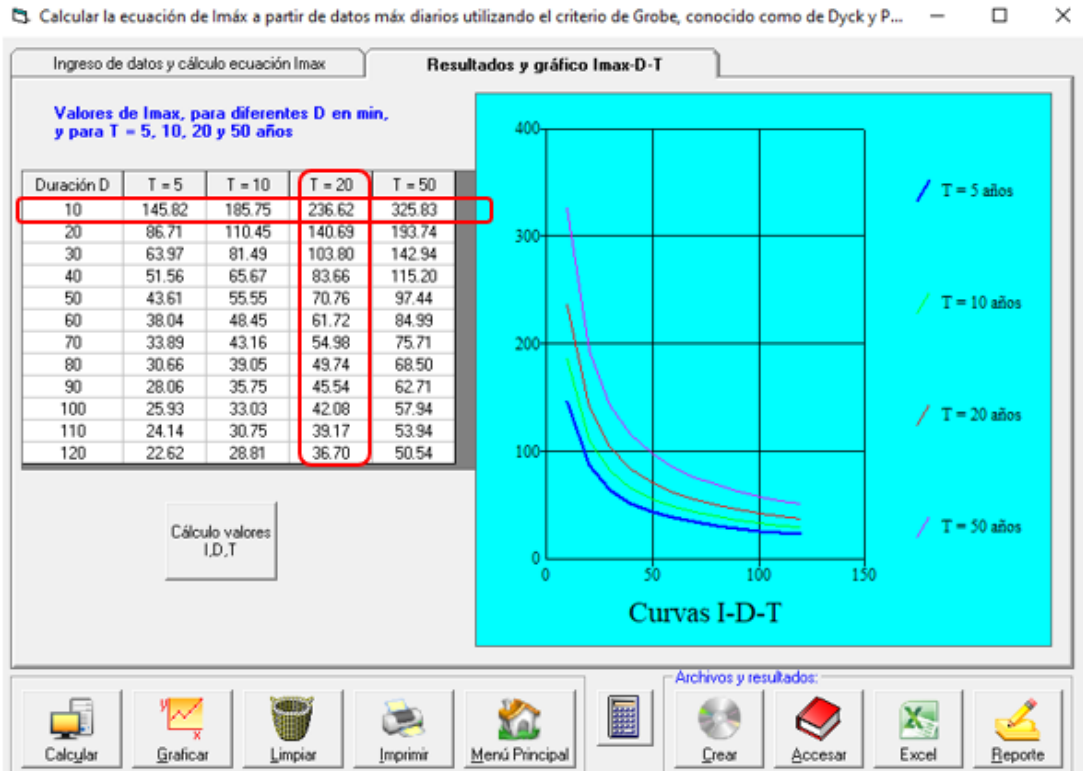


Fig. 51 Imax para t=5 años,10 años,20 años y 50 años-Curva I-D-T

T= 20 años

Tc= 10 min

Imax.= 236.62 mm/hr

Comentario: Obteniendo así la Intensidad Máxima **Imax= 236.62 mm/hr**

3.2.2 Determinación del caudal de diseño

Obtenemos el valor de intensidad y con este valor aplicaremos el Método Racional que recomienda la norma CE.040 [16], con la variación que para caudal se usará la fórmula $Q = C.I.A/3.60$; donde I: mm/h, A: km², C: coeficiente de escorrentía, se usarán los valores recomendados en la Tabla 1.a de la norma CE.040.

Se tiene que las coberturas livianas del módulo son a dos aguas, por lo que para el cálculo del caudal de escurrimiento se seccionará en áreas tributarias para el cálculo del diámetro de sumideros y montante del drenaje pluvial.

- **Caudal para canaletas del techo**

se usará el área mayor de escurrimiento.

Serán dos canaletas longitudinales, una a cada lado del techo, ya que es a dos aguas. Según el detalle:

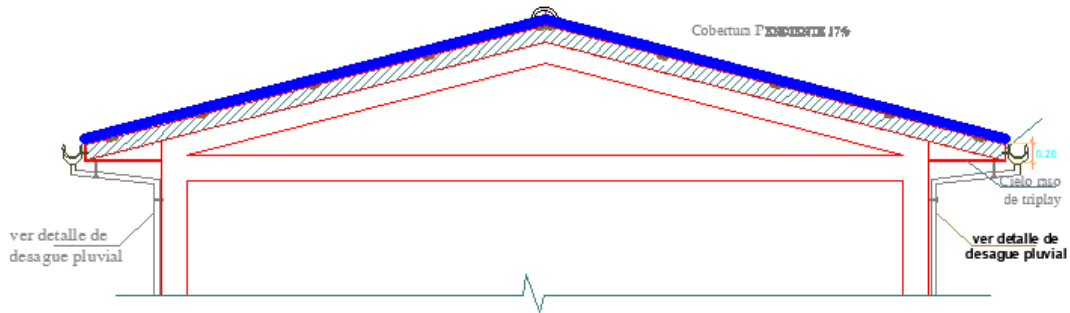


Fig. 52 Detalle del techo a dos aguas y canaletas

Tabla IX

Coefficientes de escurrimiento “C” para ser utilizados en el método racional

Características de la superficie	Periodo de Retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/Techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00

Fuente: Norma Técnica CE.040 [16]

- Caudal de Escurrimiento

$$Q=C.I.A./3.60; (m3/seg)$$

Tabla X

Área total de influencia del techo y cantidad de sumideros

Ambientes	Área 1	# Sumidero
Módulo	180.90m ²	4.00

Tabla XI

Área de influencia para cálculo de canaletas

A=A1/4				
Ambientes	(m ²)	A(km ²)	Q (m ³ /s)	Q (l/s)
Módulo	45.23	0.000045	0.0026	2.60

Obteniendo el caudal de diseño para la tubería montante y las canaletas del techo **Q=0.0026 m³/seg=2.60 lt/seg**

- **Caudal para cunetas interiores de la I.E. N°212**

$$Q=C.I.A./3.60; (m3/seg)$$

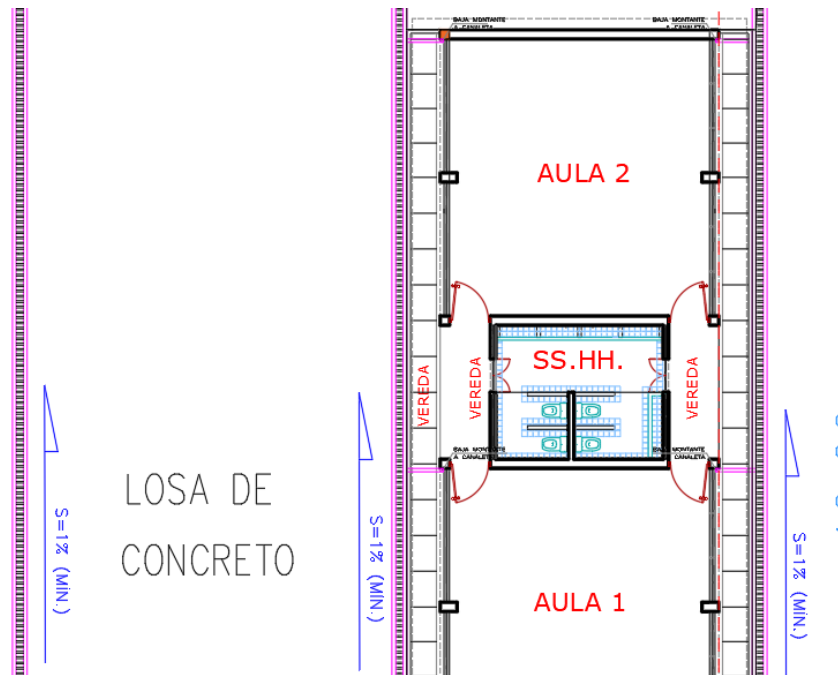


Fig. 53 Visualización de las 2 partes que resultan de la división de las cunetas

Tabla XII
Área total de influencia del terreno

Ambientes	Área 1
Módulo 1	800 m ²

Tabla XIII
Área de influencia para cálculo de cunetas

A=A1/2				
Ambientes	(m ²)	A(km ²)	Q (m ³ /s)	Q (l/s)
Módulo 1	400	0.00040	0.02314	23.14

Se dividió en 2 partes, ya que es lo que se formó en el esquema de planta, obteniendo el caudal de diseño para la tubería montante y las cunetas con un valor de **Q=0.02314 m³/seg=23.14 lt/seg**

3.2.3 Dimensionamiento de componentes hidráulicos

El cálculo de la cuneta se realizará en el patio que tenga mayor área, por ende, tendrá mayor caudal de escurrimiento.

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje [14].

Pendiente

La pendiente longitudinal (i) debe estar comprendida entre la condición de auto limpieza y la que produciría velocidades erosivas, es decir:

$$0.5 \% < i < 2 \%$$

Se tomará una **pendiente de S=1%**.

Rugosidad

Tabla XIII

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)

Tipo de canal	Mínimo	Normal	Máximo
Canales revestidos o desarmables			
1.Concreto			
1.1Sin pulir	0.014	0.017	0.020

Fuente: Ven Te Chow. [17].

Tomamos un valor habitual de **n= 0.014** para la rugosidad para revestimiento de concreto.

Revestimiento

El revestimiento de la zanja puede ser de hormigón o piedra. Se recomienda utilizar revestimiento de hormigón $f'c=175$ kg/cm², con un espesor de 0,075 m.

Para tomar un valor exacto, se tomará un valor de **revestimiento de 0.10m**.

- **Sumideros, montantes y canaletas interiores de la I.E. N°212**

Sumidero y Montante

Tomando como referencia la norma CE.040 [16].

Para evacuar el agua de lluvia almacenada en el techo se utilizará montantes de 0,05 m. El diámetro y la ubicación permiten el drenaje y la descarga inmediatos y efectivos a jardines o áreas sin revestimiento. Se debe considerar que la pendiente del techo seleccionado hacia el área de evacuación no debe ser menor al 2%.

El diámetro de la montante será de 4" y la **pendiente del Techo de 17%** ajustando a la arquitectura presente.

Aplicamos la fórmula de Wyly-Eaton [18]:

$$Q = 2.5 \times 10^{-4} \times k_b^{-1/6} \times d_i^{8/3} \times f^{5/3}$$

Donde:

Q: caudal (l/s)

k_b : rugosidad (0.25 mm)

d: diámetro (mm)

f: nivel de llenado

Siendo:

$k_b = 0.25$ mm

d = 4" = 100mm

f = 0.25

Q = 6.733 l/seg

Se tiene que el diámetro de 4" (100 mm) satisface el caudal requerido

$$2.60 \text{ lt/seg} < 6.733 \text{ l/seg}$$

Por ende, se confirma que el **diámetro del sumidero y de la tubería montante se será de 4"** tanto para el pabellón de aulas, como para la cocina y el dormitorio de la profesora las cuales son áreas menores y se encuentran en la parte inferior del terreno.

Canaletas interiores de la I.E. N°212

Donde:

Q: Caudal (m³ /seg) =0.0026 m³/seg

S=1%=0.01

n=0.009 (PVC de pared sólida)

Y: tirante hidráulico

V: Velocidad media (m/s)

Teniendo como diámetro de la tubería montante D = 4", se procede a tomar como dato de entrada un diámetro mayor para facilitar la recolección y el proceso constructivo, siendo este de 6".

D = 6" = 6*0.0254 m=0.1524 m


El tirante debe resultar menor al radio de la tubería asumida, r = 0.1524 m/2=0.0762 m

Calculadora: Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.0026"/>	m ³ /s
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.1524"/>	m
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.009"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.0346"/>	m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="0.1515"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0031"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0206"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.1277"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.8343"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.7053"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.0701"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calculador, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Fig. 52 Proceso de cálculo en H-Canales de las canaletas del techo

Resultando un tirante de 0.0346 m, siendo este menor al radio asumido de 0.0762 m, cumpliendo de manera satisfactoria, dejando así un borde libre prudente.

• **Cunetas interiores de la I.E. N°212**

Se tomará como ancho de base el valor de 0.20 m para evitar cangrejeras y facilitar el proceso de construcción.

Y tomando los valores obtenidos anteriormente procedemos a introducirlos al software de ingeniería HCanales:

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje [14].

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

$$Q = AxV = \left(\frac{AxR_h^{2/3} xS^{1/2}}{n} \right)$$

Donde:

Q: Caudal (m³ /seg) =0.02314 m³/seg

Y: tirante hidráulico

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m²) =0.5y

P: Perímetro mojado (m) =2y +0.5

S=1%=0.01

n=0.014 concreto

Rh: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado)

Lugar:	<input type="text" value="I.E. N°212"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Desague Pluvial"/>
Tramo:	<input type="text"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Concreto"/>

Datos:	
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.02314"/> m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.20"/> m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/> m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1143"/> m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.4286"/> m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0229"/> m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0533"/> m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.2000"/> m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0121"/> m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9558"/>	Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1665"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>		






 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

Fig. 54 Cálculo de la sección de canal rectangular con H Canales

Comentario: Se obtuvo un flujo subcrítico, con una velocidad de flujo de 1.01m/seg, la cual está por encima de los 0.30m/seg para evitar la sedimentación y debajo de la velocidad máxima para concreto según la siguiente Tabla.

Tabla XV

Velocidad máxima del flujo de agua

Tipo de Superficie	Máx. Velocidad Admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 - 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 - 0.90
Terreno parcialmente, cubierta de vegetación	0.60 - 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 - 1.50
Hierba	1.20 - 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 - 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 - 4.50*
Concreto	4.50 - 6.00*

*Flujos de muy corta duración

Nota: MTC [14]

El tirante resultó 11.43 cm, con ello se aproximará el tirante a $y=0.20\text{m}$ para formar la sección cuadrada completa.

Obteniendo así la sección final del desagüe pluvial.

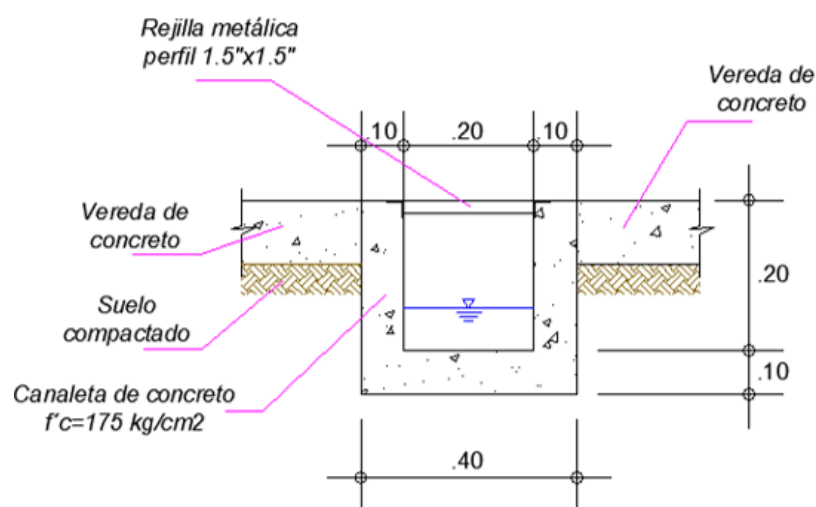


Fig. 55 Sección transversal final-cuneta de desagüe pluvial 0.20 m x 0.20 m

• **Cunetas exteriores del Sector 2**

$C=0.36$ (Pastos Ondulado, marga arcillosa y limosa/CE.040)

$I_{\text{máx}}= 236.62 \text{ mm/hr}$

$A= 10432.1339 \text{ m}^2=0.0104 \text{ km}^2$ (obtenida de los planos, del área tributaria de descarga de aguas)

$Q=C.I.A./3.60$; (m^3/s)

Reemplazando valores y operando resulta el caudal un valor de: $Q=0.25 \text{ m}^3/\text{s}$

Para aplicar el HCanales, se tienen los siguientes datos de entrada:

$Q=0.25 \text{ m}^3/\text{s}$

b=ancho de base=0.30 m

s=0.201 m/m (la pendiente mayor de la cuneta que descarga a uno de sus lados)

n=0.014 concreto sin pulir

Y: tirante hidráulico

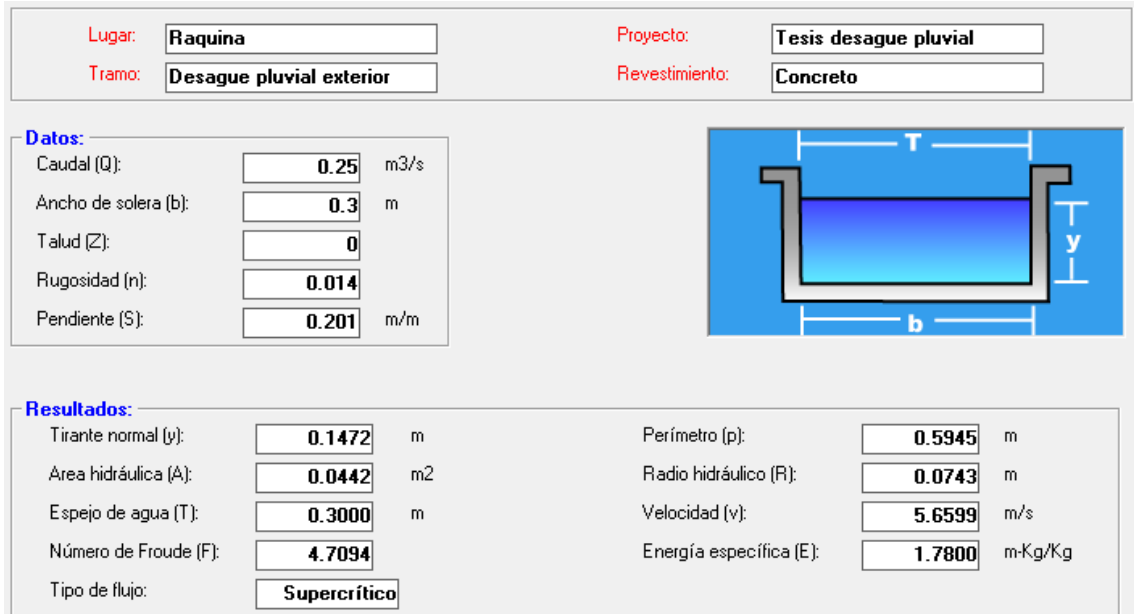


Fig. 56 Aplicando HCanales resultó un tirante de 0.147 m

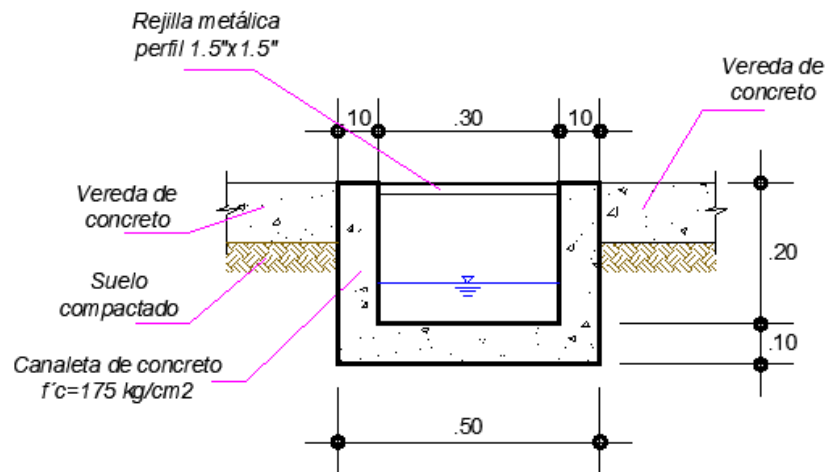


Fig. 57 Sección transversal final-cuneta de desague pluvial 0.30 m x 0.20 m

- **Almacenamiento de agua para riego**

Comentario: Recomendamos el almacenamiento de agua recolectada de las lluvias por las canaletas del techo, para poder ser aprovechada por la Institución Educativa en usos como riego de un biohuerto o reserva de agua en caso de emergencias.

Para el cálculo del volumen partiremos de la fórmula:

$$Vt = \frac{Pp.C.Ac}{1000}$$

Donde:

V_{ta}= Volumen del tanque (m³)

P_p=Precipitación máxima (mm)

C= Coeficiente de escorrentía

A_c=Área de captación-Techo(m²)

Tabla XVI
Histórico de Pp

Meses	Pp(mm)
En.	45.60
Feb.	50.40
Mar.	80.20
Abr.	32.00
May.	32.00
Jun.	12.00
Jul.	20.00
Ago.	36.00
Set.	17.20
Oct.	21.60
Nov.	26.50
Dic.	30.30

Usaremos nuestra Área de captación y Coeficiente de escorrentía previos A_c= 180.90 m² y C=0.88. Reemplazando:

$$V_t = \frac{80.20 \text{ mm} \times 0.88 \times 180.90 \text{ m}^2}{1000}$$

Obtenemos:

$$V_t: 12.77 \text{ m}^3$$

Se completa la información con el cálculo de la evaporación por día, para lo cual se usa el Método de balance de energía del texto “Evapotranspiración del cultivo” desarrollada por la FAO [19].

$$Ev = \frac{R_n}{L_v \cdot Y}$$

Donde:

R_n: Radiación Neta (J/m². s)

L_v: Calor latente de evaporación (J/kg) = 2.501x10⁶ – 2370 T°

T: Temperatura promedio (°C)

Y: Peso específico del agua kg/m³

Reemplazando: La temperatura promedio según SENAMHI [2] es °T=17 °C, por lo cual:

$$L_v = 2.501 \times 10^6 - 2370 T^\circ$$

$$L_v = 2.460710 \times 10^6 \text{ J/kg}$$

Rn: 208 W/m² Dato obtenido de la tesis “Estudio de electrificación con energía solar plaza pública distrito de LLauta-Lucanas-Ayacucho” realizada por Sebastián [20] y sabiendo que el agua a 17°C presenta una γ : 998 kg/m³, obtenemos que Ev: 7.03 mm/d.

Con la información obtenida se podría implementar un reservorio de 15 m³ o **15,000 Lt** que es el tamaño más próximo que se encuentra comercialmente, con un radio de 2.4 m, el cual se puede ubicar enterrado estratégicamente al frente de las aulas como muestra la siguiente imagen.

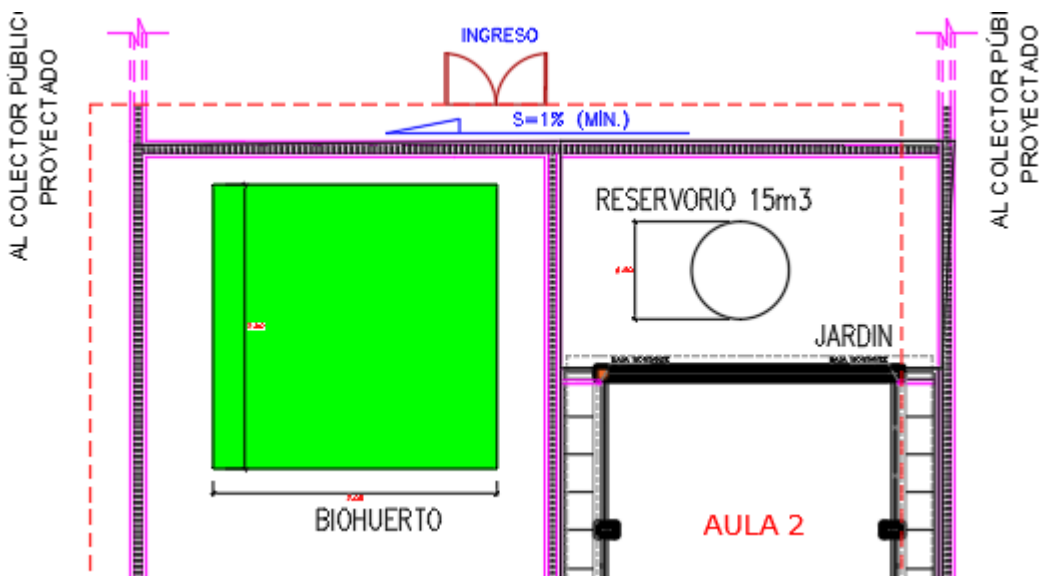


Fig. 58 Esquema en el plano del biohuerto y el reservorio

De esta forma también se puede aprovechar parte del jardín como un biohuerto sustentable ya que contará con su propia reserva de agua.

Tabla XVII

Resumen de las características de los componentes del sistema

Componente	Material	Dimensión	Tipo/accesorio	Norma
Canaleta de techo	PVC	D= 6"	Clase 7	NTP 399.003:2015
Montantes	PVC	D=4"	Clase 7	NTP 399.003:2015
Cuneta interior	Concreto	0.20 x 0.20 m	Rejilla metálica	
Cunetas exteriores	Concreto	0.30 x 0.20 m	Rejilla metálica	
Reservorio para riego	Polietileno HD	D=2.40 m	15 m ³	

3.3 Verificación de hipótesis.

3.3.1 Verificación de hipótesis específicas.

a) El análisis hidrológico influye en la obtención de la máxima precipitación para iniciar el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho- 2022.

Contrastación

X|x|

b) La máxima precipitación influye en la obtención del caudal de diseño para el sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho- 2022.

Contrastación

La máxima precipitación **influye** en la obtención del caudal de diseño para el sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho; puesto que una vez determinada la precipitación máxima a través de los diferentes valores desde los 2 años hasta los 500 años nos permitieron realizar el gráfico I-D-T, para poder hallar la Intensidad Máxima “I” y con ello determinar a través de la fórmula $Q=C.I.A./3.60$ (que recomienda la norma CE.040) poder calcular el caudal de diseño.

c) El caudal de diseño influye en el dimensionado hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho- 2022.

Contrastación

El caudal de diseño **influye** en el dimensionado hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho, ya que después de obtener (C=coeficiente de escorrentía, I=Intensidad máxima, A=área de influencia), se puede obtener el caudal final mediante $Q=C.I.A./3.60$ y con el dato del caudal poder calcular las dimensiones de las cunetas que realizaran el desagüe pluvial y de esta realizar el dimensionado hidráulico, mediante la aplicación de la fórmula de

Manning:

$Q=AxV=(AxRh^{2/3}xS^{1/2})/n$, (A=área hidráulica, Rh=Radio hidráulico, S=pendiente longitudinal, n=coeficiente de rugosidad de las paredes de la canaleta)

3.3.2 Verificación de hipótesis general.

El análisis hidrológico influye en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho.

Contrastación

El análisis hidrológico, **influye** en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho, puesto que se demostró que al realizar El análisis hidrológico con una fuente como el SENAMHI se pudo empezar el proceso del diseño hidráulico, ya que se necesitaba conocer el comportamiento de las precipitaciones de la zona en el caso más crítico para saber cuál sería el dimensionamiento requerido para el desagüe pluvial en la Institución Educativa, de esta manera se optó por proponer montantes de desagüe pluvial, canaletas en el techo, en el perímetro de la estructura y en perímetro de la Institución Educativa, proyectando también una losa de concreto para facilitar el drenaje pluvial.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- a) El caudal máximo verdadero $Q=95.34 \text{ m}^3/\text{s}$ (siendo esta la cantidad de litros de agua en metros cúbicos que caerá sobre la superficie de la zona en términos máximos todo ello entre un determinado periodo de tiempo) o desde el valor de la Intensidad Máxima $I_{\text{máx}}=236.62 \text{ mm/hr}$, aquella que representa la capa de agua sobre la superficie 236.62 mm entre una unidad de tiempo, siendo en este caso de horas.
- b) El caudal de diseño de escorrentía $Q=0.0026 \text{ m}^3/\text{seg}=2.60 \text{ lt/seg}$ y el caudal de diseño para las cunetas interiores de la I.E. N°212 fueron de $Q=0.02314 \text{ m}^3/\text{seg}=23.14 \text{ lt/seg}$, como para las cunetas exteriores en el Sector 2 de $Q=0.25 \text{ m}^3/\text{seg}$, dándonos un caudal normal respecto a valores convencionales para cunetas de mayores dimensiones.
- c) Las áreas de influencia siendo el área del techo de la I.E. de 180.90 m^2 pero al proponer 4 sumideros obtuvimos un área tributaria de 45.23 m^2 , respecto área del terreno 800 m^2 y al dividirlo en las 2 partes de la división de cunetas nos da un área final de $A= 400 \text{ m}^2$, como para las cunetas exteriores en el Sector 2 con un área de influencia de $10,432.13 \text{ m}^2$, la pendiente que se requiere para los techos debe ser mayor a 2% siendo esta de 17%, se colocará sumideros y montantes de 4" corroboradas mediante las normas y la aplicación de la fórmula de Wyly-Eaton, cunetas rectangulares con pendientes longitudinales de 1% para el correcto recorrido del flujo, recubrimiento de las paredes de las cunetas de concreto de 0.10m para su facilidad constructiva y de mantenimiento, obteniendo también un flujo subcrítico y una velocidad de 1.01 m/s y 5.66 m/s evitando así la sedimentación y estando por debajo de la velocidad máxima promedio de 6 m/s para concreto evitando así problemas de erosión.
- d) Con el análisis hidrológico pudimos obtener las precipitaciones máximas y mediante el diseño hidráulico se pudo realizar el dimensionado hidráulico del sistema de desagüe pluvial para así solucionar los problemas y beneficiar a la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho.
- e) Se desprende de nuestra investigación 2 beneficios adicionales uno para en C.P Raquina como es el dimensionamiento de las cunetas en el Sector 2 y además un beneficio que tal vez necesite una investigación más afondo, es el almacenamiento de agua de lluvia que generará para los niños el poder implementar un biohuerto sustentable con su propia fuente de agua para su riego, por lo cual ya se está dejando los cálculos básicos para iniciar con esto en un futuro.

V. CONCLUSIONES

- a) Se realizó el análisis hidrológico mediante la fuente de información SENAMHI la cual fue la base para iniciar el proceso de determinar el caudal máximo verdadero $Q=95.34 \text{ m}^3/\text{s}$ y la más importante la Intensidad Máxima $Imáx=236.62 \text{ mm/hr}$ los cuales fueron los datos de para continuar el proceso.
- b) Las máximas precipitaciones, específicamente la $Imáx$ permitieron determinar el caudal de diseño para el escurrimiento de $Q=2.60 \text{ lt/seg}$ y el de las cunetas internas de la I.E. N°212 de $Q=23.14 \text{ lt/seg}$ y de las cunetas exteriores en el Sector 2 de $Q=250 \text{ lt/seg}$, ello permitió continuar con el proceso de diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial y el Sector 2, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho.
- c) Luego de determinar el caudal de diseño se procedió a realizar el dimensionado hidráulico del sistema de desagüe pluvial tomando como referencia las áreas de influencia y datos obtenidos para realizar el dimensionamiento a través de la fórmula de Manning, siendo estos: pendiente del techo a dos aguas de 17%, sumideros y montantes de 4", canaletas interiores de la I.E. N°212 semicirculares de PVC con una longitud de 40.20 m, cunetas interiores de la I.E. N°212 rectangulares con una longitud total de 146.64 m, de $S=1\%$, de base interna de 0.20 m con altura libre total de 0.20m, cunetas exteriores de concreto con una longitud de 415.50 m en el Sector 2 de base interna de 0.30 m x 0.20 m y de recubrimiento de 0.10 m, obteniendo velocidades y bordes libres aceptables.
- d) Las tres primeras conclusiones son las que definen el cumplimiento del objetivo general de: Determinar la influencia del análisis hidrológico en el diseño hidráulico del sistema de desagüe pluvial de la I.E. N°212 Inicial, en el C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho.
- e) Nuestra investigación da pie para poder seguir beneficiando adicionalmente al C.P Raquina y a los niños de la localidad, en este caso con la propuesta de cunetas para el C.P Raquina y el almacenamiento del agua de lluvia para el riego de su propio biohuerto lo cual generara una idea de mejora en esta institución y por qué no en las aledañas con características similares.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Realizar el análisis hidrológico teniendo como fuente de información el SENAMHI.
- b) Para realizar el diseño hidráulico seguir las recomendaciones de las normas peruanas CE.040 y del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.
- c) Se recomienda construir una losa de concreto en el patio para el correcto flujo de las precipitaciones.
- d) Realizar un análisis hidrológico a otros Centros Poblados y su posterior diseño hidráulico.
- e) Llevar a cabo la construcción de canaletas en el C.P Raquina y la implementación de una estructura de almacenamiento del agua para ser usada en el riego, con una ubicación estratégica en la esquina superior derecha tomando en consideración como punto de referencia la entrada de la I.E N°212.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. León Chávez, «Mejoramiento del camino vecinal Santa Rosa Chaupelanche (r40) km 0+000-km 5+000 distrito de chota, provincia de chota - Región Cajamarca», Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2015.
- [2] SENAMHI, «Estación meteorológica de Cordova», 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- [3] H. Gálvez Alvarez, «Planificación y diseño De Los Sistemas De Drenaje Sanitario Y Pluvial De La Cabecera Municipal De Pasaco, Jutiapa», Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Civil. Universidad De San Carlos De Guatemala, Guatemala, 2004.
- [4] A. Pineda García, «Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal y propuesta de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea El Rosario, municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.», Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2006.
- [5] Y. García Hernández, N. Montoya López, y D. Rodríguez Hernández, «Diseño del sistema de drenaje pluvial para el casco urbano del municipio de La Concepción-Masaya», Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAM-MANAGUA, Managua, 2013.
- [6] M. Hernández Jimenez, «Diseño del drenaje pluvial y evaluación de impacto ambiental en Urb. El Chilcal de la ciudad de Piura», Universidad de Piura, Piura, 2018.
- [7] C. Escudero Cueva y G. Perez Taype, «Análisis hidrológico para el diseño del sistema de drenaje pluvial urbano en el sector Parco Chico, ciudad de Pomabamba, Áncash - Perú», Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima, 2019.
- [8] M. Quintana Ordoñez, «Análisis y diseño de drenaje pluvial para A.H. Los Algarrobos I y II etapa (Piura)», Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura, Piura, 2021.
- [9] R. Hernández, R. Fernández, y Baptista, *Metodología de la Investigación*. México, 2014.
- [10] MEF, «Mapa de Indicadores de Ayacucho», *mef.gob.pe*, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/webs_dgpi/map_per/ayacucho.html.
- [11] C. Palomino Sulca, «tour por Ayacucho », *congreso.gob.pe*, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www4.congreso.gob.pe/congresista/2001/cpalomino/biografia.htm>
- [12] Google Earth, «C.P. de Raquina, distrito Lucanas, Lucanas, Ayacucho», *earth.google.com*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/search/raquina,+lucanas/@-14.60269098,->

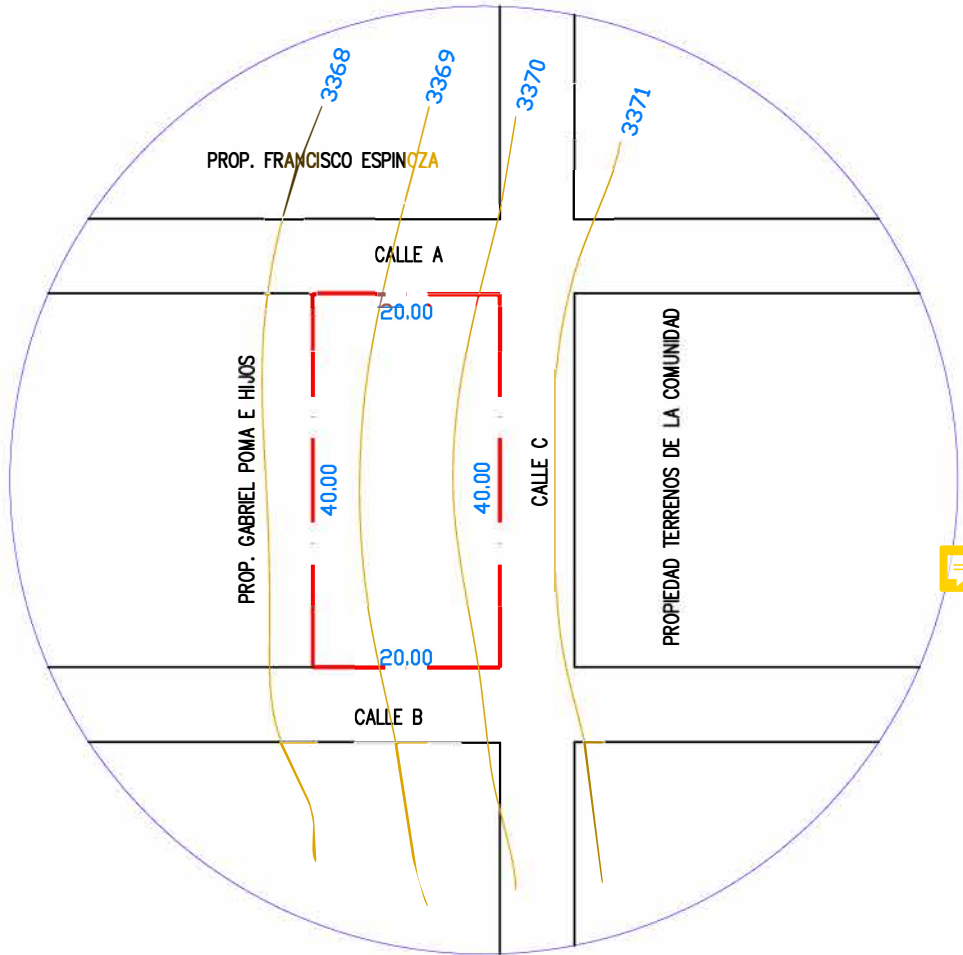
74.23334814,3604.97341819a,761.27603865d,35y,-
0h,0t,0r/data=CnsaURJLCiUweDkxMTQ3ZGVjZTljZDY1Zjk6MHhINTU5MjllYjJlMj
ZhZmFhGUoVex6SNC3AITbopijyjLAKhByYXF1aW5hLCBsdWNhbmFzGAEGASIm
CiQJcu3aEs_.

- [13] TEC, «HidroEsta, software para cálculos hidrológicos y estadísticos aplicados a la Hidrología», *funes.uniandes.edu.co*, 2004. [En línea]. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/8047/>.
- [14] MTC, *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Perú, 2011.
- [15] K. y P. Linsley, «Hidrología para Ingenieros», *kupdf.net*, 1977. [En línea]. Disponible en: https://kupdf.net/download/hidrolog-iacute-a-para-ingenieros-linsley-kohler-y-paulhus_5a10e916e2b6f563408a9af6_pdf.
- [16] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, *Modificación de la norma Técnica OS.060 Drenaje Pluvial Urbano a Norma Técnica CE.040 Drenaje Pluvial del RNE*. Perú, 2021.
- [17] Ven Te Chow, *Hidráulica De Canales Abiertos*. 1994.
- [18] Wyly-Eaton, «Construcción de Cubierta Metálica en Cancha Deportiva en el IES César Manrique - Arrecife - Lanzarote.», *contrataciondelestado.es*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/812e7384-480d-4ff0-aa05-2ef52a25d073/DOC202109231052413+5+Anejo+Instalacion+evacuacion+de+aguas+IES+Cesar+Manrique.pdf?MOD=AJPERES>.
- [19] FAO, *Evapotranspiración del cultivo*. 2006.
- [20] E. Sebastián Tames, «Estudio de electrificación con energía solar plaza pública Distrito de Llauta-Lucanas-Ayacucho», Tesis para optar el Grado de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú., 2009.

VIII. ANEXOS

- **Relación de planos**

1. Ubicación-Perimétrico (UP-01)
2. Topográfico (T-01)
3. Arquitectura-Planta, Cortes y Elevación (A-01)
4. Detalles Constructivos SS.HH. (A-02)
5. Desagüe Pluvial-Planta (DP-01)
6. Desagüe Pluvial Sector 2 (DP-02)

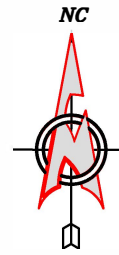


UBICACION

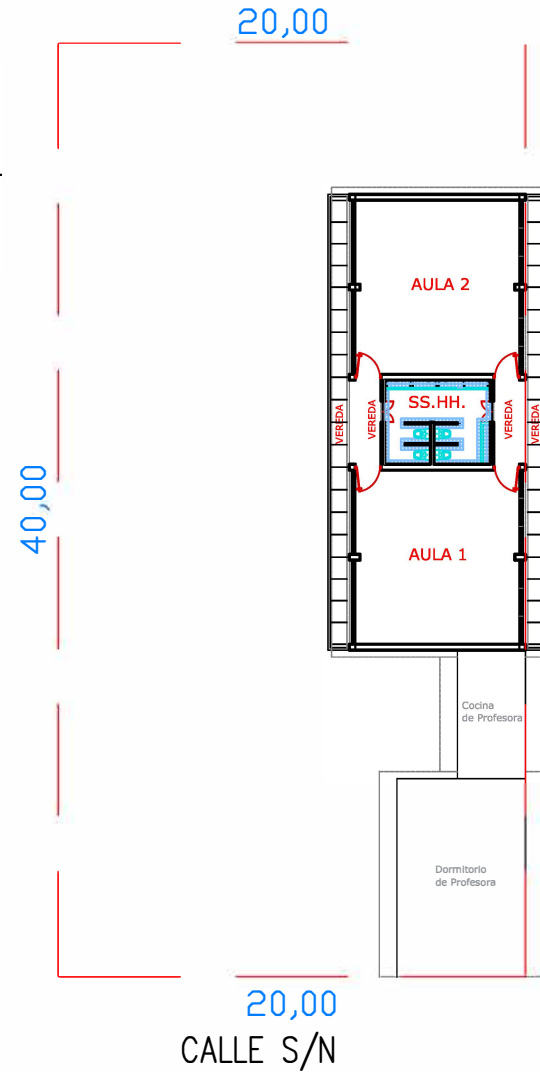
ESCALA 1/500

AREA: 800.00 m²

PERIMETRICO: 120.00 m.l.




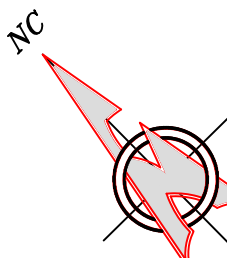
PROP. GABRIEL POMA E HIJOS



PERIMETRICO

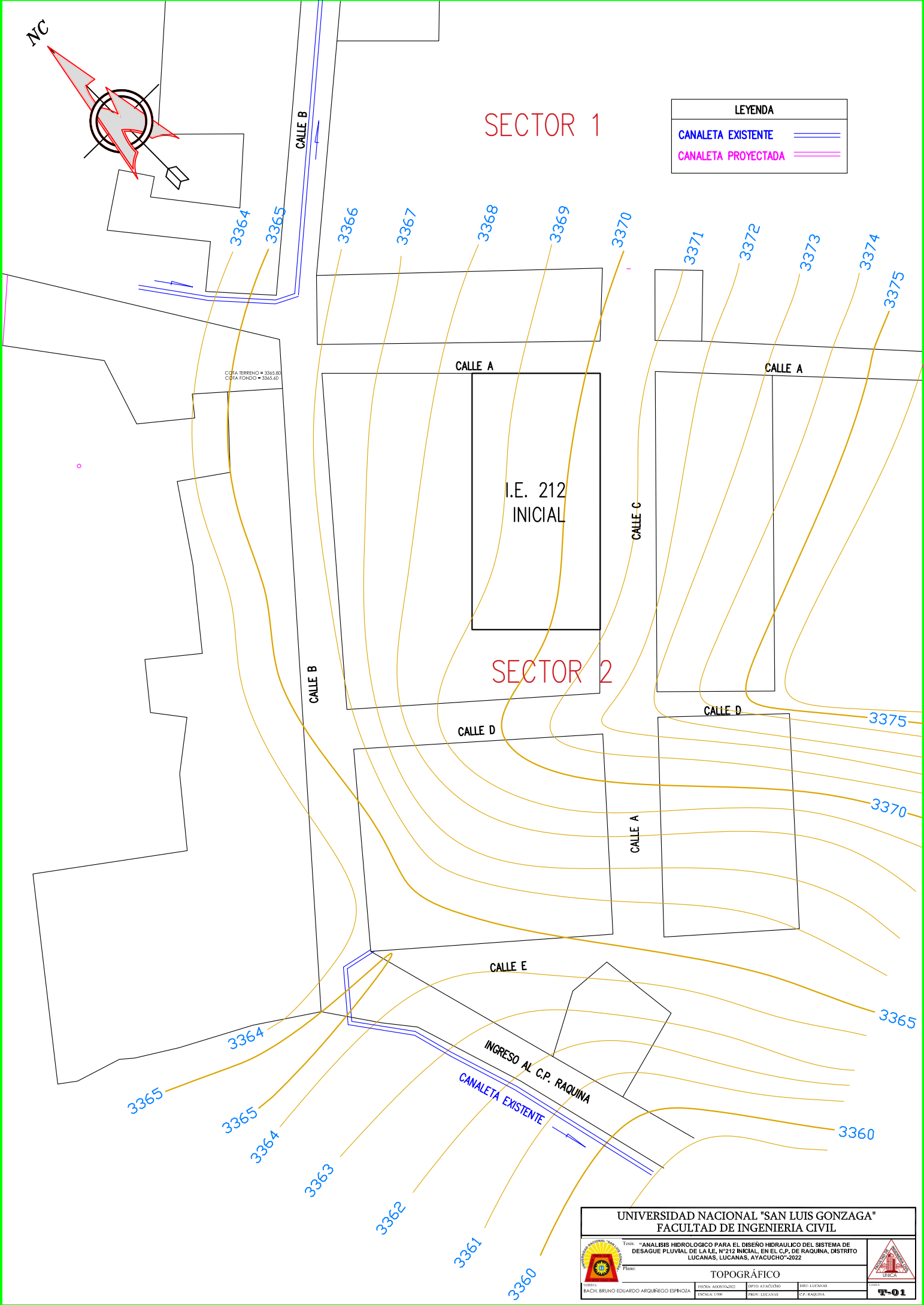
ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	Tesis: ANALISIS HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO-2022		
	Plano: UBICACION-PERIMETRICO		
TITULAR: RACH. BRUNO EDUARDO ARGUËÑO ESPINOZA	FECHA: A08B10-2022 ESCALA: INDICADA	DPTO: AYACUCHO PROV: LUCANAS	DISTR: LUCANAS C.P: RAQUINA
			LAMINA: UP-01



SECTOR 1

LEYENDA	
CANALETA EXISTENTE	
CANALETA PROYECTADA	

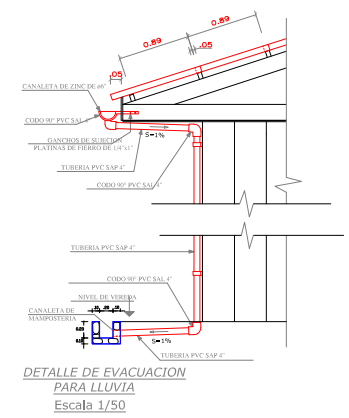
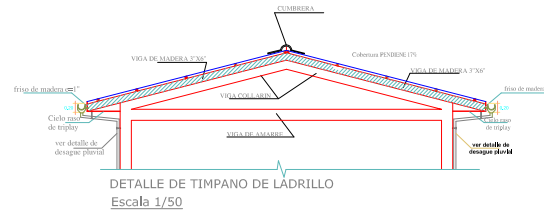
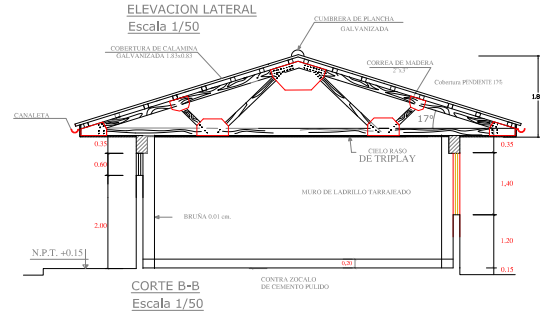
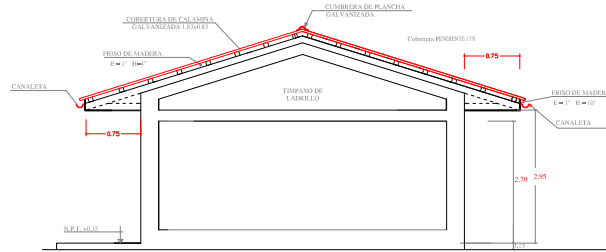
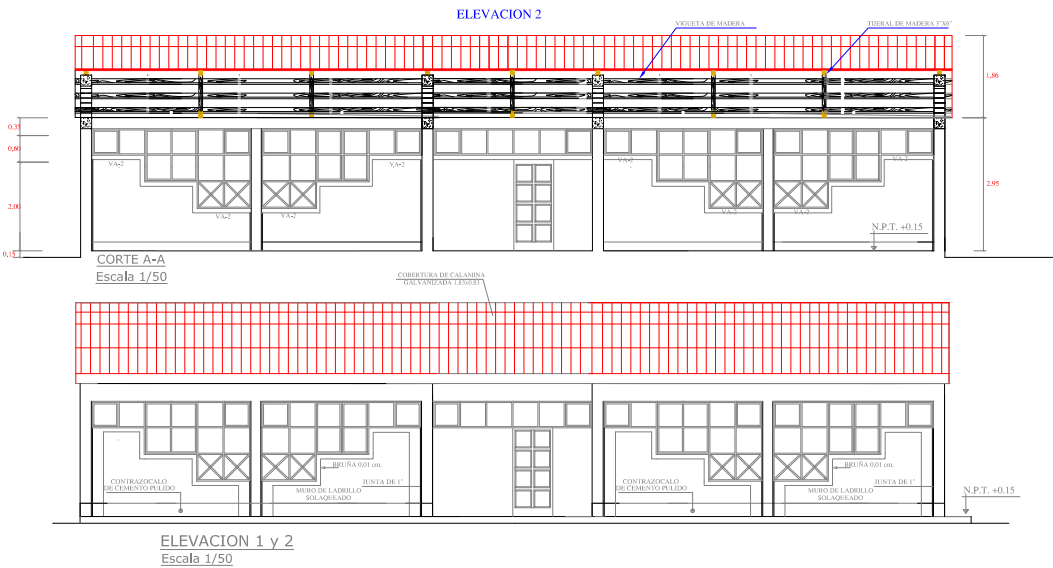
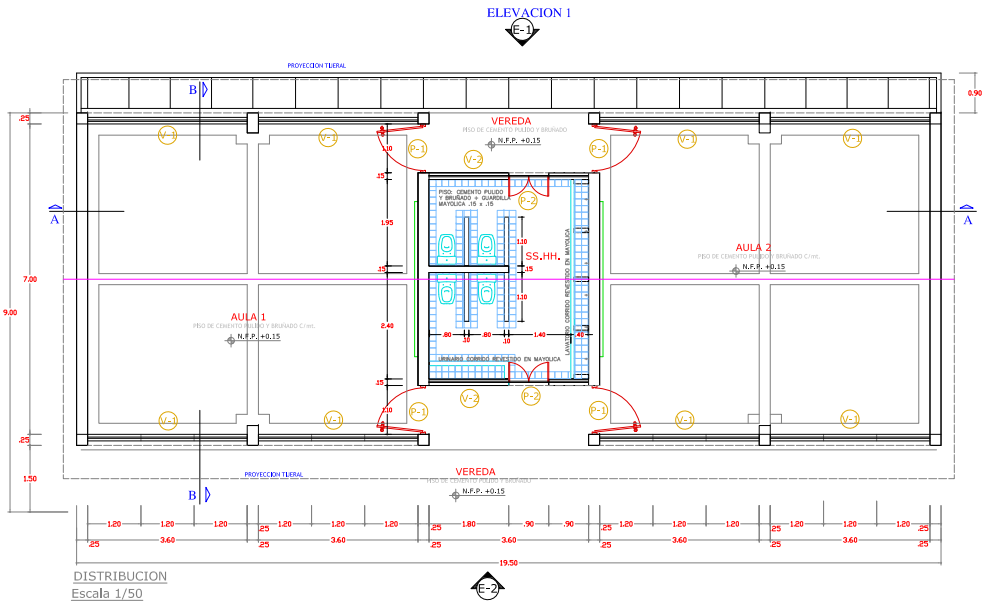


COTA TERRENO = 3365.85
COTA FONDO = 3365.60

I.E. 212
INICIAL

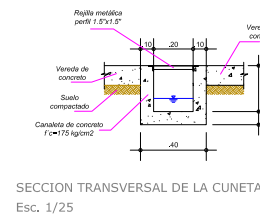
SECTOR 2

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
Tesis: "ANÁLISIS HIDROLÓGICO PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO"-2022			
Plano: TOPOGRÁFICO			
	FECHA: AGOSTO 2022	DISEÑO: AYACUCHO	DISEÑO: LUCANAS
PROF.: BACH. BRUNO EDUARDO ARQUÍMEGO ESPINOZA	ESCALA: 1:500	PROY.: LUCANAS	C.P.: RAQUINA
			 T-01

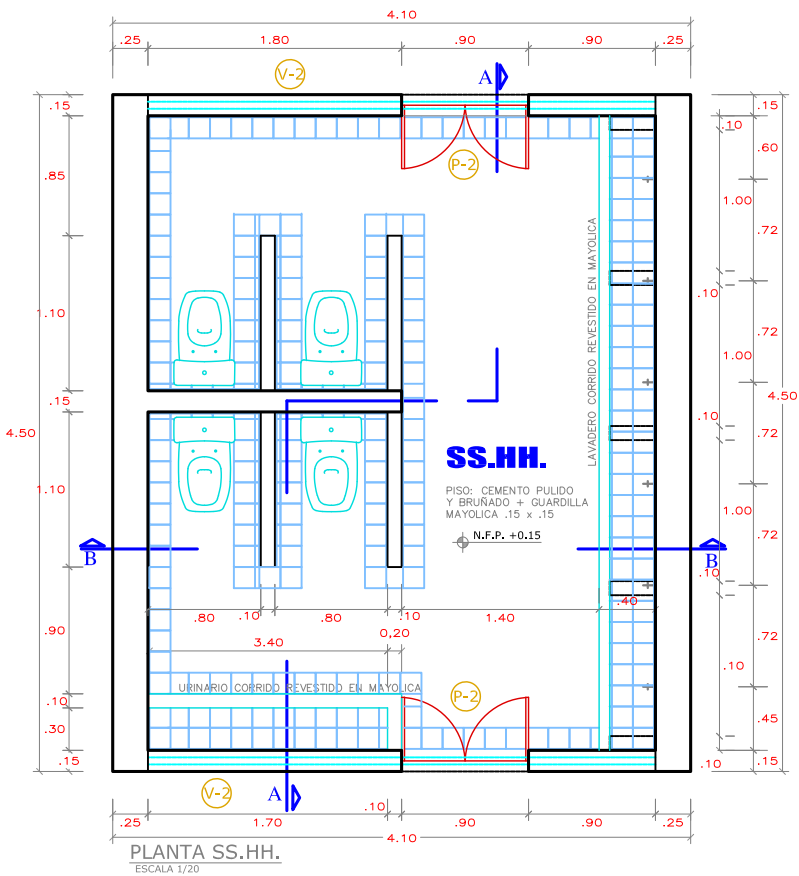


CUADRO DE VANOS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.
P-1	1.10	2.40	--
P-2	0.90	2.00	--
V-1	3.60	1.80	VARIABLE
V-2	3.60	0.60	2.35

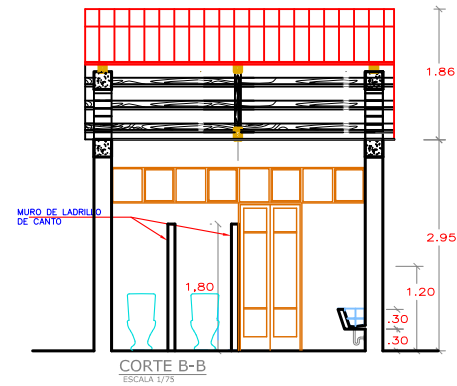
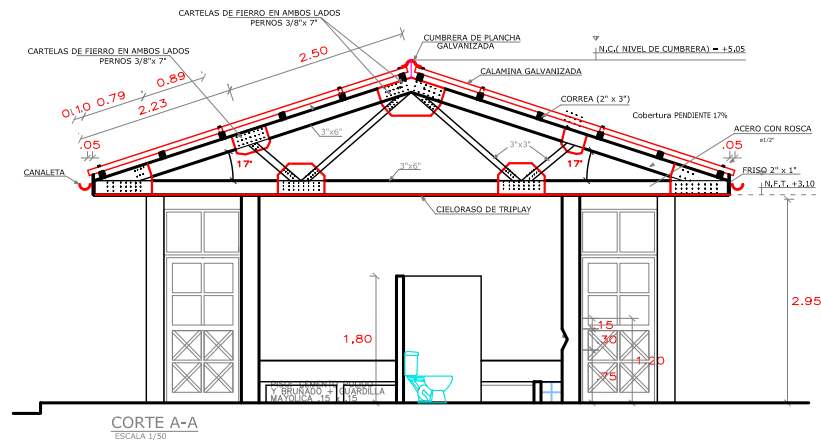
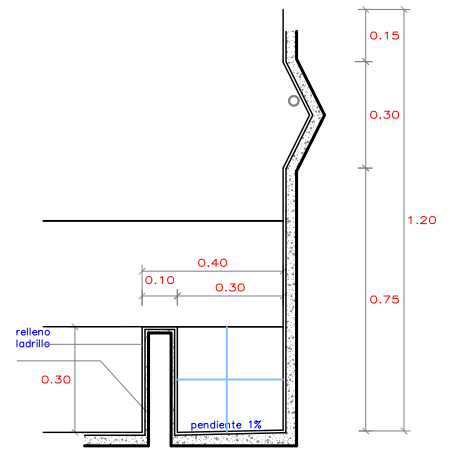
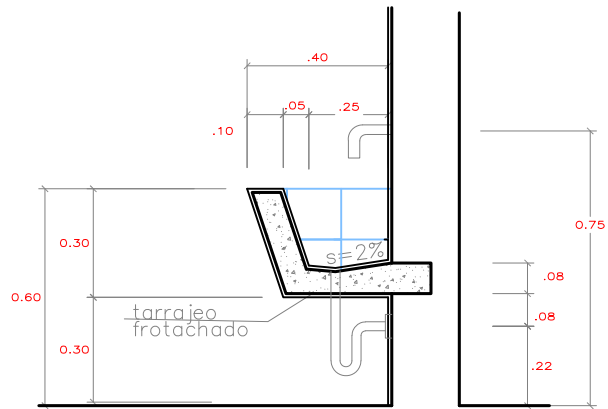



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL				
Tesis: "ANALISIS HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO"-2022				
Plano:		ARQUITECTURA-PLANTA, CORTES Y ELEVACION		
FECHA: BACH. BRUNO EDUARDO ARQUIREGO ESPINOZA	FECHA: AGOSTO DEL 2022 ESCALA: INDICADA	DPTO: AYACUCHO PROV: LUCANAS	DIST: LUCANAS C.P: RAQUINA	 A-01



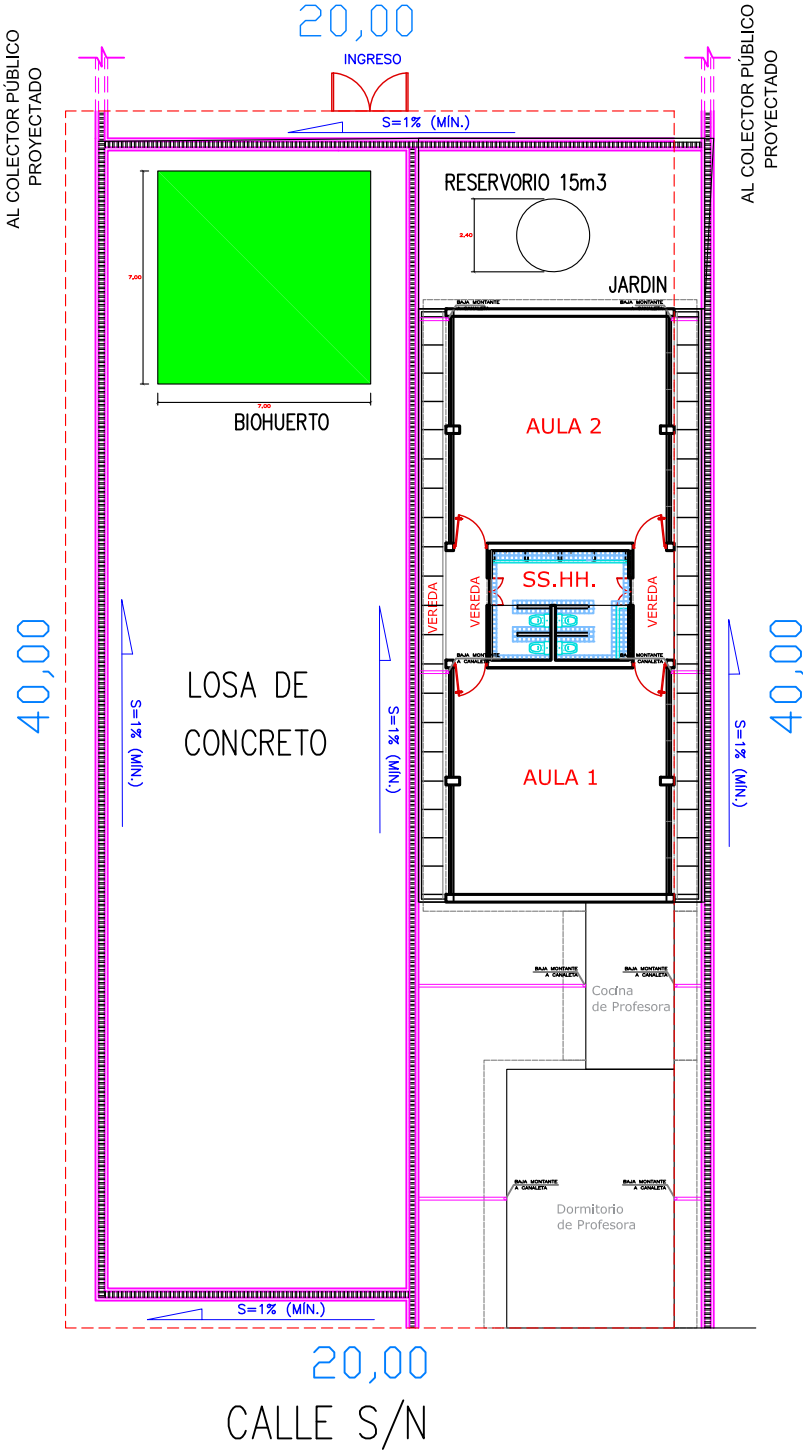
CUADRO DE VANOS

TIPO	ANCHO	ALTO	ALFEIZ.
P-2	0,90	2,00	--
V-2	3,60	0,60	2,35



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	Tesis: "ANALISIS HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO"-2022		
	Plano: DETALLES CONSTRUCTIVOS SS.HH.		
TESISTA: BACH. BRUNO EDUARDO ARQUÍNEGO ESPINOZA	FECHA: AGOSTO DEL 2022 ESCALA: INDICADA	DPTO: AYACUCHO PROV: LUCANAS	DIST: LUCANAS C.F.: RAQUINA
			 LÁMINA A-02

PROP. GABRIEL POMA E HIJOS

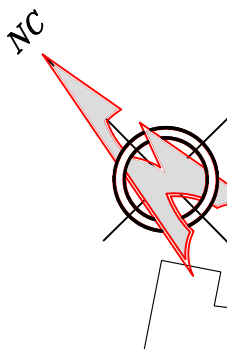


PROPIEDAD TERRENOS DE LA COMUNIDAD

PERIMETRICO

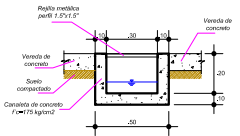
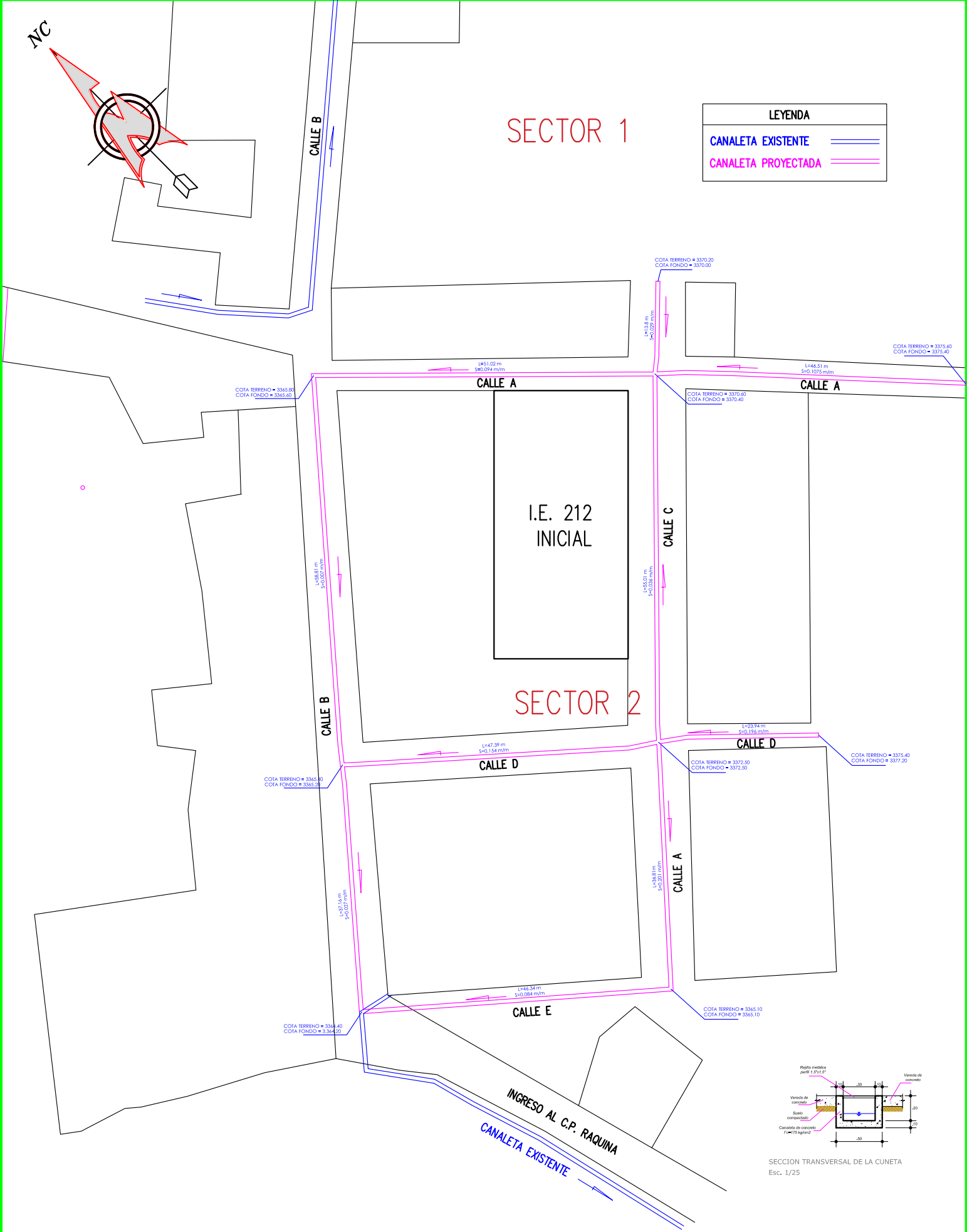
ESCALA 1/200

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
	Tesis: "ANALISIS HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO"-2022		
	Plano: DESAGUE PLUVIAL-PLANTA		
TESISITA: BACH. BRUNO EDUARDO ARQUINEGO ESPINOZA	FECHA: AGOSTO-2022 ESCALA: INDICADA	DPTO: AYACUCHO PROV: LUCANAS	DIST: LUCANAS C.P.: RAQUINA
			LAMINA: DP-01



SECTOR 1

LEYENDA	
CANALETA EXISTENTE	
CANALETA PROYECTADA	



SECCION TRANSVERSAL DE LA CUNETA
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
Tesis: "ANALISIS HIDROLOGICO PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL DE LA I.E. N°212 INICIAL, EN EL C.P. DE RAQUINA, DISTRITO LUCANAS, LUCANAS, AYACUCHO"-2022			
Título: DESAGUE PLUVIAL SECTOR 2			
	NOMBRE: BACH. BRUNO EDUARDO ARQUINÉGO ESPINOZA	INSTITUCIÓN: FISICA 150	DISTRITO: LUCANAS C.P.: RAQUINA
			
CP-02			