

7.0 ESTUDIOS BASICOS
7.8 ESTUDIO HIDROLOGICOI

ESTUDIO HIDROLOGICO

PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – LORETO."

INDICE

RESUMEN

1. Generalidades

2. Metodología del Estudio

2.1 Recopilación de Información

- a) Cartografía
- b) Pluviométrica
- c) Hidrometría

2.2 Reconocimiento de campo

2.3 Fase de Gabinete

3. Caracterización hidrológica de la cuenca Climatología e Hidrología

3.1 Clima del Área de Estudio

3.2 Descripción de los Parámetros meteorológicos

- 3.2.1 Precipitación
- 3.2.2 Temperatura
- 3.2.3 Humedad Relativa
- 3.2.4 Vientos
- 3.2.5 Evaporación
- 3.2.6 Intensidad de Lluvia
- 3.2.7 Limnimetría

3.3 Evaluación de las cuencas

- 3.3.1 Características de la vía

3.4 Descargas Máximas

- 3.4.1 Cálculo de la Intensidad Máxima de Lluvia
 - 3.4.1.1 Determinación de la Intensidad
 - 3.4.1.2 Análisis de frecuencia de valores extremos
- 3.4.2 Riesgo de Falla.
- 3.4.3 Tiempo o periodo de Retorno
- 3.4.4 Tiempo de Concentración
- 3.4.5 Cálculo del Caudal

3.5 Diseño Preliminar de Alcantarillas

- 3.5.1 Consideraciones Generales
- 3.5.2 Inventario Y Evaluación de Obras de Drenaje Existentes
 - a) Drenaje Transversal
 - b) Drenaje Longitudinal

4. ESTUDIO DEL NIVEL DEL RIO AMAZONAS

5. Resultados.

6. Conclusiones

7. Recomendaciones

8. Referencia Bibliográficas


Ing. Walter M. Romero Bardales
 CIP. 143120

RESUMEN

El desarrollo del proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – LORETO."**

Traerá beneficios importantes para la población en esta zona del distrito de Iquitos con el abastecimiento del líquido elemento y la adecuada evacuación del agua pluvial mediante mejoramiento la calidad de vida, y otros con el consiguiente incremento de la calidad de vida de los pobladores en el área de influencia del Proyecto.

El proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – LORETO."**

Tiene previsto la construcción de estructuras para el mejoramiento del traslado de las aguas de lluvia, como sumideros, canales.

La característica principal de este proyecto plantea la construcción de canales de ancho variado con mortero $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

El área del proyecto, se ubica enteramente en la llanura de inundación de la cuenca del río Nanay. Es una zona de fuertes precipitaciones pluviales, las mismas que anualmente superan los 2,800 mm; por otro lado existen suelos finos de naturaleza arcillosa.

Este proceso de transporte de sedimentos es una de las causas de la colmatación de las quebradas y de las alcantarillas, lo cual altera el sistema de drenaje natural existente.

Del análisis de los niveles de espejo de río, de los niveles topográficos y sobre todo de la calidad de suelo de fundación, es preciso recomendar el relleno y compactación del área de proyecto con material de préstamo, con la finalidad de garantizar la calidad de la infraestructura de evacuación de las aguas pluviales y por otro lado evitar las inundaciones en épocas de lluvias.

De la evaluación de campo, se ha observado que no existe sistema de drenaje pluvial con sumideros y buzones.

A partir de la precipitación máxima de lluvia diaria, se realiza el análisis de intensidades de lluvia con los datos de la Meteorológica de Punchana. Como la información de precipitaciones máximas diarias pertenecen a los valores anuales, se utiliza la teoría de los Valores Extremos, en sus modelos más representativos, como el método de Gumbel y Gumbel Modificado, para el análisis estadístico y el pronóstico de la información.

A partir de los datos de lluvia máximas de 24 Horas para diferentes periodos de Retorno, se calcula las intensidades máximas con el Método de Bell y Espildora.

La determinación del caudal que circula en la cuenca de recepción, ha sido realizada con el método racional modificado.


Ing. Walter M. Romero Bardales
 CP. 143120

1. GENERALIDADES

El proyecto de **"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS - LORETO."**

Con la realización de este proyecto se mejorará y ampliará el actual sistema de drenaje pluvial de la zona, permitiendo así dar una mayor dinámica y mejorando las condiciones de vida de los beneficiarios.

Debe darse prioridad a estudios de manejo integral de cuenca en los que estén incluidas las obras de infraestructura. Del mismo modo, deberá darse importancia a los estudios de optimización y verificación de obras de infraestructura hídrica, mediante mediciones de campo, investigaciones de gabinete y modelos experimentales en laboratorio.

Una de las estructuras más importantes para la preservación y el mejoramiento del ambiente de aguas residuales y pluviales urbanas es un sistema de alcantarillado y drenaje de aguas lluvias adecuados y que funcione correctamente. El mejoramiento de esta área urbana incrementará en la zona, la construcción y mejoramiento de viviendas.

Además, con la urbanización, el patrón espacial del flujo en la cuenca se altera y la eficiencia hidráulica se incrementa a través de canales artificiales y naturales. Estos factores incrementan el volumen y la velocidad de la escorrentía y producen caudales de crecientes con picos mayores en las cuencas urbanizadas que aquellos que ocurrían antes de la urbanización.

Para el diseño de un sistema de drenaje urbano se requiere fundamentalmente contar con suficiente información hidrológica, mecánica de suelos, cobertura vegetal y una buena información planimetría de la cuenca en estudio.

Lamentablemente, los registros pluviográficos en las estaciones de la cuenca de interés son escasos de modo que el procedimiento para obtener las curvas intensidad-duración-frecuencia con estos datos ha sido poco práctico.

Esta situación ha llevado a buscar procedimientos que permitan superar tal deficiencia, aprovechando al máximo la información de precipitación máxima de 24 horas, que realmente existe y que se obtuvo de la estación climatológica ordinaria del SENAMHI

Como la zona del proyecto, se encuentra en la llanura de inundación del río Nanay, es importante considerar en el planeamiento de la obra, los periodos de retorno de las inundaciones, las llanuras de inundación y áreas inundables.

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río. Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et al., 1984). Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. Esto hace que un determinado curso de aguas rebalse su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua; por lo que son "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.

Se pueden observar las llanuras de inundación desde varias perspectivas diferentes: "La definición de llanuras de inundación depende algo de las metas que se tenga en

mente. Como categoría topográfica es muy plana y se encuentra al lado un río; geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, está mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre. Una combinación de estas características posiblemente cubre los criterios esenciales para definir una llanura de inundaciones" (Schmudde, 1968). Más sencillamente, una llanura de inundación se define como "una franja de tierra relativamente plana, junto a un río y que sufre desborde de las aguas durante las crecidas"

Las inundaciones suelen ser descritas en términos de su frecuencia estadística. Una "inundación de 100 años*" o "una llanura de inundación de 100 años" se refiere a un evento o una área expuesta a un 1 % de probabilidad que ocurra una inundación de un determinado volumen en cualquier año dado. Este concepto no significa que una inundación ocurrirá sólo una vez cada 100 años. Si es que ocurre o no en un determinado año no cambia el hecho de que siempre hay una probabilidad del 1 % de que ocurra algo similar al año siguiente. Dado que las llanuras de inundación pueden ser cartografiadas, los linderos de una inundación de 100 años se utilizan comúnmente en programas de mitigación de llanuras de inundación, para identificar las áreas donde el riesgo es significativo. Se puede seleccionar cualquier otra frecuencia estadística para un evento de inundación, según el grado de riesgo que se decida evaluar, llanuras de 5 años, 20 años, 50 años, o 500 años.

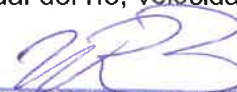

La frecuencia de inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y la pendiente del canal. En la zona del estudio, las inundaciones que se presentan corresponden al régimen de la creciente del río Amazonas y sus tributarios, es decir, ocurre entre marzo y mayo.

Obtener datos hidrológicos directamente de los ríos o cursos de agua es un esfuerzo valioso pero que consume tiempo. Si tales datos dinámicos han sido obtenidos durante muchos años de aforos regulares, se pueden usar modelos para calcular la frecuencia estadística de los eventos de inundación, determinando así su probabilidad. Sin embargo, tales evaluaciones son difíciles sin aforos de por lo menos veinte años.

En la región Loreto, los datos de aforos de los principales ríos son insuficientes o no existentes. Como resultado, las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, pueden no ser posibles porque no hay una base para determinar los niveles específicos de inundación y los intervalos de recurrencia para determinados eventos. Se pueden realizar evaluaciones del peligro en base a datos de percepción remota, informes de daños y observaciones de campo cuando los datos cuantitativos son escasos. Tales evaluaciones presentan información graficada que define las áreas inundables que probablemente serán afectadas por una inundación de un intervalo específico (Riggs, 1985).

Por otro lado, las llanuras de inundación no son estáticas ni estables. Están compuestas de sedimentos no consolidados, se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, o pueden ser el lugar donde se depositen nuevos estratos de lodo, arena y limo. En tal virtud, el río puede cambiar de curso e ir de un lado de la llanura de inundación al otro.

El ancho de una llanura de inundación está en función del caudal del río, velocidad de la tasa erosionante, pendiente del canal, y dureza de su pared.


Ing. Walter M. Romero Badales
 CIP. 143120

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Dentro de los componentes del proyecto se contempla construir las siguientes obras:

Canales, Conexiones de Drenaje Pluvial.

Para el Sistema de Alcantarillado Pluvial ha sido verificadas en la zona del proyecto; en la cual, se ha determinado su estado actual a fin de considerar dentro del proyecto la ejecución de cambios y nueva construcción de alcantarillas para mejorar la infraestructura en la zona.

Los parámetros de medición y descripción tanto en las obras principales, como complementarias y los detalles de cada uno de ellos, se encuentran en las Especificaciones Técnicas y planos que son documentos principales del presente Expediente Técnico.

2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para el diseño de las obras de drenaje del proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS -- LORETO."**

Se ha recopilado información pluviométrica de la Estación de Punchana en la cuenca del Rio Nanay, se eligió la estación Punchana ya que se cuenta con mayor información pluviométrica según datos proporcionados por SENAMHI (ANEXO), en el área de influencia de la cuenca de estudio.

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer las características hidrológicas de las áreas aportantes consideradas, se realizará el estudio en las siguientes etapas:

- ❖ **Recopilación de Información**, Comprende la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente como cartografía, pluviometría, e limnimetría en el área de estudio.
- ❖ **Trabajos de campo**, Consiste en un reconocimiento del alineamiento de la vía, para su evaluación y observación de las características, relieve y aspectos hidrológicos de las cuencas, así como la identificación de las alcantarillas existentes y la ubicación de las alcantarillas necesarias para el drenaje de la vía.
- ❖ **Fase de Gabinete**, Consiste en el procesamiento, análisis, determinación de los parámetros de diseño y dimensionamiento de las obras de drenaje y de protección de riberas.
Esta fase a su vez consiste en realizar una secuencia dividida en tres partes, la primera referida al análisis de curva de frecuencia que se adecua los valores de precipitación y de niveles de río, la segunda al cálculo de la intensidad de lluvia para un periodo de retorno de diseño; la tercera al cálculo del caudal de diseño de la cuenca de interés y la cuarta del dimensionamiento de la sección transversal de las alcantarillas y cunetas del proyecto.

En vista de que prácticamente las estaciones meteorológicas en el área de influencia del proyecto no cuentan con información de intensidad de lluvia, y las que existen no son muy extensos, se ha propuesto realizar el diseño a partir de la información de precipitación máxima diaria de **10 años de la estación PLU de Punchana** en la cuenca del Rio Nanay, ya que se cuenta con mayor información pluviométrica de datos proporcionado por SENAMHI.

De toda la información de precipitación máxima diaria, se escoge el valor más alto para cada año. Tal como se muestra en el Cuadro N° 01.

**TABLA N° 01
PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS**

CUADRO N° 01

AJUSTE DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS - ESTACION PLU- PUNCHANA

Año	Meses (Estación PLU - PUNCHANA) (mm/hr)												Promedio Anual
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
2010	358.7	133.8	249.7	114.0	210.3	157.1	63.5	75.6	77.5	80.3	266.9	65.2	154.38
2011	214.3	152.3	435.0	382.0	199.9	165.6	133.3	143.1	235.5	216.3	179.2	148.8	217.11
2012	442.7	363.8	375.3	178.7	266.0	200.0	194.8	111.3	203.9	179.4	104.4	236.3	238.05
2013	207.8	491.5	242.0	153.3	287.3	237.5	175.9	274.0	138.1	171.6	337.1	213.3	244.12
2014	147.9	157.5	274.3	351.7	236.1	187.1	123.8	152.8	212.4	236.9	218.7	393.5	224.39
2015	264.7	264.7	472.3	318.2	308.8	145.0	176.5	162.5	134.3	211.9	214.9	318.7	249.38
2016	88.6	395.9	356.4	302	175.4	114.8	275.9	153.7	208.2	231.8	171.2	315.5	232.45
2017	S/D	S/D	350.8	147.4	328.3	245.2	69.8	121.7	123	419.1	339.6	105.9	225.08
2018	193.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	141.2	321	218.70
2019	235.3	191.4	412.7	165.3	-	-	-	-	-	-	-	-	251.18

La serie anual de una Pluviometría tiene la propiedad de estar compuesta por los valores extremos de una serie de observaciones efectuadas durante un año. Esto quiere decir que se puede aplicar la **teoría de distribución de extremos** y hacer predicciones contando con la información de un cierto número de años.

Existe un límite a la cantidad de precipitación o magnitud de tormenta que cause la avenida, por grande que sea; el coeficiente de escurrimiento en una cuenca no puede ser mayor que uno, o cien por ciento, y el tiempo de concentración no puede ser menor a un tiempo límite, de acuerdo a las características de la cuenca.


Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

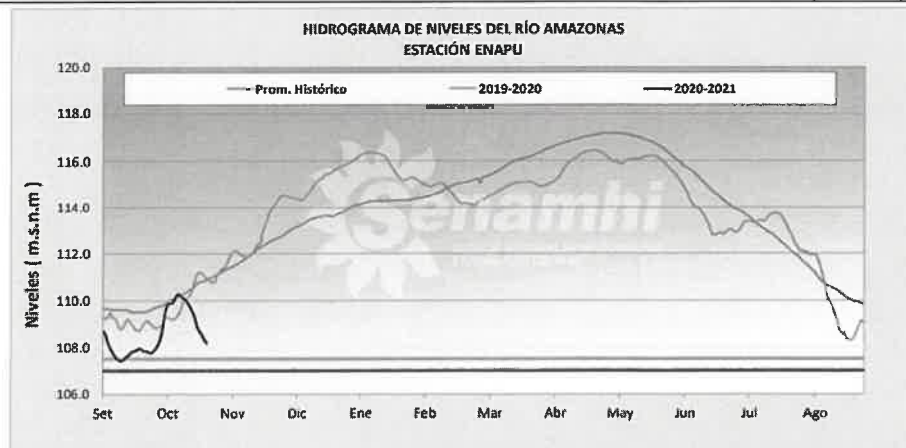


Fecha: martes, 20 de Octubre de 2020

MONITOREO HIDROLÓGICO 2020-2021

AM - EN

N°291 - 20



CUENCA	ESTACION	NIVEL DEL DIA ANTERIOR (m.s.n.m.)					NIVEL DEL DIA DE HOY (m.s.n.m.)				
		Promedio 24 hrs.	Normal Diario	Anomalia (m)	Min.	Max.	Promedio a las 6:00 hrs.	Normal Diario	Anomalia (m)	Min.	Max.
Amazonas	Enapu	108.32	110.85	-2.53	108.32	108.32	108.18	110.89	-2.71	108.18	108.18

Fuente: SENAMHI

CONCLUSIONES Y PREVISIONES

El caudal del Río Amazonas en la estación hidrológica Enapu (hasta las 6:00 hrs.) es de 108.18 m.s.n.m, se encuentra inferior de su promedio normal histórico con una anomalía de -2.71 m; hasta el momento dicho comportamiento hidrológico es descendente en promedio, con respecto al día anterior.

2.1 RECOPIACION DE INFORMACIÓN

La información que se está utilizando se refiere a los siguientes aspectos:

a) Cartografía

La Vía interurbana se ubica íntegramente en el mapa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), carta nacional a escala 1: 100,000 Iquitos Hoja 8 – p

b) Pluviométrica

La escorrentía existente y producida en el área de estudio, proviene exclusivamente de las precipitaciones pluviales caídas en la zona.

Precipitación están siendo administradas por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), son las que se anotan a continuación: Las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio.

Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Estación Pluviométrica	Altitud (msnm)	Ubicación Distrito	Periodo de Registro
Punchana	116	Punchana	2010 - 2023

c) Limimetría e Hidrometría

El río Amazonas, en la zona del proyecto no cuenta con estaciones de medición de caudales. Existe dos estaciones limnimitricas que registran la variación de los

niveles del espejo del río, uno ubicado en la instalaciones de ENAPU PERU S.A. y otro en las instalaciones del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia Peruana.

2.2 Reconocimiento de Campo.

El reconocimiento de campo permite tener una apreciación de la situación actual de las características hidrológicas y de drenaje de la vía. Como resultado del trabajo de campo, se contó con información hidrológica de campo del río, así como el inventario de las estructuras de drenaje.

2.3 Fase de Gabinete

Consiste en el procesamiento, análisis, determinación de los parámetros hidrológicos para el diseño y dimensionamiento de las obras de drenaje y protección de riveras.

3 CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGIA

El estudio climatológico se ha realizado en base a las informaciones meteorológicas de las estaciones climatológicas, Punchana y San Roque ubicadas en la zona de influencia del proyecto, las cuales cuentan con datos de temperatura, precipitaciones, humedad relativa y vientos a nivel mensual del periodo 2010-2022.

3.1 Clima del Área en Estudio

El clima del área en estudio es de Bosque Húmedo Tropical (bh-T), predominando un ambiente caliente y húmedo, caracterizado por pequeñas variaciones de temperatura, durante el día y en las medias mensuales.

Esta isoterminia es predominante en la planicie Amazónica, la misma que disminuye a medida que se acerca a los terrenos más elevados que limitan la Cuenca.

Particularmente, en la región de la Selva, la presencia de un Ciclón Ecuatorial, que en el verano ocupa la parte central de América del Sur, genera una zona de baja presión con vientos cálidos y húmedos que soplan en dirección Sur-Este a Nor-Oeste, debido a este fenómeno se producen intensas precipitaciones.

3.2 Descripción de los elementos meteorológicos

3.2.1 Precipitación

La precipitación total media anual en la zona del proyecto varía de 42.9 mm, registrada en el mes de Mayo del 2023 a 355.5 mm correspondiente al mes de enero del 2023.

Según esta información se puede apreciar que entre los meses de diciembre a mayo (verano y otoño), se registra una precipitación mayor (56%) y en los meses restantes, Junio a Noviembre (invierno y primavera), corresponde el 44%. En el semestre de mayor precipitación, los valores más altos corresponden generalmente a los meses de marzo y abril; los valores más bajos corresponden a los meses de junio, julio y agosto, que registran el 19% de la precipitación anual.

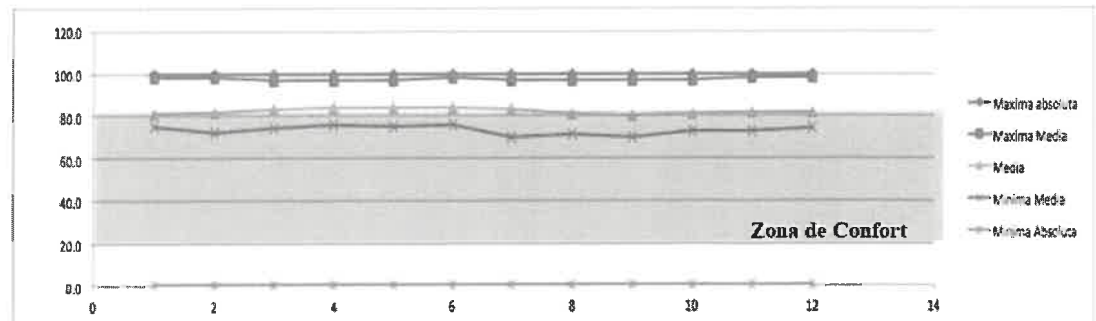
La precipitación total máxima mensual se ha presentado en el mes de enero con 89.4 mm.


Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

A través del año, se observa que los máximos medios, alcanzan en los meses de Abril, Mayo y Junio valores en el orden de 85% a 86%, y los mínimos medios corresponden a la época menos lluviosa, en los meses de Septiembre y Octubre, con presencia de valores cercanos a 82%.

En el siguiente Gráfico, se muestra el régimen de distribución mensual de la humedad relativa en ella se puede observar que la oscilación de los valores es mínima, por lo que se establece que en área de estudio la humedad relativa es alta y constante.

Grafica de la Humedad



Adaptado Tello 2014 - Senamhi 2009-2012

3.2.4 Vientos

La velocidad media mensual de los vientos de la estación Iquitos, es 1.6 Km/h, notándose que la velocidad media es uniforme a lo largo de todo el año, tipificándose como viento débil, según la escala de "Beaufort"; no se tiene información de los valores máximos absolutos, aunque se tiene información de la estación Yurimaguas, donde se han registrado vientos máximos medios de hasta 14.4 Km/h (brisa ligera) y vientos máximos absolutos de 64.8 Km/h.

En cuanto a la dirección predominante Nor-Este, se observa que alcanzan su máxima intensidad de frecuencia de septiembre a febrero, los vientos predominantes del Norte tienen la misma oscilación, es decir que, alcanzan su mayor intensidad de frecuencia de septiembre a febrero.

En cambio, los vientos provenientes del sur presentan su máxima intensidad de frecuencia de marzo a agosto, los vientos del Este alcanzan su máxima intensidad de frecuencia de diciembre a mayo.

Gráfico de vientos

WIENTOS MAGNITUD	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Max	Promedio	Min
1.00 PM	1.9	1.9	2.0	1.8	2.2	2.3	1.9	1.8	1.7	1.7	1.9	2.2	2.3	1.9	1.7
Estación:	VERANO			OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA					

Adaptada Tello 2014 - Senamhi 2009-2012

3.2.5 Evaporación

El estudio de este elemento meteorológico ha sido efectuado con los datos registrados por la estación de Punchana, pudiéndose apreciar que la evaporación presenta un régimen de distribución mensual que se puede considerar como normal, alcanzando un promedio anual de 505.4 mm.

Se observa que el promedio mensual presenta valores oscilantes, siendo mayores los registrados en Noviembre, Enero y Febrero (44.60 mm) y los más bajos en los meses de Abril, Mayo y Junio (38.3 mm).

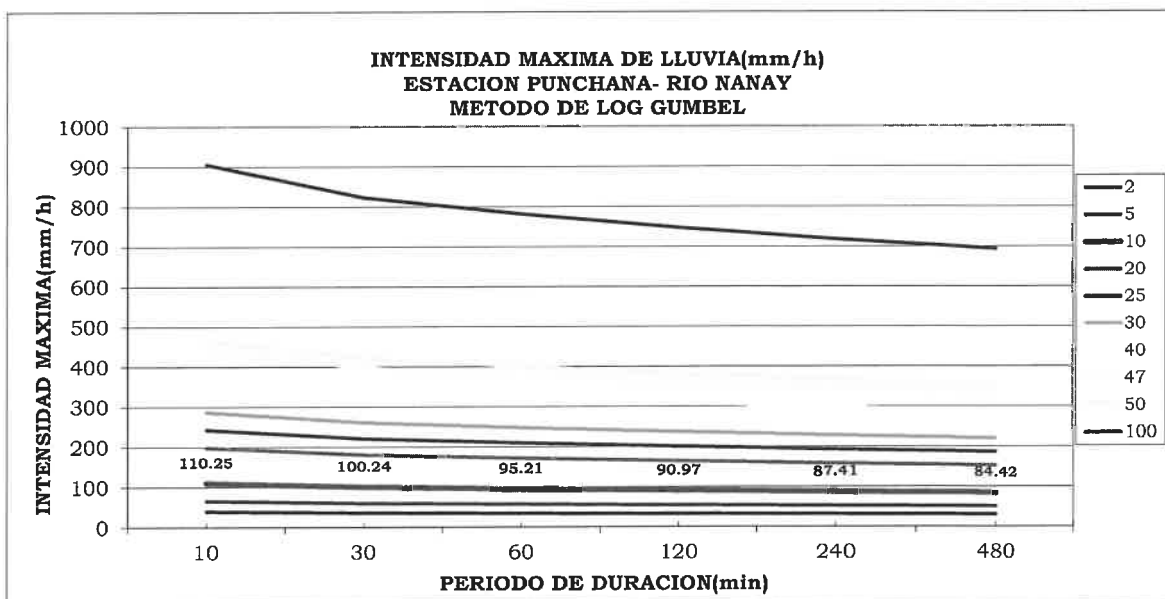
Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP 142320

El total promedio anual de evaporación es de 42.1 mm., que se considera bajo y está atribuido a la alta tensión de la humedad relativa todo el año, así como a la escasa velocidad de los vientos que hace que la evaporación presente ligeras variaciones. Esta relación directa se debe a la mayor incidencia de radiación solar en relación al aumento de altitud.

3.2.6 Intensidad de Lluvias

Se cuenta con información de intensidad de lluvia (mm/h), elaborado por SENAMHI, con los dato climatológicos de la **Estación de Punchana**, en el cual se presenta las máximas intensidades de precipitación de las tormentas registradas en el periodo 2019, En el siguiente gráfico se presenta las máximas intensidades de precipitación de tormentas, y la curva de duración-intensidad-frecuencia.

Para un periodo de retorno de 10 años, se empleara el registro de la estación en un tiempo similar al de retorno, desde el 2010 al 2019. El valor tomado de cada año será el promedio de cada registro, a criterio del consultor.



3.2.7 Limnimetría

Con la información obtenida de la estación de la empresa EPS Sedaloreto S.A., respecto a los niveles históricos de espejo de agua alcanzados por el río Nanay, se ha podido efectuar un análisis de máximas avenidas y su incidencia en el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – LORETO."**

En el grafico siguiente se presenta los niveles históricos de los espejos de agua del río Nanay para un periodo de tiempo de 32 años. En ella se aprecia que los niveles máximos se presentan entre los meses de febrero a marzo, superando estos la cota de los 118.70 msnm.

Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

PLUVIOMETRÍA PUNCHANA

CUADRO N° 02

AJUSTE DE LAS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS - ESTACION PUNCHANA METODO DE LOG GUMBEL + BELL ESPILDORA

ESTACION PLU - PUNCHANA

CUADRO N° 02-A

AÑO	PREC.MAX (mm)
2010	154.4
2011	217.1
2012	238.1
2013	244.1
2014	224.4
2015	249.4
2016	232.5
2017	225.1
2018	218.7
2019	251.2
MEDIA	225.5
DESVEST	27.81

m	PREC.MAX (mm)	P %	Tr Años	(Pp - Ppm)^2
1	251.2	6.73	14.86	660.28
2	249.4	16.35	6.12	571.02
3	238.1	25.96	3.85	157.90
4	244.1	35.58	2.81	347.30
5	232.5	45.19	2.21	48.53
6	225.1	54.81	1.82	0.16
7	224.4	64.42	1.55	1.20
8	218.7	74.04	1.35	46.02
9	217.1	83.65	1.20	70.12
10	154.4	93.27	1.07	5055.78
MEDIA	225.5			
DESVEST	27.81			

CUADRO N° 02 - B

LOG GUMBEL

T Años	PREC.MAX (mm)
2	220.92
5	245.49
10	261.76
20	277.37
25	282.32
30	286.34
40	292.67
47	296.21
50	297.57
100	312.70

BELL ESPILDORA

INTENSIDAD MAXIMA(mm/h)					
PERIODO DE DURACION(min)					
10	30	60	120	240	480
39.55	35.97	34.16	32.64	31.36	30.29
66.07	60.07	57.05	54.51	52.38	50.59
110.25	100.24	95.21	90.97	87.41	84.42
198.62	180.59	171.52	163.89	157.48	152.08
242.80	220.77	209.68	200.35	192.51	185.91
286.98	260.94	247.83	236.81	227.54	219.74
375.35	341.29	324.14	309.73	297.60	287.41
437.21	397.53	377.56	360.77	346.65	334.77
463.72	421.64	400.46	382.64	367.67	355.07
905.56	823.38	782.02	747.23	717.98	693.39


Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

Para estimar los parámetros estadísticos de los datos de precipitación máxima de 24 horas, se ha utilizado en esta oportunidad la metodología de los Momentos Lineales. Los parámetros obtenidos con este método son menos sensibles a los valores extremos, por lo que permite determinar la distribución teórica de probabilidad que mejor se ajusta a los datos analizados.

Para verificar que los datos que se tienen de la estación de Punchana se ajustan a una curva de distribución conocida, estos datos son sometidos a una prueba de bondad de ajuste con el método de Smirnov-Kolmogorov, cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 03

CURVA DE JUSTE	DELTA TEORICO	DELTA TABULAR	OBSERVACION
Log Normal de 3 Parametros	0.1057	0.3512	nivel de 5% significancia
Distribucion Gamma de 3 parametros	Xo, γ, β calc. Mom. Ordin. incorrec		no se ajustan a la dist gamma 3 p:
Log Pearson tipo III	0.1219	0.3512	nivel de 5% significancia
Distribucion de Gumbel	0.1508	0.3512	nivel de 5% significancia
Distribucion de Frechet	0.1072	0.3512	nivel de 5% significancia

Los Estudios Hidrológicos analizan los regímenes de caudales medios y extremos de las corrientes de agua en los tramos de influencia de las obras viales.

3.4.1.1 DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD

Luego de haber definido el objetivo, que es determinar las cargas máximas para el diseño hidráulico de las alcantarillas y sumideros, se requiere encontrar el valor de la precipitación máxima anual para un periodo de retorno determinado y finalmente la intensidad en milímetros por hora (mm/hora).

Se tomó como referencia los datos pluviométricos de la estación PLU Punchana con muy buena aproximación debido a que se encuentra dentro de la cuenca de recepción de la cuenca en estudio.

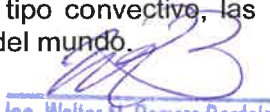
Para la determinación de la intensidad máxima de lluvia se empleará el método de Frederich Bell (1969) y Espíldora, que se describe a continuación:

1. A partir de los datos de Precipitación Máxima de Lluvia de 24 horas, se ha procedido a generar las intensidades máximas de lluvia.

Frederich Bell publicó un trabajo en el cual generalizaba las curvas-intensidad-frecuencia, a partir de los datos recogidos principalmente en los Estados Unidos. El argumento físico en que se apoyó es el hecho de que las lluvias extremas de menos de dos horas de duración se deben a tormentas del tipo convectivo, las cuales poseen características similares en todas las regiones del mundo.

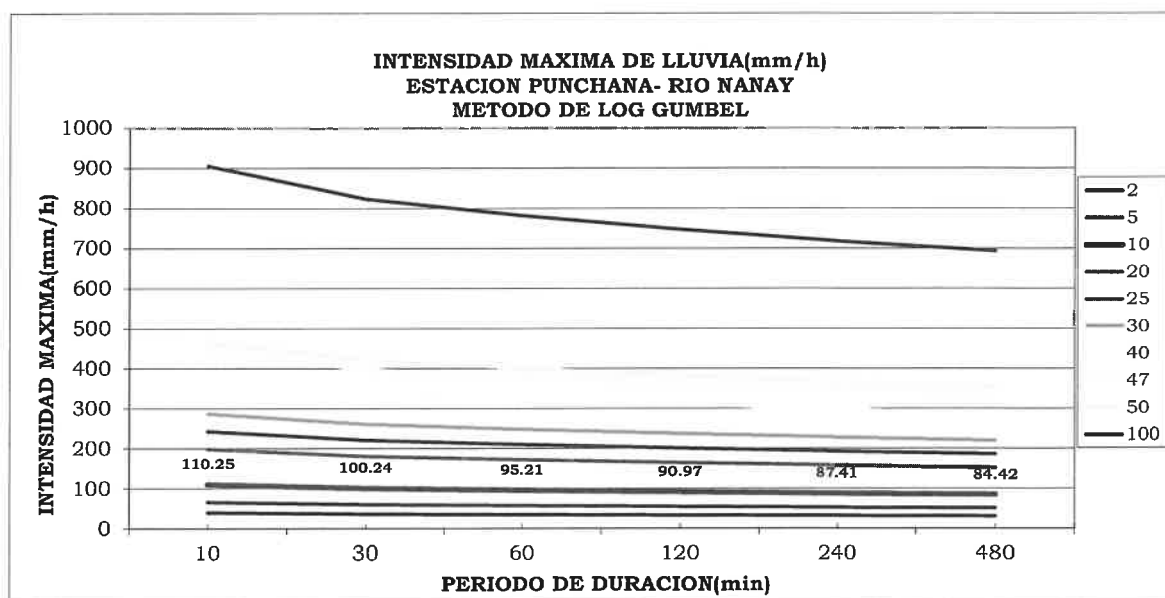
$$P^T_t = (0.21 T + 0.52) (0.54t^{-0.25} + 0.50) P^{10}_{60}$$

En realidad no siempre se cuenta con información de lluvias de una hora de duración. Pero **Espíldora**, obtuvo en Chile que la relación entre la lluvia máxima diaria y la lluvia de una hora es más o menos constante e igual a 4.04. Esto hace posible obtener la lluvia P^{10}_{60} que entra en la fórmula, a partir de las lluvias máximas diarias cuyos registros son más frecuentes.


Ing. Walter H. Romero Bardales
CIP. 143120

2. A partir de los registros de precipitaciones máximas diarias, obtener mediante un análisis de frecuencia, la magnitud de la lluvia con periodo de retorno de 10 años.
3. Usando el coeficiente de Espíldora obtener P^{10}_{60} y luego aplicar la fórmula de Bell.
Por último, calcular, a partir de las magnitudes encontradas de lluvia, intensidades correspondientes a fin de poder construir las curvas intensidad-duración-frecuencia.

En el siguiente grafico se muestra la relación Intensidad-Duración Frecuencia:



3.4.1.2 ANALISIS DE FRECUENCIA DE VALORES EXTREMOS

En todo Proyecto de Ingeniería se debe determinar la vida útil de la obra y luego definir el acontecimiento extremo, que comprende a esa vida útil, escogiendo para ello un porcentaje adecuado de riesgo de falla.

La vida útil de una estructura está en función directa al costo de la misma para ello, para el presente proyecto se ha tomado un periodo de vida útil de diseño de 20 años.

3.4.2 RIESGO DE FALLA

Representa la probabilidad de que el caudal considerado para el diseño sea superado por otro evento de mayor magnitud. Asumimos para el diseño de las estructuras un riesgo de falla de 35%, basándonos en recomendaciones dadas por algunos investigadores; aunque también se puede calcular asumiendo una probabilidad de que no ocurra tal evento; mediante la fórmula:

$$J = 1 - p^N \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

J = Probabilidad de excedencia

P = Probabilidad de no excedencia

N = Vida útil

Ing. Walter M. Romero Bardales
CP. 143120

TABLA N° 04

PERIODO DE DISEÑO O VIDA UTIL	PERIODO DE RETORNO				
	PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA				
	0.01	0.25	0.65	0.75	0.99
2	1.11	2.00	5.16	7.46	199.50
5	1.66	4.13	12.11	17.89	498.00
10	2.71	7.73	23.72	35.26	995.49
20	4.86	14.93	46.93	70.02	1990.48
30	7.03	22.14	70.14	104.78	2985.47
50	11.37	36.57	116.57	174.30	4975.46
100	22.22	72.64	232.64	348.11	9950.42
RIESGO DE FALLA	99%	75%	35%	25%	1%

3.4.3 TIEMPO O PERÍODO DE RETORNO,

Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Esta expresado en función de la probabilidad P de no ocurrencia. Esto es:

$$Tr = \frac{1}{1-P} \quad \dots\dots (2)$$

Despejando P de la ecuación (1) y reemplazando en la ecuación (2) se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1 - J)^{1/N}}$$

Ecuación que se utilizará para estimar el tiempo de retorno Tr para diversos riesgos de falla y vida útil N de las estructuras.

Entonces, para un periodo de vida útil de la estructura correspondiente a 20 años, y asumiendo un riesgo de falla de 35%, se obtiene un periodo de retorno de 47 años.

A continuación se presenta una tabla para encontrar el periodo de retorno para diferentes periodos de vida útil y riesgo de falla, consecuencia de la aplicación de las fórmulas antes expuestas.

3.4.4 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo mas alejado de la cuenca fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado. Así tenemos:

Método de Kirpich (1940)

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Donde:

L : longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida en m.

S : pendiente promedio de la cuenca en m/m.

t_c : minutos


Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

Método de California Culverts Practice (1942)

$$t_c = 0.0195(L^3/H)^{0.385}$$

L : longitud del curso más de agua más largo en m.

H : Diferencia de nivel entre la entrada de agua y la salida en m

t_c : Horas

En este caso se asume que el tiempo de concentración es igual al periodo de duración.

CUADRO N° 05

PARÁMETRO	
Area (Ha)	0.52
Longitud (m)	100.00
S (%)	0.002
t_c (min)	7.39

Reemplazando en la ecuación de Kirpich resulta:

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

$$t_c = 7.39 \text{ min} =$$

Para un periodo de retorno de 10x años se calcula las intensidades máximas las que se muestra en Cuadro siguiente:

CUADRO N° 06 Intensidad máxima

PARÁMETRO	
t_c (min)	7.39
I max(mm/h)	110.25

3.4.5 CALCULO DEL CAUDAL

Se realizará mediante el Método Racional.

El Método Racional, el cual empezó a utilizarse de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de alcantarillados de aguas lluvias (Pilgrim 1986).

A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando para el diseño de alcantarillados debido a su simplicidad. Una vez que se ha seleccionado la distribución y se han determinado los tamaños de las tuberías por el método racional, la bondad del sistema puede verificarse utilizando un tránsito dinámico de los hidrogramas de caudal a través del sistema.

La idea detrás del método racional es que si una lluvia con intensidad i empieza en forma instantánea y continúa en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuará hasta que se llegue al tiempo de concentración t_c , en el cual toda la cuenca está contribuyendo al flujo en la salida.

El producto de la intensidad de lluvia i y el área contribuyendo al flujo en la salida. El producto de la intensidad de lluvia i y área de la cuenca A es el caudal de entrada al sistema, iA , y la relación entre este caudal y el caudal pico Q (que ocurre en el tiempo e_c) se conoce como el *coeficiente de escorrentía* C ($0 \leq C \leq 1$). Éste se expresa en la fórmula racional:

$$Q = \frac{C i A}{360} \quad (16)$$

Comúnmente, Q está dado en metros cúbicos por segundo (mcs), i milímetros por hora y A en Hectáreas. La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño i en (16) es el tiempo de concentración en cuenca.

En áreas urbanas, el área de drenaje usualmente está compuesta de sub áreas o sub cuencas de diferentes características superficiales. Como resultado, se requiere un análisis compuesto que tenga en cuenta las diferentes características superficiales. Las áreas de las subcuencas se denominan como A_i y los coeficientes de escorrentía para cada una de ellas se denominan como C_j . La escorrentía pico se calcula al utilizar la siguiente forma de la fórmula racional:

$$Q = i \sum_{j=1}^m C_j A_j$$

Donde m es el número de sub.-cuencas drenadas por un alcantarillado.

Las suposiciones asociadas con el método racional son:

1. La tasa de escorrentía pico calculada en el punto de salida de la cuenca es una función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración, es decir, el caudal pico no resulta de una lluvia más intensa, de menor duración, durante la cual solamente una porción de la cuenca contribuye a la escorrentía a la salida de ésta.
2. El tiempo de concentración empleado es el tiempo para que la escorrentía se establezca y fluya desde la parte más remota del área de drenaje hacia el punto de entrada del alcantarillado que se está diseñando.
3. La intensidad de lluvia es constante durante toda la tormenta.

El resultado de los caudales generados para las subcuencas son mostradas en el cuadro N° 07

CUADRO N° 07, Parámetro de cálculo

PARÁMETRO	
t_c (min)	7.39
I_{max} (mm/h)	110.25
Q (m ³ /s)	0.04


Ing. Walter M. Romero Bardales
CIP. 143120

3.5 DISEÑO PRELIMINAR DE LA ALCANTARILLA

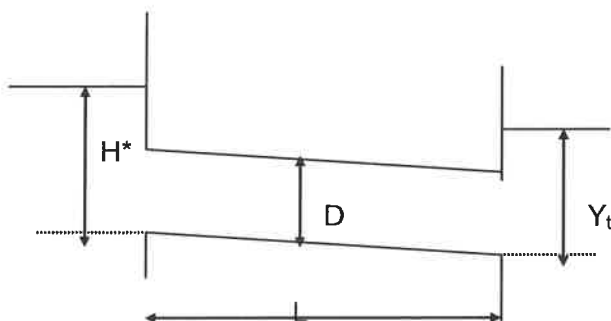
3.5.1 Consideraciones Generales

Las alcantarillas son conductos que pueden ser de secciones circulares o de marco (cuadradas o rectangulares), usualmente enterradas, utilizadas en desagües o en cruces con carreteras; pueden fluir llenas o parcialmente llenas dependiendo de ciertos factores tales como: diámetro, longitud, rugosidad y principalmente de niveles de agua, tanto a la entrada como en la salida.

Según investigaciones de Laboratorio la alcantarilla no se sumerge si la carga a la entrada es menor que un determinado valor crítico denominado H^* , que varía de 1.2D a 1.5D, siendo D el diámetro o la altura de la alcantarilla.

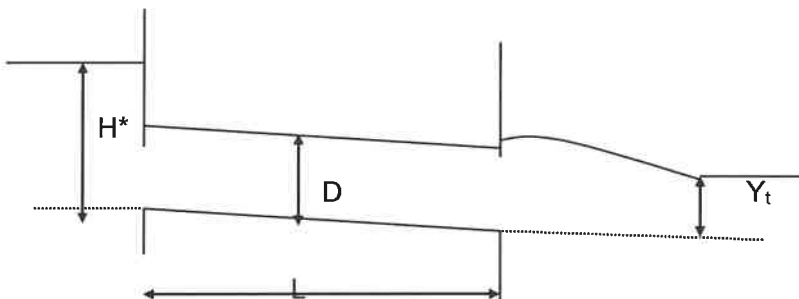
Estas se clasifican en:

Tipo I Salida Sumergida



$H^* > D$
 $Y_t > D$
Alcantarilla llena

Tipo II Salida No sumergida



$H^* > D$
 $Y_t < D$ $1.2 D > H^* > 1.5 D$

Criterios de Diseño

- ❖ El diseño hidráulico de una alcantarilla consiste en la selección de su diámetro de manera que resulte una velocidad promedio de 1.25 m/s, en ciertos casos se suele dar a la alcantarilla una velocidad igual a la del canal; sólo en casos especiales la velocidad será mayor al valor especificado.
- ❖ La cota de fondo de la alcantarilla en la transición de entrada, se obtiene restando a la superficie normal del agua, el diámetro del tubo mas 1.5 veces la carga de velocidad del tubo cuando este fluye lleno o el 20% del tirante en la alcantarilla.
- ❖ La pendiente de la alcantarilla debe ser igual a la pendiente del canal.
- ❖ El relleno encima de la alcantarilla o cobertura mínima de terreno para caminos parcelarios debe ser de 0.60m y para cruces con carreteras debe ser de 0.90m.
- ❖ La transición tanto de entrada como de salida, en algunos casos, se conectan a la alcantarilla mediante una rampa con inclinación máxima de 4:1.
- ❖ El talud máximo del camino encima de la alcantarilla no debe ser mayor a 1.5:1
- ❖ En cruce de canales con camino, las alcantarillas no deben diseñarse en flujo supercrítico.
- ❖ Se debe determinar la necesidad de collarines en la alcantarilla.
- ❖ Normalmente las alcantarillas trabajan con nivel del agua libre, llegando a mojar toda su sección en periodos con caudales máximos.
- ❖ Las pérdidas de energía máximas pueden ser calculadas según la fórmula:

Ing. Walter M. Romero Barrios
CIP. 143120

$$h_{ft} = (h_e + h_f + h_s) * (V a^2 / 2g)$$

Donde:

h_e	:	Pérdidas por entrada
h_f	:	Pérdidas por fricción
h_s	:	Pérdidas por salida
$V a$:	Velocidad de alcantarilla

En el diseño del canal se debe buscar en lo posible una sección que transporte el caudal con una máxima eficiencia, la pendiente debe ser mínima para ganar más altura pero como en este caso se tiene una gran altura aprovechable, se puede variar un tanto la pendiente del canal de tal forma que se optimice la sección del canal y esto se consigue cuando el radio Hidráulico presenta una sección mojada mínima.

Experimentalmente se ha demostrado que se consigue un funcionamiento hidráulico óptimo cuando la velocidad del flujo es aproximadamente de $v = 1.5 \text{ m/s.}$, con lo cual no se produce erosión ni sedimentación.

3.5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE DEL PROYECTO

a) DRENAJE TRANSVERSAL

Con el objeto de permitir al pase de flujos de aguas pluviales, transversalmente al eje de la vía, es necesario proyectar Alcantarillas.

La función de las alcantarillas es permitir el pase de aguas pluviales provenientes de un curso de drenaje o de las cunetas laterales (alivio).

En el presente estudio se recomienda proyectar alcantarilla tipo marco de sección rectangular y/o cuadrado con captación de aguas pluviales de sumideros y de conexiones domiciliarias de aguas pluviales, para descargarlos en otros colectores de mayor capacidad de conducción.

b) DRENAJE LONGITUDINAL

Con el objeto de permitir al pase de flujos de aguas pluviales, Longitudinalmente al eje de la vía, es necesario proyectar Alcantarillas centrales.

4.0 ESTUDIO DE NIVELES DEL RIO NANAY


Para realizar el estudio de la llanura de inundación de la zona del proyecto, es necesario evaluar la consistencia de la información de niveles de espejo de agua del río Nanay.

Los datos de niveles del río Nanay se miden en una estación ubicada en las instalaciones de la Bocatoma de la empresa EPS Sedaloreto S.A. El período de registro con cierto grado de consistencia data desde el año 1968.

La regla limnimétrica de la Bocatoma se encuentra ubicado en la margen derecha del río Nanay.

La estación de la Bocatoma del río Nanay está referida al B.M. N° 7 con cota de 125.643 m.s.n.m., cota absoluta.

Históricamente el nivel máximo del Nanay ocurrió en el mes de Mayo durante el ciclo hidrológico 75/76 con un nivel de 118.70 m.s.n.m.


Ing. Walter M. Romero Badales
C.R. 143128

En cambio el nivel mínimo fue de 106.38 m.s.n.m. registrado el 06 de Setiembre del ciclo 05/06. El nivel medio tiene una cota de 109.96 m.s.n.m.

Debido al fenómeno de la curva de remanso en la confluencia con el río Amazonas, se presenta una dinámica caracterizado por una disminución de la velocidad de la corriente la cual origina la sedimentación de partículas sólidas.

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río. Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et al., 1984).

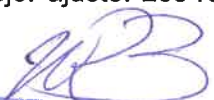

Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cursos de agua. Las llanuras de inundación son, por tanto, "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.

Bajo esta premisa, ha realizado el estudio de los máximos niveles del río Nanay, con la teoría de los valores extremos.

CUADRO N° 08

ANOS	NIV. MAX msnm
67/68	117.34
68/69	117.06
69/70	119.19
70/71	119.49
71/72	118.59
72/73	119.17
73/74	119.48
74/75	118.90
75/76	119.50
76/77	119.49
77/78	118.28
78/79	118.26
79/80	117.60
80/81	118.41
81/82	119.45
82/83	118.27
83/84	119.04
84/85	116.26
85/86	119.48
86/87	118.91
87/88	118.70
88/89	118.48
89/90	117.36
90/91	117.76
91/92	116.70
92/93	119.08
93/94	119.17
94/95	116.55
95/96	117.62
96/97	118.29
97/98	118.39
98/99	114.78

Estos niveles máximos anuales del río Nanay, fueron sometidos a la prueba de bondad de ajuste, utilizando la metodología del momento lineal y de Smirnov – Kolmogorov, con la finalidad de adecuarlos a la curva de mejor ajuste. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:


Ing. Walter M. Romero Bardales
 CIP. 143120

CUADRO N° 09

CURVA DE JUSTE	DELTA TEORICO	DELTA TABULAR	OBSERVACION
Distribucion Gamma de 3 parametros	Xo, γ , β calc. Mom. Ordin. incorrec		no se ajustan a la dist gamma 3 p;
Log Pearson tipo III	Xo, γ , β calc. Mom. Ordin. incorrec		no se ajustan a la dist Log Pearso
Distribucion de Gumbel	0.2285	0.2404	nivel de 5% significancia
Distribucion de Frechet	0.2307	0.2404	nivel de 5% significancia

Del cuadro anterior se desprende que los niveles máximos anuales presentados en el río Nanay y registrados en la estación de la Bocatoma de la EPS Sedaloretto, se ajustan mejor a la distribución de Gumbel.

CUADRO N° 11

Tr años	NIVELES MAXIMOS msnm
10	120.40
15	120.80
20	121.09
25	121.32
50	122.02
100	122.71

Para la FEMA, ha adoptado la creciente de 100 años como la creciente base para tomar medidas de gestión de las planicies de inundación.

Las Intrusiones en las planicies de inundación, tales como rellenos con materiales artificiales, reducen la capacidad de transporte de las crecientes, incrementan las alturas de crecientes en los ríos e incrementan los riesgos de inundaciones en áreas más allá de dichos rellenos.

En el siguiente grafico se muestra estos valores:




 Ing. Walter M. Romero Bardales
 CIP. 143120

5. RESULTADOS

PARAMETROS DE DISEÑO

Periodo de Retorno	10.00	años	R.N.E - Norma técnica O.S. 060 - Artículo 6 - Punto 6.1, ANEXO - ANEXO N°1 - 1.2 Método Racional - 1.2.4 Periodo de Retorno.
C : Coeficiente de Escorrentia	0.81		De acuerdo al método racional, periodo de retorno de 10 años, R.N.E - Norma técnica O.S. 060 - Anexo N°01: HIDROLOGIA - Hoja de cálculo excel, proporcionado por el Ing José Temoche evaluador del C.A.C.-Iquitos
I : Intensidad de Lluvia.	110.25	mm/hr :	dato histórico de la Estación Hidrográfica de PLU PUNCHANA, serie histórica para un periodo de retorno T=10 años;

6. CONCLUSIONES

- 6.1 Las condiciones de alta temperatura y alta precipitación de la zona son factores que deben considerarse durante el planeamiento de las obras tanto de terraplenes y rellenos como de las estructuras.
- 6.2 Los cauces más pequeños tienen cuencas inferiores a 0.01 km² y por lo tanto los caudales máximos serán inferiores a 2.78 lt/s/Ha, lo cual se tendrá en cuenta en el diseño de alcantarillas.
- 6.3 La vía debe hacer frente al problema de drenaje, debido a las precipitaciones pluviométricas estudiadas.
- 6.4 Para la eliminación de estas aguas se ha recurrido a proporcionar pendientes longitudinales y un transporte hacia los costados, ubicando cunetas laterales que permitan recolectar toda el agua de lluvia para llevarla a las alcantarillas o canales laterales.

7. RECOMENDACIONES

Las siguientes Recomendaciones, se tendrá que tener en cuenta en el diseño de las obras hidráulicas del Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA CALLE ALZAMORA (AV. MARISCAL CACERES / CA. LIBERTAD) - DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS – LORETO."

- 7.1 Diseñar las obras según el criterio de vida útil y porcentaje de riesgo. En función de estas dos variables se recomienda diseñar las estructuras con periodos de retorno de 10 años.
- 7.2 Las secciones de las cunetas deben ser de sección triangular.
- 7.3 La sección de la alcantarilla central para evacuación de aguas pluviales debe ser tipo cajón rectangular y/o cuadrada.
- 7.4 Para prevenir la socavación y otros efectos indeseables causados por una alta velocidad de flujo, se debe especificar una velocidad máxima permisible de 3.30 m/s.


Ing. Walter M. Romero Bardales

CIP-143120

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hidrología Aplicada. **Ven Te Chow**. Editorial Mc Graw Hill. Colombia, Santa Fe de Bogota, 1998
2. Normas de Saneamiento y Electromecánica. Reglamento Nacional de Edificaciones. ICG. Perú. Lima 2003.
3. Estudio Hidrológico de la cuenca del río Napo. DREM - CTAR Loreto. Iquitos, 1996.
4. Hidráulica de Canales Abiertos. **Ven Te Chow**. Editorial Mc Graw Hill. Colombia, Santa Fe de Bogota, 1998
5. Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil. Wendor Chiroque Moran. PUCP Lima-Peru. 1989.-g


Ing. Walter M. Romero Bardales
 CIP. 143120