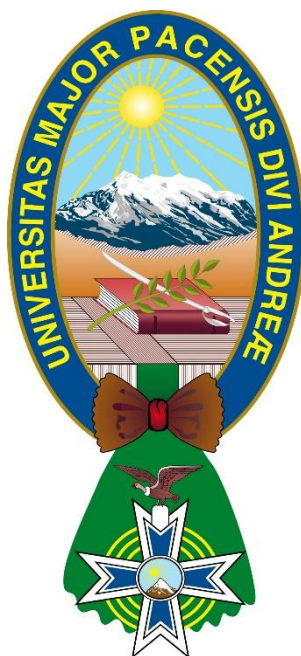


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
Carrera de Geodesia, Topografía y Geomática
Centro de Investigaciones y Aplicaciones Geomáticas - CIAG



MAESTRÍA EN CIENCIAS GEOMÁTICAS
(Aplicaciones a la gestión territorial, recursos naturales y medio ambiente)

Tesis presentada para la obtención del Título de Magister Scientiarum

**EVALUACION TECNICA DEL SISTEMA DE DRENAJE
PLUVIAL DE LA CUENCA DEL RIO ACHUMANI – LA PAZ**

POSTULANTE: ING. EDMUNDO FLORES ALBA

TUTOR: M.Sc. ING. JOSÉ LUÍS DELGADO ALVAREZ

LA PAZ - BOLIVIA
Noviembre, 2020

Agradecimientos:

Mi agradecimiento al Postgrado de la Carrera de Geodesia, Topografía y Geomática de la Facultad de Tecnología y UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES, por haber establecido la Maestría en Ciencias Geomáticas, que permite a los profesionales continuar con su capacitación de forma presencial; puesto que hasta antes de la década del año 2000, los interesados debían postular a Universidades Europeas y norteamericanas para realizar esta capacitación. Al retorno de los profesionales a nuestro país, ha permitido forjar este tipo de cursos con el contenido de planes y programas adecuados a la realidad Nacional; es por este motivo mi reconocimiento y gratitud sobre el presente curso.

RESUMEN

El estudio del sistema de drenaje pluvial de la cuenca del río Achumani, tiene por objetivo analizar **si** la canalización actual existente es solución para evitar el desborde de crecidas del río; toda conducción hidráulica debe tener una sección hidráulica que permita el tránsito de una avenida máxima con una probabilidad de no excedencia, y permita mitigar el riesgo de un desborde en los tramos existentes con presencia de viviendas y familias establecidas.

En la actualidad el estudio de drenaje pluvial tiene un enfoque sistémico, donde se toma en cuenta la información pluviométrica que es regulada por la Institución local que procesa y centraliza esta información para uso de estudios de avenidas y regulación de cuencas. Así mismo en el estudio de un caso, se toman en cuenta la topografía del mismo, el conocimiento técnico existente de la hidrología e hidráulica y las plataformas de análisis que vienen mediante los programas de uso accesible como el HEC-HMS, HEC-RAS y los graficadores tipo CAD.

El estudio se limita al río Achumani, y se toma en cuenta desde la Calle 5 de Achumani, que se considera como inicio del río, hasta la intersección con el río Huayllani, Progresiva 0+000 – 4+110. La subcuenca del río Achumani, tiene un área de 46.4 km² y constituye parte de la cuenca del río de La Paz, al igual que las subcuencas de Choqueyapu, Alpacoma, Orkojahuirá, Irpavi, Jilusaya y Huayñajahuirá, que se encuentran dentro la cuenca del río La Paz. Está ubicada al Este de la ciudad de La Paz.

El resultado del estudio muestra que la capacidad de la canalización tiene una probabilidad de excedencia del 3 %, equivalente a la presencia de caudal con un periodo de retorno de 30 años, particularmente en el primer tramo desde la intersección el río Huayllani Progresiva 4+110 m hasta el punto medio del tramo de estudio, Progresiva 1+953 (Asilo San Ramón).

EVALUACION TECNICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CUENCA DEL RIO ACHUMANI – LA PAZ

INDICE

	PAG.
CAPITULO I: INTRODUCCION	11
1.1 Descripción	11
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivo general	17
1.4 Objetivo específico	17
1.5 Planteamiento del problema	18
1.5.1 Identificación del problema	18
1.5.2 Formulación del problema	19
1.5.3 Hipótesis de investigación	20
1.6 Límites y alcances	20
1.7 Descripción del área del proyecto	21
CAPITULO II: REVISION BIBLIOGRAFICA	22
2.1 Descripción	22
2.2 Periodos húmedos y secos en la cuenca de La Paz	23
2.3 Características geomorfológicas de una cuenca y los cauces	27
2.4 Tipos de cuenca	27
2.5 Área de la cuenca	27
2.6 Divisoria de la cuenca	28
2.7 La corriente principal	29
2.8 Pendiente del cauce principal	30
2.9 Clasificación de las corrientes	30
2.10 Altura media de la cuenca	32
2.11 Curva hipsométrica de una cuenca	33
2.12 Escala espacial y temporal de la evaluación de recursos hídricos	34
2.13 Precipitación	36

2.14 Medición de la precipitación	36
2.15 Estimación de la precipitación media sobre la cuenca	38
2.16 Análisis de consistencia de datos de precipitación	40
2.17 Método de dobles acumulaciones	40
2.18 Procedimiento de cálculos. Dobles acumulaciones.	42
2.19 Completado de series de precipitaciones	43
2.20 Curvas intensidad – duración – frecuencia (i-d-T)	46
2.21 Deducción de la ecuación (i-d-T)	47
2.22 Medición de caudales	48
2.23 Estaciones hidrométricas o estaciones de aforo	49
2.24 Elementos mínimos de una estación de aforos	49
2.25 Métodos para aforar cursos de agua	50
2.26 Estudio de avenidas	54
2.27 Métodos de estimación de avenidas	54
2.28 Métodos estadísticos	54
2.29 Métodos hidrometereológicos	55
2.30 Funciones de distribución en hidrología	56
2.31 Distribución Normal	57
2.32 Periodo de retorno	58
2.33 Función de distribución Gumbel	59
2.34 Función de distribución Pearson III	60
2.35 Función de distribución Log Pearson III	62
2.36 Tormenta de diseño	63
2.37 Método del bloque alterno	64
2.38 Método del Soil Conservation Service	65
2.39 Estimación de la lluvia neta que genera escorrentía	68
2.40 Proceso de transformación lluvia escorrentía	70
2.41 Hidrograma Unitario.	71
2.42 Hidrogramas unitarios sintéticos	72
2.43 Hidrograma Unitario Adimensional SCS.	73
2.44 Cálculo del hidrograma de escorrentía	76

2.45 Cálculo del caudal máximo por el Método Racional	77
2.46 Bases conceptuales de hidráulica de canales abiertos	78
2.47 Tipos de flujo en canales	78
2.48 Flujo permanente y no permanente	78
2.49 Flujo uniforme y variado	79
2.50 Flujo laminar y turbulento	79
2.51 Flujo crítico, subcrítico y supercrítico	80
2.52 Ecuaciones fundamentales de la hidráulica	81
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS	88
3.1 Materiales	88
3.2 Metodología	88
3.3 Descripción de la metodología	90
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	91
4.1 Levantamiento topográfico del río Achumani desde la Calle 5 de Achumani, hasta la intersección con el río Huayllani Progresiva 0+000 – 4+110 m.	91
4.2 Caracterización morfométrica del río Achumani.	92
4.3 Modelización hidrológica de la cuenca de estudio, y determinación del caudal de crecida para periodo de retorno de 30 años.	95
4.4 Simulación hidráulica para el caudal de crecida, en el tramo de estudio Progresiva 0+000 – 4+110 m.	117
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	135
5.1 Conclusiones	135
5.2 Recomendaciones	137
CAPITULO VI: Bibliografía	138

ANEXO.- INFORMACION COMPLEMENTARIA	140
• Anexo 1: Tabla A1	
Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar	141
• Anexo 2: Tabla A2	
Valores de K_T para la distribución Pearson	142
• Anexo 3.- Reporte fotográfico	143
• Anexo 4.- Datos de intensidad de precipitación.	145
• Anexo 5.- Datos de levantamiento topográfico del Rio Achumani: Progresiva 0+000 – 4+110	159
• Anexo 6.- Planos del proyecto.	178
• Lámina 1 de 4: Plano de la cuenca del proyecto.	
• Lámina 2 de 4: Topografía del proyecto Progresiva 0+000 – 4+110	
• Lámina 3 de 4: Tramo del proyecto que trabaja a capacidad máxima para $T = 30$ años. Progresiva 1+953 – 4+110	
• Lámina: 4 de 4: Plano de inundación. Progresiva 0+000 – 4+110.	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. (1.1) Río de Achumani (2015) Calle 10. Ciudad de La Paz. (La Razón, 2015)	12
Fig. (1.2) Objetivos del Milenio (ONU, 2000)	14
Fig. (1.3) Río de Achumani (2015) Calle 10. (La Razón, 2015)	18
Fig. (1.4) Ciudad de La Paz, 21 de abril 2015 (La Razón, 2015)	19
Fig. (1.5) Ciudad de La Paz, 21 de abril 2015. (La Razón, 2015)	19
Fig. (1.6) Ubicación del proyecto: Zona Achumani – Tramo Estudio	21
Fig. (2.1) Precipitaciones en La Paz: 1937 – 1986 (Elab. Propia)	24
Fig. (2.2) Zona de convergencia intertropical en Enero y Julio	25
Fig. (2.3) Comportamiento de la precipitación Est. Met. Tuni Condori (Yetograma de Precipitaciones)	26
Fig. (2.4) Tipos de cuenca (Mijares, 1992)	27
Fig. (2.5) Area cuenca (Mijares, 1992)	28
Fig. (2.6) Divisoria de la cuenca (CEDEX, 1994)	28
Fig. (2.7) Características de una cuenca (Mijares, 1992)	29
Fig. (2.8) Pendiente cauce principal. (Mijares, 1992)	30
Fig. (2.9) Tipos de corriente. (Mijares, 1992)	31
Fig. (2.10) Clasificación de Corrientes. (Mijares, 1992)	32
Fig. (2.11) Altitud media de la cuenca. (CEDEX, 1994)	33
Fig. (2.12) Curva hipsométrica de una cuenca. (Llamas, 1993)	34
Fig. (2.13) Escala espacial para evaluación de recursos hídricos. CEDEX,1994	35
Fig. (2.14) Pluviómetro – Pluviógrafo (CEDEX, 1994)	37
Fig. (2.15) Cálculo precipitación media. (CEDEX, 1994)	38
Fig. (2.16) Estimación precipitación media	39
Fig. (2.17) Resultados método doubles acumulaciones. (CEDEX, 1994)	42
Fig. (2.18) Presentación de datos de precipitación. (Llamas, 1993)	43
Fig. (2.19) Correlación de datos. (Villon, 1993)	45
Fig. (2.20) Umbral de precipitación P_o , que produce escorrentía.(CEDEX 1994)	48
Fig. (2.21) Tipos de hidrogramas. (CEDEX, 1994)	49

Fig. (2.22) Estación de aforos. (Elab. propia)	49
Fig. (2.23), a) y b) Vertederos de pared gruesa, para caudales grandes.	51
Fig. (2.24), c) Vertederos rectangular de pared delgada, para caudales intermedios.	51
Fig. (2.25), d) Vertedero triangular de pared delgada, para caudales menores.	51
Fig. (2.26) (e) Molinete, aparato registrador de velocidad en un río	53
Fig. (2.27) Cálculo del aforo	53
FIG. (2.28) Ajuste de máximas lluvias diarias Leyes Gumbel ($T > 1000$ años) Y SQRT-ET máx ($T \sim 200$ años). (Ferrer, 1992)	55
Fig. (2.29) Estudio de avenidas. (Ferrer, 1992)	56
Fig. (2.30) La magnitud de un evento extremo X_T expresado como una desviación $K_T \sigma$ de la media μ , donde K_T es el factor de frecuencia.	61
Fig. (2.31) Hietograma – tormenta de diseño. (Elab. Propia)	63
Fig. (2.32) Localización en los EE.UU. para la aplicación de los hietogramas de lluvia de 24 horas del S.C.S. (Fuente: U.S. Dept. Agriculture S.C.S. 1986)	65
Fig. (2.33) Hietogramas de lluvia de 24 horas del SCS. (Fuente: U.S. Dept. of Agriculture,SCS, 1986)	67
Fig. (2.34) Descripción del hietograma. (Elab. Propia)	68
Fig. (2.35) Proceso lluvia – escorrentía.	70
Fig. (2.36) Definición hidrograma unitario	71
Fig. (2.37) Representación gráfica de tres hipótesis del H. U.	72
Fig. (2.38) Hidrograma Adimensional: SCS.	73
Fig. (2.39) Caudal punta y tiempo puntal del hidrograma unitario.	74
Fig. (2.40) Cálculo hidrograma unitario	76
Fig. (2.41) Diferencial volumen de control	81
Fig. (2.42) Seccion de canal y energia de velocidad.	83
Fig. (2.43) Interpretación gráfica de la Energía Específica	84
Fig. (2.44) Gráfico de la Energía Específica.	84
Fig. (3.1) Flujograma de la metodología	89
Fig. (4.1) Planimetría rio Achumani	92

Fig. (4.2) DEM área de estudio	93
Fig. (4.3) Plano proyecto cuenca de Achumani	95
Fig. (4.4) Curvas intensidad – duración – frecuencia, área de estudio.	106
Fig. (4.5) Hietograma T = 30 años	108
Fig. (4.6) Hietograma que genera escorrentía	109
Fig. (4.7) Proceso transformación lluvia – escorrentía	113
Fig. (4.8) Hietograma T = 30 años	114
Fig. (4.9) Hidrograma de escorrentía T = años	115
Fig. (4.10) Planimetría eje canal de Achumani	119
Fig. (4.11) Sección Prog. 4 + 086. Ancho canal B = 8 m	120
Fig. (4.12) Sección progresiva 3 + 501. Ancho canal B = 8 m	121
Fig. (4.13) Sección Prog. 1+953 m. Ancho canal B = 8 m	123
Fig. (4.14) Perfil hidráulico tramo Prog. 1+953 – 4+110. Tramo que trabaja a capacidad máxima.	125
Fig. (4.15) Tramo de funcionamiento del canal pluvial a capacidad máxima. Prog 1+953 – 4+110 m	126
Fig. (4.16) Sección Prog. 1+929 m. Ancho canal B = 11 m	127
Fig. (4.17) Sección Prog. 1+020 m. Ancho canal B = 15 m	128
Fig. (4.18) Sección Prog. 0+000 m. Ancho canal B = 15 m	129
Fig. (4.19) Resultado de la simulación hidráulica de inundación en el tramo de estudio Prog. 0+000 – 4+110 m	133
Fig. (4.20) Imagen raster con el área afectada por la inundación	134

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tab. (2.1) Precipitaciones en La Paz: 1937 – 1986.	24
Tab. (2.2) Datos de precipitación estación meteorológica Tuni Condoriri – La Paz.	26
Tab. (2.3) Cálculo método dobles acumulaciones	42
Tab. (2.4) Matriz de correlación	45
Tab. (2.5) Probabilidad y/o periodo de retorno en años	59
Tab. (2.6) Elaboración tormenta de diseño o hietograma	64
Tab. (2.7) Distribuciones de lluvia. Tormenta de 24 horas	66
Tabla (2.8) Elaboración del hietograma, método SCS. (Chow, 1994)	67
Tab. (2.9) Coordenadas del Hidrograma Unitario	74
Tab. (2.10) Términos ecuación cantidad de movimiento	86
Tab. (4.1) Información general del raster de trabajo	94
Tab. (4.2) Tabla de atributos cuenca de Achumani	95
Tab. (4.3) Periodos de diseño o grado de protección (años)	97
Tab. (4.4) Datos de precipitación para obtener la ecuación (i-d-T)	99
Tab. (4.5) Intensidades de precipitación mm/h	100
Tab. (4.6) Intensidades de precipitación ordenadas, mm/h	101
Tab. (4.7) Obtención de valores	101
Tab. (4.8) Intensidad de lluvia para 1 hora y periodo de retorno $T = 30$ años	106
Tab. (4.9) Calculos hietograma $T = 30$ años	108
Tab. (4.10) Tipo de suelo – Textura del suelo	110
Tab. (4.11) Cálculo número de curva proyecto	111
Tab. (4.12) Números de curva de escorrentía para usos efectivos de tierra agrícola suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad tipo II, $I_a = 0.25$)	112
Tab. (4.13) Clasificación de clases antecedentes de humedad (AMC) para el cálculo de abstracciones de lluvia del SCS)	112
Tab. (4.14) Resultado caudal máximo de avenida $T = 30$ años.	115
Tab. (4.15) Información complementaria caudal máximo de avenida, $T = 30$ años	116

Tab. (4.16) Distribución temporal del hietograma e hidrograma de avenida, T = 30 años	116
Tab. (4.17) Caudal máximo calculado	117
Tab. (4.18) Datos comportamiento hidráulico sección Prog. 4+086 m	121
Tab. (4.19) Datos comportamiento hidráulico sección Prog. 3+501m	122
Tab. (4.20) Datos comportamiento hidráulico sección Prog. 1+953 m	123
Tab. (4.21) Resumen comportamiento hidráulico. Prog. 1+953 – 4+110	124
Tab. (4.22) Datos comportamiento hidráulico sección Prog. 1+929 m	127
Tab. (4.23) Comportamiento hidráulico sección Prog. 1+020	128
Tab. (4.24) Comportamiento hidráulico sección Prog. 0+000	129
Tab. (4.25) Datos del hidrograma de escorrentía	132

- 0 -

EVALUACION TECNICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA CUENCA DEL RIO ACHUMANI – LA PAZ

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 DESCRIPCION.-

El estudio del sistema de drenaje pluvial de la cuenca del **rio Achumani**, tiene por objetivo analizar **si** la canalización actual existente es solución para evitar el desborde de crecidas; la propuesta nace como una atención a uno de los objetivos del milenio, que se refiere a la presencia de desastres naturales, siendo la precipitación una de las variables climáticas para el riesgo de desastres. El río Achumani es parte de la red de drenaje de la ciudad de La Paz, y se constituye en una subcuenca de la cuenca del río La Paz.

El estudio abarca el análisis hidrológico, hidráulico, factores de la **topografía** de la cuenca y suelo. **La escala espacial** de estudio se limita a la cuenca del río Achumani, y se toma en cuenta desde la Calle 5 de Achumani, que se considera como inicio del río, hasta la intersección con el río Huayllani.

Con referencia a la **escala temporal**, se toma en cuenta la época de lluvias en la ciudad de La Paz; así mismo, la información existente sobre las variables que intervienen en los eventos extremos, que según recomendaciones de la **Organización Meteorológica Mundial (OMM)** se establece en 30 años y en ausencia de algunos años se toma en cuenta las series más extensas existentes. Esto está sujeto a la disponibilidad de datos de la Institución reguladora, que en nuestro país es el SENAMHI, **(Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. La Paz - Bolivia)**.

La subcuenca del río Achumani, tiene un área de 46.4 km² y constituye parte de la cuenca de la ciudad de La Paz, constituyendo en una subcuenca, al igual que las

subcuencas de Choqueyapu, Alpacoma, Orkojahuirra, Irpavi, Jilusaya y Huayñajahura, se encuentran dentro la cuenca del río La Paz. Está ubicada al Este de la ciudad de La Paz y es un afluente de la red de drenaje de la cuenca del río La Paz. El acceso a la cuenca es por la parte sudeste de la ciudad de La Paz, tiene sus nacientes en la Cordillera Oriental y se desarrolla como parte del área urbana de la zona de Achumani, puesto que atraviesa por el medio de la urbanización de Achumani y recibe aportes de varias quebradas permanentes y efímeras. Por su forma es parte del valle glaciar oriental y tiene formaciones de bofedales y cuerpos de agua que alimentan el curso de agua del río Achumani.

La presencia de precipitaciones extremas en el área urbana de la ciudad de La Paz en época de lluvias, principalmente diciembre-enero-febrero y marzo, vienen afectando las estructuras de drenaje pluvial existentes en las cuencas de la Ciudad; situación que ha motivado la identificación del problema. Debido a estos eventos atmosféricos la cuenca de Achumani ha tenido la presencia de un evento extremo de escurrimiento de precipitaciones, generando desborde en puntos del curso de la canalización del río.



Fig. (1.1) Río de Achumani (2015)
Calle 10. Ciudad de La Paz. (La Razón, 2015)

Por tanto, debemos preguntarnos: ¿Las obras de canalización del río garantizan el escurrimiento del flujo de agua sin desbordes, para seguridad de las viviendas y familias ubicadas cerca del borde de protección?

Finalmente se especifica que la modelización hidrológica de la cuenca se realizará con la aplicación del software HEC-HMS, que permitirá determinar el máximo caudal de avenida para diferentes periodos de retorno; estos resultados se aplicarán en la modelación hidráulica que se realizó con el software HEC-RAS (Centro de Ingeniería Hidrológica para Análisis de Sistemas de Ríos), aplicación que permite la modelación en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

1.2 JUSTIFICACIÓN.-

Toda infraestructura hidráulica debe estar planificada y diseñada para evitar el riesgo de desborde y consecuencias de arrastre e inundaciones en las áreas urbanas y naturales cercanas a la red de drenaje, generando problemas de orden social. Por tanto, las secciones hidráulicas de un canal deben garantizar y mitigar la presencia y el tránsito de una máxima avenida, preservando el medio ambiente natural y social.

En vista de ello el presente trabajo se basa en las recomendaciones de los objetivos del milenio, elaborado por los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas que el **8 de septiembre del año 2000**, durante la «**Cumbre del Milenio**», 189 estados establecieron y **adoptaron ocho objetivos (ODM)**. Estos ocho objetivos son los siguientes:

- erradicar la pobreza extrema y el hambre,
- garantizar la enseñanza primaria universal,
- promover la igualdad entre los sexos y el empoderamiento de la mujer,
- reducir la mortalidad infantil,
- mejorar la salud materna,
- combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades,
- **preservar el medio ambiente,**
- establecer un acuerdo mundial a favor del desarrollo.



Fig. (1.2) Objetivos del Milenio (ONU, 2000)

Estos objetivos constituyen un plan sin precedentes en la lucha contra la **pobreza** en el mundo, y deben alcanzar antes del **31 de diciembre de 2015**. «Los Objetivos de Desarrollo del Milenio han demostrado tener el poder de cambiar las cosas», según ha declarado el ex secretario general, Ban Ki-moon.

Como consecuencia de la “Cumbre del Milenio”, los países miembros plantean la **continuidad de los ODM en el marco del Desarrollo Sostenible para un horizonte al 2030**, con las mismas propuestas, pero detalladas, estableciéndose 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible hasta el 2030.

Los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

Los ODS se puso en marcha en enero de 2016 y seguirán orientando las políticas y la financiación del PNUD durante los próximos 15 años. En su calidad de organismo principal de las Naciones Unidas para el desarrollo, el PNUD está en una posición única para ayudar a implementar los Objetivos en unos 170 países y territorios.

El Plan Estratégico se centra en esferas claves, incluidas la mitigación de la pobreza, la gobernabilidad democrática y la consolidación de la paz, el cambio climático y el riesgo de desastres, y la desigualdad económica.

Con la fecha límite para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio para después de 2015, los líderes mundiales piden un ambicioso programa a largo plazo para mejorar la vida de las personas y proteger el planeta para las generaciones futuras. Se espera que este programa de desarrollo después de 2015 aborde muchas cuestiones, entre ellas, la erradicación de la pobreza y el hambre, la mejora de la salud y la educación, la **construcción de ciudades más sostenibles, la lucha contra el cambio climático** y la protección de los bosques y océanos.

Las Naciones Unidas colaboran con los gobiernos, la sociedad civil y otras partes implicadas para aprovechar el impulso generado por los ODM y mantenerlo con un ambicioso programa que se espera sea adoptado por los Países Miembros durante la **Cumbre Especial sobre Desarrollo Sostenible de septiembre de 2015, en New York.**

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos son:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos para todas las edades
4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos
5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas

6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos

7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos

8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos

9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación

10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos

11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles

13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos (tomando nota de los acuerdos adoptados en el foro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)

14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible

15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica

16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2015, XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático o 21.^a Conferencia de las Partes y la 11.^a Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kyoto (COP21/CMP11) se celebró en París (Francia), desde el 30 de noviembre hasta el 11 de diciembre de 2015. Fue organizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

El 12 de diciembre de 2015 los 195 países participantes lograron por consenso un 21 pacto global, el Acuerdo de París, para reducir las emisiones como parte del método para la reducción de gases de efecto invernadero. En el documento de 12 páginas los miembros acordaron reducir sus emisiones de carbono "lo antes posible" y hacer todo lo posible para mantener el calentamiento global "muy por debajo de 2 grados C".

1.3 OBJETIVO GENERAL.-

Realizar la evaluación hidráulica de la canalización del río Achumani para avenidas de precipitación extrema con periodo de retorno de 30 años, en el tramo Calle 5 de Achumani hasta el cruce con el río Huayllani.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

Los objetivos específicos se detallan de la siguiente manera:

- a) Levantamiento topográfico del río Achumani desde la Calle 5 de Achumani hasta la intersección con el río Huayllani Progresiva 0+000 - 4+110 m.
- b) Caracterización morfométrica de la cuenca del río Achumani.
- c) Modelización hidrológica de la cuenca de estudio, y determinación del caudal de crecida para periodo de retorno de 30 años.
- d) Simulación hidráulica para el caudal de crecida, en el tramo de estudio Prog. 0+000 – 4+110 y determinación de la capacidad hidráulica de la canalización del río Achumani para la zona de estudio.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-

1.5.1 Identificación del problema.-

La presencia de precipitaciones extremas en el área urbana de la ciudad de La Paz, vienen afectando las estructuras de drenaje pluvial existentes en las cuencas de la Ciudad; situación que ha motivado la identificación del problema.



Fig. (1.3) Río de Achumani (2015)
Calle 10. (Razón, 2015)



Fig. (1.4) Ciudad de La Paz, 21 de abril 2015 (Razón, 2015)



Fig. (1.5) Ciudad de La Paz, 21 de abril 2015. (Razón, 2015)

1.5.2 Formulación del problema.-

La presencia de precipitaciones extremas genera problemas en los sistemas de drenaje de la ciudad de La Paz que son afectados o deteriorados, y la reposición de los mismos requiere la actualización de estudios, tomando en cuenta la información disponible.

La ciudad de La Paz, está formada por varias subcuencas y el análisis de su comportamiento tiene vital importancia para la seguridad y estabilidad de sus habitantes; por tanto, el estudio de la cuenca con referencia a los eventos extremos de precipitación tiene vital importancia para evitar y/o mitigar el riesgo de afectación.

1.5.3 HIPOTESIS DE INVESTIGACION. -

La hipótesis de la investigación que se plantea es como sigue:

El sistema de drenaje pluvial de la cuenca del río Achumani debe ser planificado en el marco de la probabilidad de excedencia y/o periodos de retorno definidos y verificado a 30 años, tomando en cuenta variables climáticas, económicas y sociales, que les permita vivir a los involucrados con seguridad.

1.6 LIMITES Y ALCANCES.-

El estudio de la cuenca tiene como parámetros principales, la escala espacial y temporal en la cuenca del río de Achumani.

La escala espacial se refiere a los puntos de control donde se plantea el estudio, en este caso generalmente a la salida de la cuenca. El estudio se inicia en la Calle 5 de la zona de Achumani Bajo y se desarrolla hasta la quebrada de Huayllani, que es un aporte del río Achumani.

La escala temporal se refiere a la información disponible para el estudio del caso, debiendo referirse a un periodo de disponibilidad de datos de 30 años, tomando en cuenta la recomendación de la OMM.

En ausencia de la información disponible se realizará el trabajo con las series existentes en la Institución encargada del control de datos de tiempo, clima e hidrometría.

1.7 DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO. -

La cuenca de Achumani tiene un área de 46.4 km² y constituye parte de la cuenca del río La Paz, constituyendo en una subcuenca al igual que las subcuencas de Choqueyapu, Alpacoma, Orkojahaira, Irpavi, Jilusaya y Huayñajahura, que se encuentran dentro la cuenca de La Paz. Está ubicada al Este de la ciudad de La Paz y es un afluente de la red de drenaje de la cuenca del río La Paz. El acceso a la cuenca es por la parte sudeste de la ciudad de La Paz, tiene sus nacientes en la Cordillera Oriental y se desarrolla como parte del área urbana de la zona de Achumani, puesto que atraviesa por el medio de la urbanización de Achumani y recibe aportes de varias quebradas permanentes y efímeras. Por su forma es parte del valle glaciar oriental y tiene formaciones de bofedales y cuerpos de agua que alimentan el curso de agua del río Achumani.

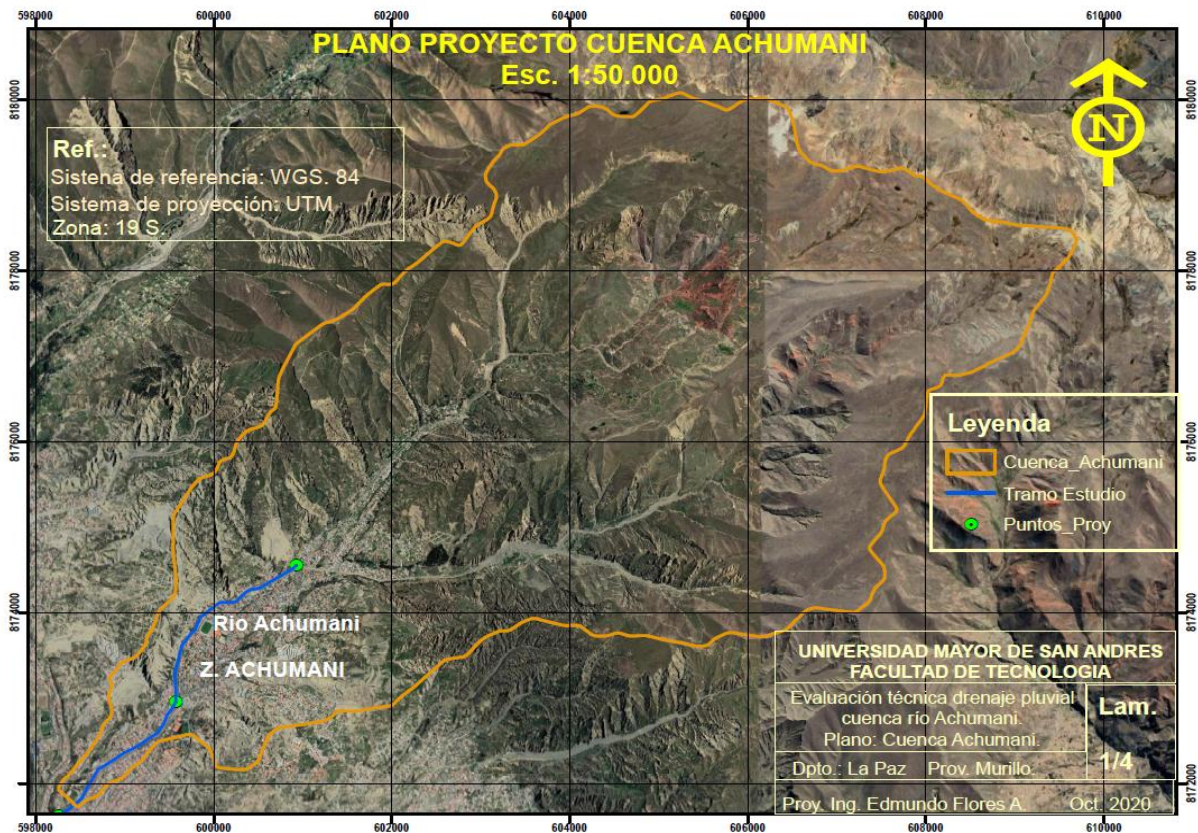


Fig. (1.6) Ubicación del proyecto: Zona Achumani – Tramo Estudio

CAPITULO II

REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 DESCRIPCION.- Entre los trabajos revisados se tienen las siguientes referencias bibliográficas sobre el tema.

Tejada 2014, manifiesta que el estudio de máximas avenidas, es un estudio orientado a determinar los valores de descargas máximas, con el propósito de generar la información hidrológica de base para el planteamiento de medidas destinadas a reducir de desastres por inundaciones en la parte baja de la cuenca de rio; el desarrollo del estudio y metodología empleada ha conllevado a realizar evaluaciones de campo y trabajos en gabinete. Se recopila toda la información posible como planos, mapas, cartas nacionales, datos hidrometeorológicos, informes entre otros. Luego la información es desarrollada en gabinete a través de la aplicación de software como Hydroestra, Autocad Civil 3D, Hec-Hms, Arcgis y hojas de cálculo Excel. Como resultado se tiene las descargas máximas en una cuenca para diferentes periodos de retorno como 25, 50, 100, 200 años; valores de caudales que definen el comportamiento de los encauces y obras de regulación construidas.

(Aguilera, Sánchez, & Morassutti, 2015), indican que las inundaciones o desbordes se conceptualizan como un aumento del nivel de agua por encima de las márgenes del cauce natural debido a causas meteorológicas, actividad humana o por el paso de fenómenos naturales que producen un incremento en el gasto de escurrimiento y por ende en el nivel de la superficie del agua, generando desbordes sobre las márgenes adyacentes. Estos desbordes causan daños que van desde pérdida de vidas, erosión intensa, viviendas afectadas, hasta interrupción de vías de comunicación y pérdida de cosechas entre otros, ya que el agua en movimiento posee un importante poder de destrucción cuando se desborda en las riberas adyacentes.

Estas crecidas ocurren en su mayoría en zonas con menor pendiente de inclinación y/o cercanas a los cauces de los ríos, las cuales son originadas por el aumento del caudal de los mismos a consecuencia de lluvias intensas según la OMM.

El software HEC-RAS (Hydraulic Engineering Center-River Analysis System) permite la simulación de crecidas de ríos, ya que este funciona mediante la fórmula de Cheezy-Manning para flujo gradualmente variado. Se requiere tres variables como la topografía original del cauce, las dimensiones de las estructuras existentes sobre el río y los datos hidrológicos. (Aguilera, 2015).

2.2 PERIODOS HÚMEDOS Y SECOS EN LA CUENCA DE LA PAZ.-

El análisis de información sobre la variable de precipitación en la cuenca del río La Paz y la Sub cuenca de Achumani tomará en cuenta la información de las estaciones meteorológicas relacionadas con la cuenca de estudio, con el propósito de identificar los periodos húmedos y secos sucedidos en los últimos 30 años, recomendados por la OMM (anterior a 2019), o bien con la información disponible suficientemente extendida que se pueda obtener. (OMM, 2019)

Según la información del Observatorio San Calixto, el ciclo hidrológico de la cuenca de La Paz en función de los datos de la estación meteorológica de San Calixto, para 50 años de información, presenta el siguiente comportamiento (Hugo SEGALINE NIETO - Ramón CABRE S.J., 1988):

Tab. (2.1)
 Precipitaciones en La Paz:
 1937 – 1986

Mes	Precip. (mm)
Oct	40
Nov	48
Dic	92
Ene	124
Feb	103
Mar	72
Abr	30
May	13
Jun	6
Jul	8
Ago	12
Sep	32

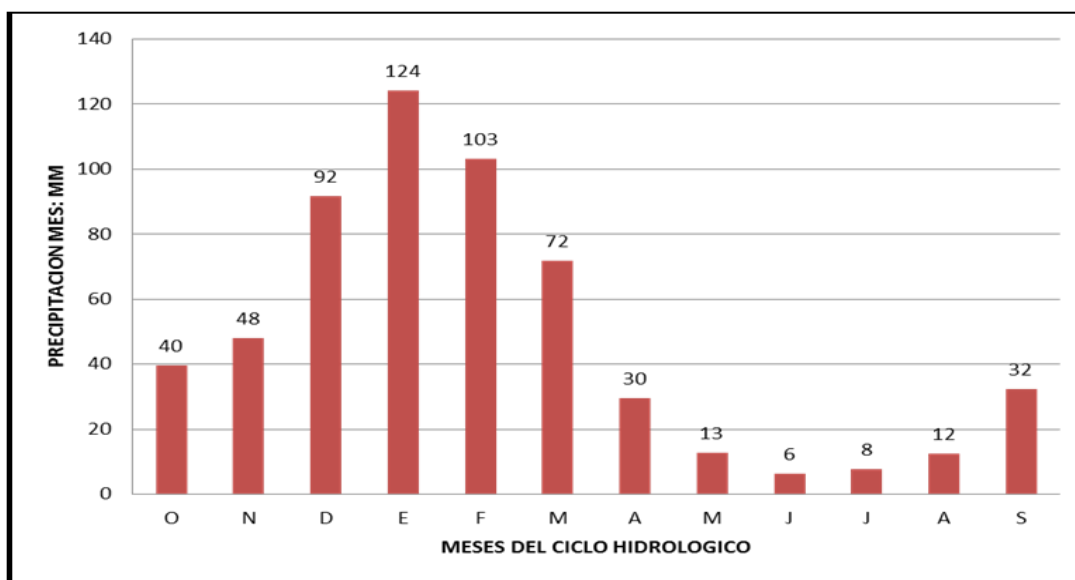


Fig. (2.1) Precipitaciones en La Paz: 1937 – 1986 (Elab. Propia)

Esta información muestra que el comportamiento pluviométrico de la cuenca del río La Paz, presente un periodo de humedad desde el mes de diciembre al mes de marzo, siendo enero el mes más húmedo de este periodo, o sea, dentro de la estación de verano. Así mismo el gráfico muestra el periodo seco de la cuenca de la ciudad de La Paz, que se desarrolla desde el mes de abril hasta el mes de septiembre.

Este comportamiento que sucede en la cuenca de La Paz, está relacionado con el comportamiento de la Zona de Convergencia Intertropical de la línea del Ecuador (ITCZ), donde convergen las masas de aire y vientos alisios del Hemisferio Norte y Sur de la Tierra. Debido a la acción de la radiación solar que desde diciembre a marzo es más perpendicular con la superficie de la tierra en el Hemisferio Sur, hace que la Zona de Convergencia Intertropical se desplace hacia el Sur, generando zonas de bajas presiones, que son precursoras de lluvias desde diciembre a marzo. (Cuadrat & Pita, 1997).

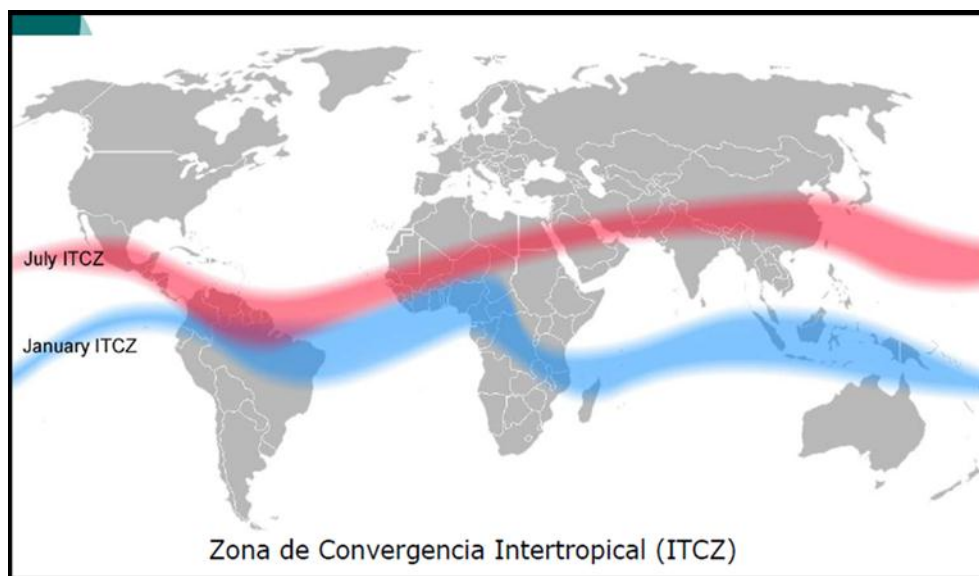
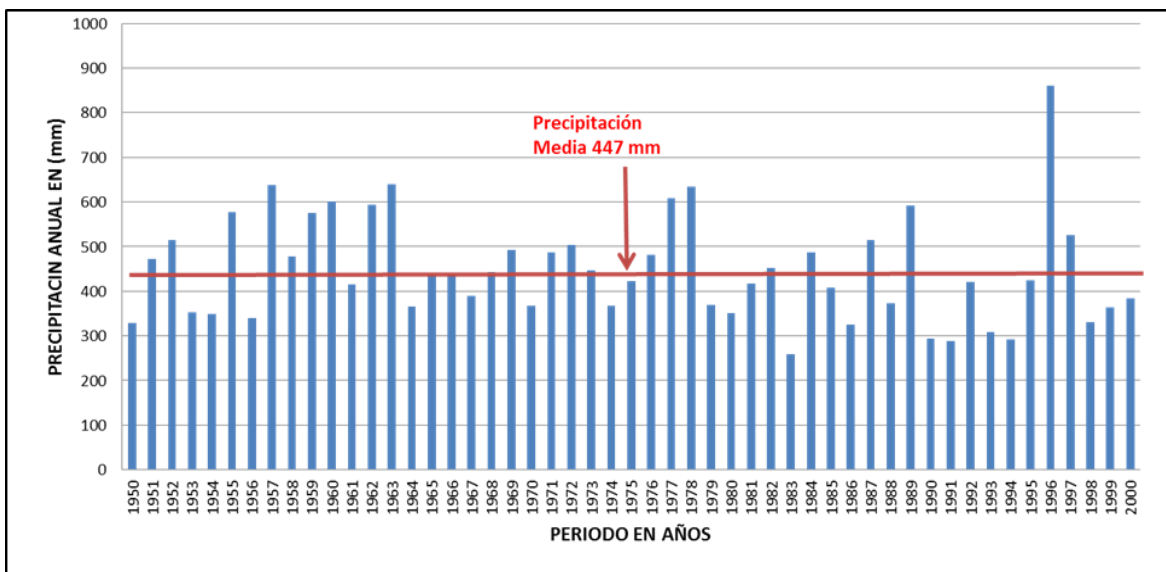


Fig. (2.2) Zona de convergencia intertropical en Enero y Julio
(Wikipedia, 2020)

Con referencia al comportamiento anual de precipitaciones debemos tomar en cuenta las estaciones meteorológicas relacionadas con la cuenca de La Paz, para identificar el comportamiento durante el periodo asumido de la información. Así por ejemplo citamos las precipitaciones de la Estación Meteorológica de Tuni Condori para el periodo 1950 – 2000, cuya información es la siguiente:

Tab. (2.2) Datos de precipitación estación meteorológica Tuni Condoriri – La Paz.

AÑO	PRECIP.	AÑO	PRECIP.	AÑO	PRECIP.	AÑO	PRECIP.
1950	328	1961	416	1981	417	1991	288
1951	472	1962	593	1982	452	1992	421
1952	514	1963	639	1983	258	1993	308
1953	353	1964	365	1984	486	1994	292
1954	348	1965	439	1985	407	1995	424
1955	577	1966	441	1986	325	1996	860
1956	339	1967	389	1987	514	1997	526
1957	637	1968	442	1988	373	1998	331
1958	478	1969	493	1989	592	1999	364
1959	576	1970	367	1990	294	2000	383
1960	601					Prom.	447



<i>Años húmedos:</i>	<i>1955-1957-1960-1962-1963-1977-1978-1989-1996</i>
<i>Años secos:</i>	<i>1950-1954-1970-1983-1994</i>

Fig. (2.3) Comportamiento de la precipitación Est. Met. Tuni Condori (Yetograma de Precipitaciones)

Del gráfico de puede afirmar que en este periodo se presentaron años con precipitaciones extremas en exceso respecto de la media denominados años húmedos y años secos con precipitaciones por debajo de la media. Por tanto, los eventos extremos son de preocupación dentro de la gestión de los desastres naturales.

2.3 CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE UNA CUENCA Y LOS CAUCES. -

Así como el ciclo hidrológico es el concepto fundamental de la hidrología, **la cuenca hidrológica es su unidad básica de estudio.**

Una cuenca es una **zona de la superficie terrestre** en donde (si fuera impermeable), las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

2.4 TIPOS DE CUENCA. -

Desde el punto de vista de su salida, existen dos tipos de cuencas: “endorreicas” y “exorreicas”. En las primeras el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las segundas, el punto de salida se encuentra en los límites de la cuenca y está en otra corriente o en el mar.

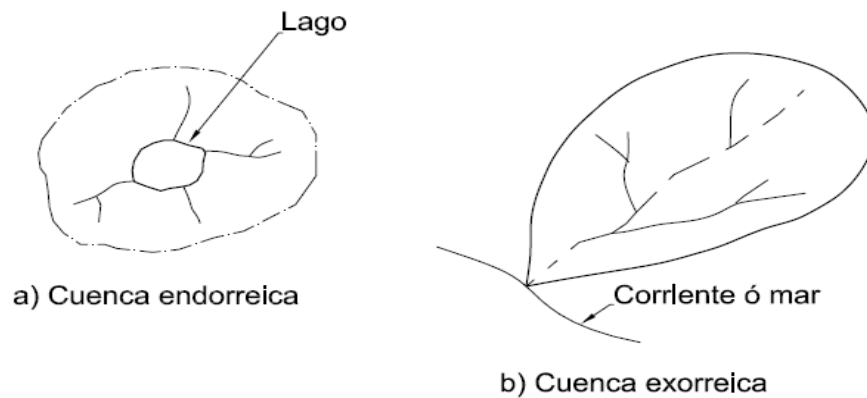


Fig. (2.4) Tipos de cuenca
(Mijares, 1992)

2.5 AREA DE LA CUENCA. -

Se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por la divisoria.

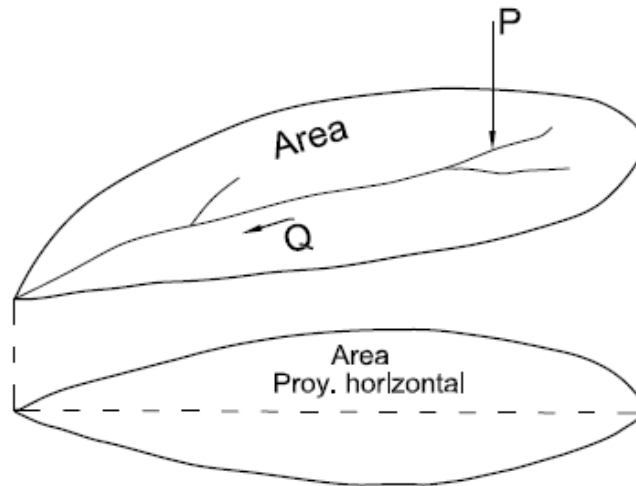


Fig. (2.5) Area cuenca (Mijares, 1992)

2.6 DIVISORIA DE LA CUENCA. -

Es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas.

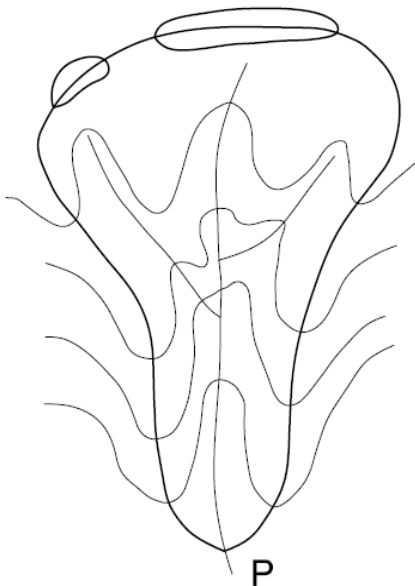


Fig. (2.6) Divisoria de la cuenca
(CEDEX, 1994)

Existen dos tipos de divisoria:

- a) Topográfica
- b) Hidrográfica

La primera, obtenida de un plano topográfico, delimita el contorno dentro del cual toda cota de agua si escurriera libremente acabaría pasando por el punto del cual ese contorno es divisoria.

Para hallar la segunda habrá de tenerse en cuenta que por filtración puede haber aporte de agua de cuencas colindantes, o pérdidas de la propia cuenca a favor de aquellas. Salvo en el caso de cuencas con zonas muy permeables, ambas divisorias coinciden sensiblemente.

2.7 LA CORRIENTE PRINCIPAL. -

En una cuenca, es la corriente que pasa por la salida de la misma. Esta definición se aplica solamente a las cuencas exorreicas. Todo punto de cualquier corriente tiene una cuenca de aportación, toda cuenca tiene una y solo una corriente principal. Las cuencas correspondientes a las corrientes tributarias o a los puntos de salida se llaman cuencas tributarias o subcuencas.

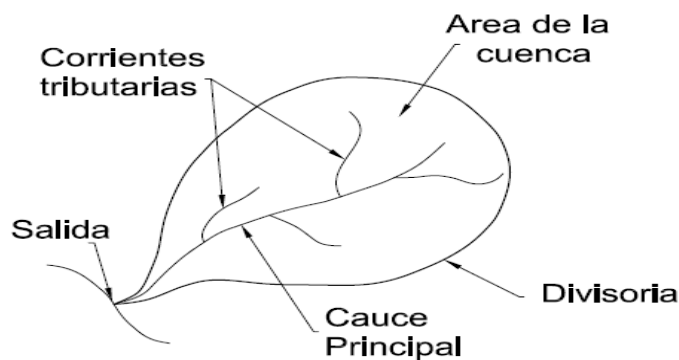


Fig. (2.7) Características de una cuenca (Mijares, 1992)

2.8 PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL. -

a) PENDIENTE MEDIA. -

Es igual al desnivel entre los extremos de la corriente dividido entre su longitud media en planta.

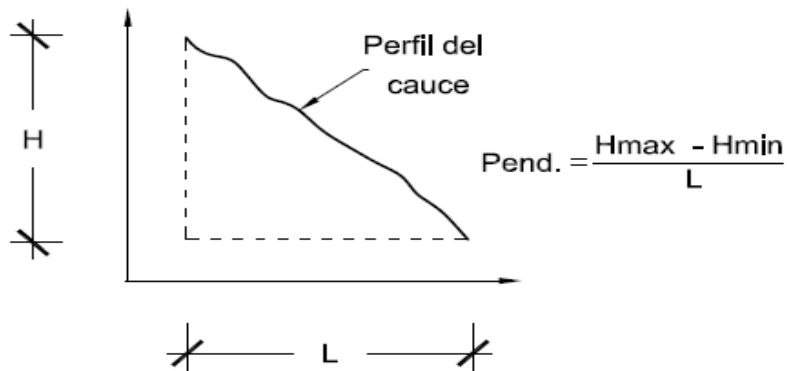


Fig. (2.8) Pendiente cauce principal. (Mijares, 1992)

2.9 CLASIFICACIÓN DE LAS CORRIENTES. -

Se clasifican de varias maneras, pero las más interesantes en la ingeniería hidrológica pueden ser las siguientes.

a) POR EL TIEMPO EN QUE TRANSPORTAN AGUA. -

Según esta clasificación las corrientes pueden ser:

Perennes (a)

Intermitentes (b)

Efímeras (c)

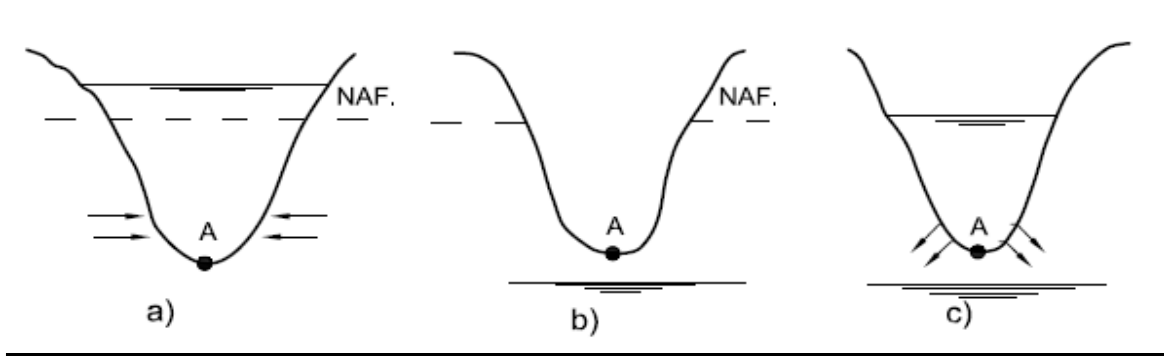


Fig. (2.9) Tipos de corriente. (Mijares, 1992).

En una corriente perenne (Fig. 2.9 a) el punto más bajo del cauce se encuentra siempre abajo del nivel de aguas freáticas. Estas corrientes transportan agua durante todo el año y siempre están alimentadas totalmente o en parte, por el agua subterránea, es decir, son efluentes.

Una corriente intermitente transporta agua durante la época de lluvias de cada año, cuando el nivel freático asciende hasta quedar por encima del punto "A" (ver Fig. 2.9 b). En épocas secas el nivel freático queda por abajo del dicho punto y la corriente no transporta agua, salvo cuando se presenta alguna tormenta.

En el caso de las corrientes efímeras o influentes el nivel freático esta siempre abajo del punto "A" (ver Fig. 2.9 c) y transportan agua inmediatamente después de una tormenta, y, en este caso, alimentan a los almacenamientos de agua subterránea.

b) POR SU POSICIÓN TOPOGRÁFICA O EDAD GEOLÓGICA.-

Se clasifican en:

Ríos de Montaña

Ríos de Transición

Ríos de Planicie

En un mismo cauce se pueden encontrar los tres tipos de ríos.

Los ríos de **Montaña**, característicos de cotas elevadas sobre el nivel del mar, tienen grandes pendientes y pocas curvas y, debido a las altas velocidades que alcanza el agua, sus cauces están generalmente formados por cantos rodados con un poco de grava y casi nada de finos.

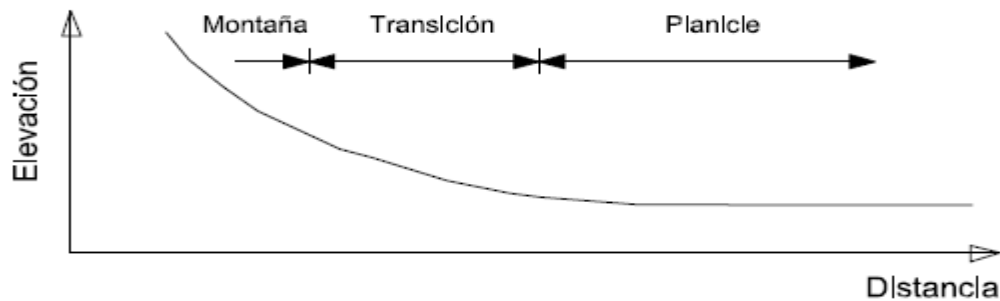


Fig. (2.10) Clasificación de Corrientes. (Mijares, 1992).

Los ríos de **Planicie**, por el contrario, presentan numerosos meandros debido a bajas velocidades del agua y su cauce se forma por arenas y finos. En general, estos ríos se encuentran en cotas cercanas al nivel del mar.

Los ríos de **Transición** están en una situación intermedia entre los dos anteriores: presentan algunas curvas, con velocidades de agua moderadas y sus cauces están formados básicamente por grava con algo de cantos rodados.

2.10 ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA. -

Es el resultado de dividir la suma de los productos de la altitud media entre dos curvas de nivel consecutivas, por la superficie comprendida entre ambas curvas de nivel por la superficie total de la cuenca.

$$A_m = \frac{\sum(H_i * S_i)}{S_T} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

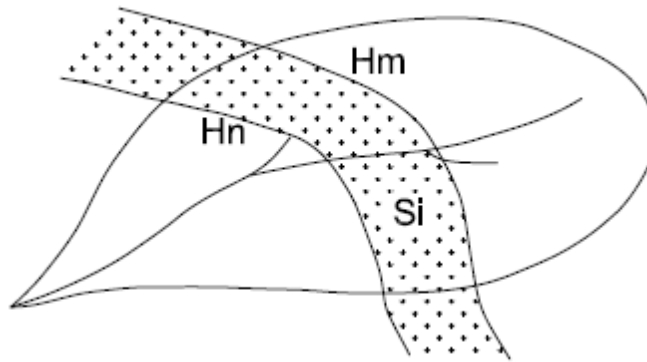


Fig. (2.11) Altitud media de la cuenca.
(CEDEX, 1994)

H_i = altitud media entre dos curvas de nivel consecutivas “n” y “m”

S_i = superficie de la cuenca comprendida entre dos curvas de nivel anteriores en km^2

ST = superficie total de la cuenca en km^2

2.11 CURVA HIPSOMÉTRICA DE UNA CUENCA. -

Esta curva representa las superficies de la cuenca que se encuentran por encima de la cada cota de ella, y por ello caracteriza, en cierta forma el relieve de la cuenca.

Según Strahler, la curva hipsométrica es el reflejo del estado de equilibrio dinámico potencial de la cuenca.

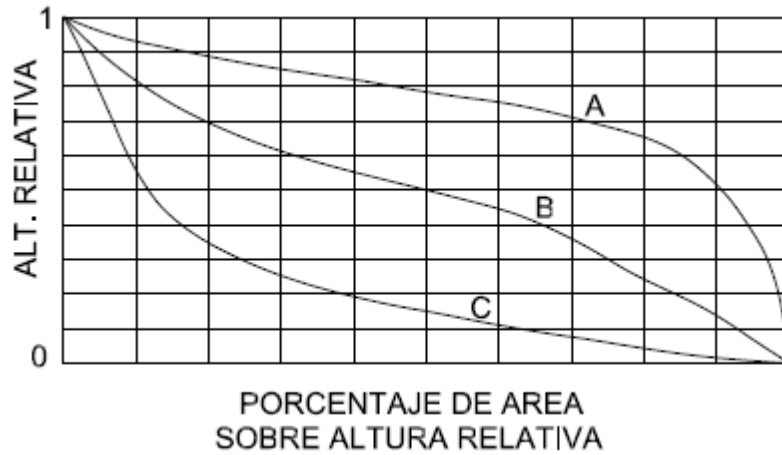


Fig. (2.12) Curva hipsométrica de una cuenca. (Llamas, 1993)

A = Fase de juventud

B = Fase de equilibrio o madurez

C = Fase de vejez

2.12 ESCALA ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS. -

Antes de proceder a la evaluación de recursos hídricos de un sistema, deben definirse la escala espacial y temporal con las que se va a realizar.

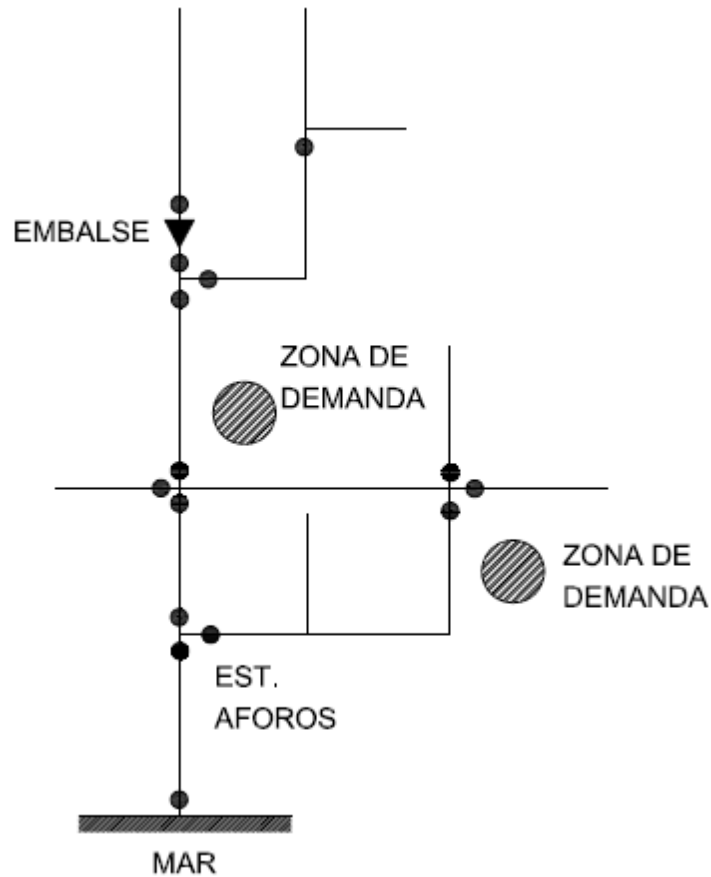


Fig. (2.13) Escala espacial para evaluación de recursos hídricos. (CEDEX, 1994)

Se entiende por **escala espacial** el número y distribución de los puntos o fronteras de control en lo que se evalúa el recurso hídrico. Entre los criterios utilizados para su selección cabe citar los siguientes:

- a) Necesidad de satisfacción de demandas
- b) Existencia de una estación de aforos.
- c) Tamaño de la cuenca vertiente.
- d) Puntos de confluencia entre cursos de agua
- e) Existencia de un embalse
- d) Frontera con otro sistema o territorio.

La **escala temporal** hace referencia al intervalo de tiempo adoptado en la evaluación de recursos (día, semana, mes, estación, año) y la longitud de las series de aportaciones y/o precipitaciones.

El intervalo temporal viene condicionado por la futura gestión de cada sistema, que como mínimo precisa la simulación a escala mensual del mismo. La evaluación de aportaciones a escala inferior a la mensual (semanal, diaria) deberá realizarse solo cuando la propia especificidad del sistema lo requiera, pues la disponibilidad de datos y su manto y control disminuye de forma notable.

Las series de información deberán ser suficientemente largas, siendo conveniente la utilización de un periodo de registros homogéneo para todos los sistemas objeto de estudio. Ese periodo deberá reflejar la variabilidad hidrológica existente e incluir años secos, medios y húmedos. Su determinación viene en muchos casos fijada por la disponibilidad de datos.

2.13 PRECIPITACIÓN. -

Es el agua de procedencia atmosférica, que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. Se mide en “mm” ó Lt/m² en una superficie plana y horizontal, donde no existen pérdidas por evaporación ni infiltración.

2.14 MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN. -

Los aparatos más usados para medir son los “pluviómetros” y “pluviógrafos”.

Los pluviómetros registran la precipitación caída en un punto durante un intervalo de tiempo generalmente diario. Proporcionan el volumen total de agua precipitada pero no dan información sobre la distribución de la precipitación en el intervalo de tiempo considerado.

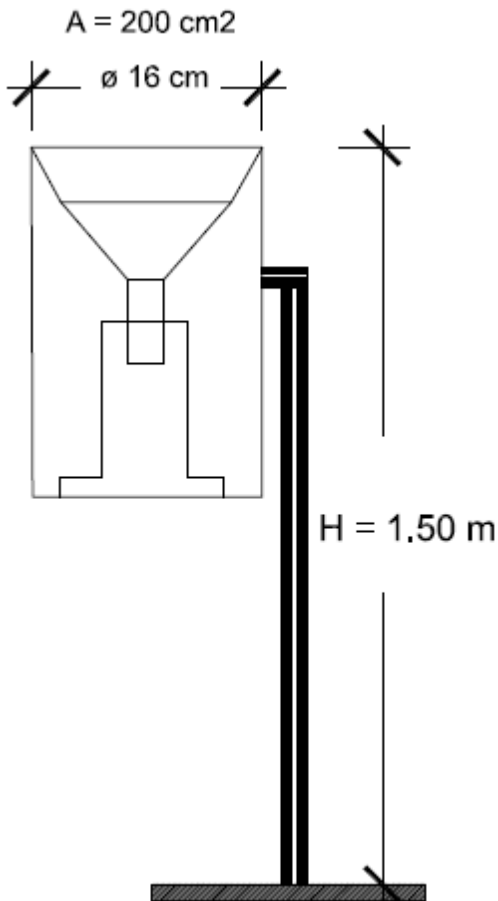


Fig. (2.14) Pluviómetro - Pluviógrafo
(CEDEX, 1994)

Los pluviógrafos proporcionan una gráfica (pluviograma), que es una curva continua de precipitación acumulada a lo largo del intervalo de tiempo que se considere. De un pluviograma puede obtenerse la siguiente información:

- Volumen total de agua precipitada
- Hora de comienzo y fin de cada aguacero.
- Intensidad máxima de precipitación (volumen máximo de agua caída en la unidad de tiempo). Coincide con la máxima pendiente del pluviograma.
- Intensidad para cualquier intervalo de tiempo registrado en el pluviograma.
- *Curvas de intensidad-duración-frecuencia, que se utilizan para el cálculo de periodos de retorno de duración de aguaceros de diferentes intensidades.*

2.15 ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA SOBRE UNA CUENCA. -

Permite cuantificar el volumen de agua precipitado sobre la cuenca y simular el proceso lluvia-escorrentía.

Los métodos de estimación de lluvias areales deben ser capaces de representar la distribución espacial de la precipitación sobre la cuenca. Si llamamos $r(x,y)$ la altura de precipitación caída en un punto (x,y) de la cuenca, el problema de estimar la lluvia areal, R , se puede formular como:

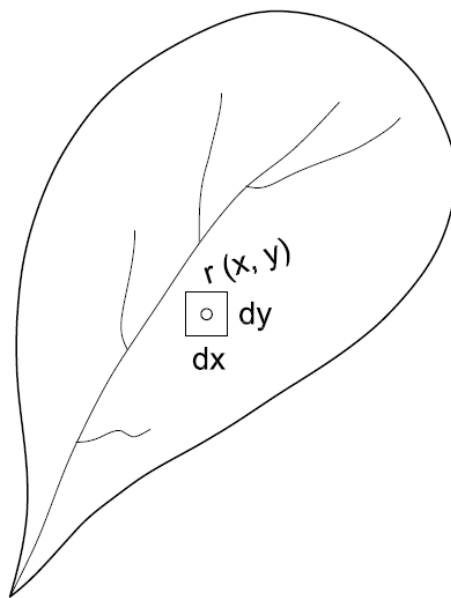


Fig. (2.15) Cálculo precipitación media. (CEDEX, 1994)

$$R = \frac{\int_A r(x,y) dx dy}{\int_A dx dy} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

En la práctica, la función r_{xy} es desconocida y suele aproximarse a partir de los valores puntuales de la precipitación r_1, r_2, \dots, r_n , medida en los pluviómetros localizados en $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)$.

La mayoría de los métodos expresa la ecuación (2.2) para la estimación de la lluvia aerea simplemente como una media ponderada de los valores puntuales en las estaciones pluviométricas de la cuenca y su entorno,

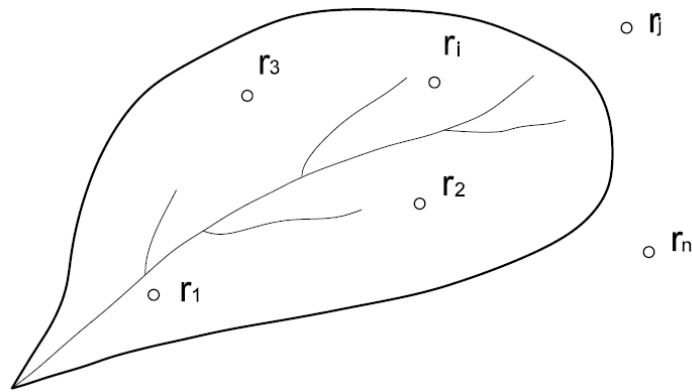


Fig. (2.16) Estimación precipitación media (CEDEX, 1994)

$$R = \sum_{i=1}^N a_i r_i \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

N = número de estaciones

a_i = es el peso asignado a la estación (i)

r_i = es la lluvia observada en la estación (i)

Los diferentes métodos difieren únicamente en la elección de los pesos (a_i), que suelen depender de la distancia, de la función de correlación.

Entre los métodos más utilizados destacan:

- Media aritmética
- Polígonos de Thiessen
- Método de las isoyetas
- Polígonos de Thiessen modificado.

2.16 ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS DE PRECIPITACIONES. -

Al inicio de un estudio hidrológico debe realizarse un análisis de homogeneidad de datos de precipitaciones, o sea, que cada término de la serie debe ser “obtenido bajo las mismas condiciones”, es decir:

- Una vez al año,
- Medido con los mismos instrumentos,
- Mismo emplazamiento y además la estación debe ser representativa del entorno.

Si se cumplen con estas condiciones se dice que la serie es homogénea y, en caso contrario, heterogénea. Las causas más usuales de la heterogeneidad de una serie son debidas a:

- Variación del emplazamiento de la estación meteorológica.
- Modificación de los instrumentos de medida.
- Modificación de las técnicas de observación.

2.17 MÉTODO DE LAS DOBLES ACUMULACIONES. -

También conocido como análisis de dobles masas, es recomendado por la OMM para el análisis de la inconsistencia de series pluviométricas, que se basa en la comparación de los datos de una estación con las de su entorno. Los valores acumulados (anuales, estacionales, mensuales) de una estación se dibujan enfrentados a los de otra estación cercana fiable (tipo) o bien a la media, aritmética o ponderada, de un grupo de estaciones. Este dibujo da lugar a la curva conocida como “dobles masas”, que posteriormente debe examinarse para determinar tendencias y cambios en la pendiente.

Los errores que pueden existir en una serie de datos pluviométricos son de dos tipos (CEDEX, 1994):

- Accidentales
- Sistemáticos

Entre los errores accidentales se pueden citar:

- Errores de observación
- Lector poco responsable
- Errores de lectura en la probeta
- Pluviómetro perforado
- Errores de transcripción o de cálculo.

Entre los errores sistemáticos se puede indicar:

- Situación del pluviómetro en una zona de microclima no representativo.
- Utilización de una probeta mal graduada respecto a la sección de entrada del agua en el pluviómetro.
- Cambio de ubicación del pluviómetro.

El método de dobles acumulaciones permite detectar estos errores.

Los **errores sistemáticos** se traducen en un cambio de pendiente de la recta a partir de un punto determinado, mientras que los **errores accidentales** implican un desplazamiento paralelo de un tramo de la misma.

2.18 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.- DOBLES ACUMULACIONES.-

Sean dos series A y B cuyos valores son:

Tab. (2.3) Cálculo método doubles acumulaciones

ESTACION TIPO			ESTACION ANALIZAR		
Año	Precip. Anual	Precip. Acumulada	Año	Precip. Anual	Precip. Acumulada
1	a1	a1	1	b1	b1
2*	a2		2	-	
3	a3	a1+a3	3	b3	b1+b3
4	a4	a1+a3+a4	4	b4	b1+b3+b4
5*	-		5	b5	
6	a6	a1+a3+a4+a6	6	b6	b1+b3+b4+b6
7	a7	a1+a3+a4+a6+a7	7	b7	b1+b3+b4+b6+b7

(*) Los valores a2 y b5 no se consideran por no tener pareja.

RESULTADOS.- Graficando la serie A y B se puede presentar 4 casos:

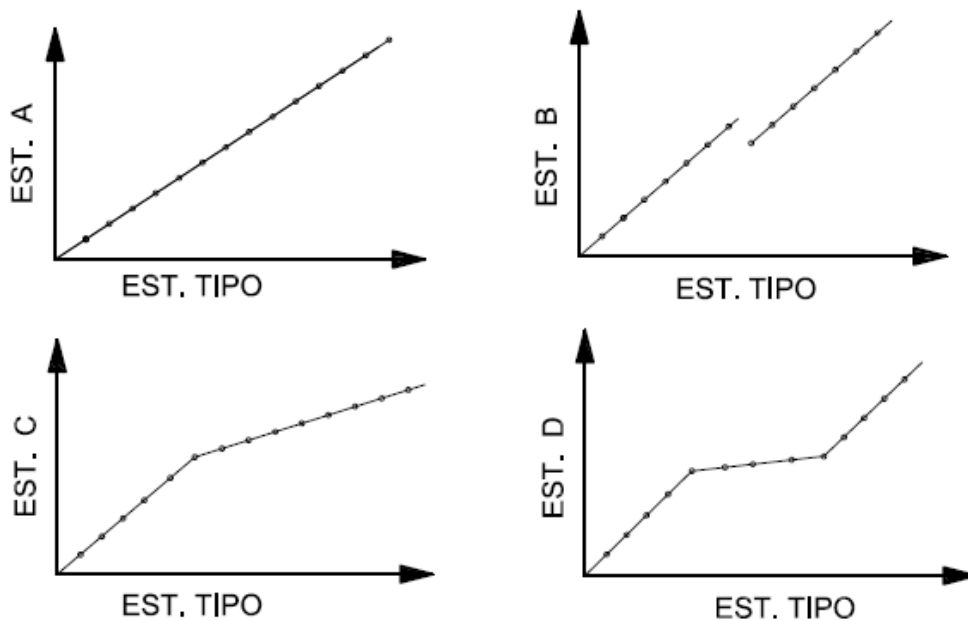


Fig. (2.17) Resultados método doubles acumulaciones. (CEDEX, 1994)

Las situaciones más frecuentes que se presentan en la aplicación del método son las siguientes:

Caso 1.- La serie de puntos encaja una línea recta; esto indica que el contraste mediante dobles acumulaciones, que no existe posibles errores en los datos y que los datos pertenecen al mismo universo de datos.

Caso 2.- En la serie de puntos se pueden encajar una serie de rectas paralelas a las que se ajustan los mismos. Esto apunta hacia un error accidental en los años correspondientes a los escalones.

Caso 3.- En la serie de puntos se pueden encajar dos rectas de diferentes pendientes. Este es un caso típico de error sistemático.

Caso 4.- En la serie de puntos existen dos periodos con igual pendiente y otro, intermedio, de diferente pendiente. Es un caso típico en donde en una estación se ha medido bien durante un periodo, ha tenido un error durante una serie de años y posteriormente ha sido corregida.

2.19 COMPLETADO DE SERIES DE PRECIPITACIONES.-

Supongamos que disponemos de varias estaciones meteorológicas en las que medimos la precipitación mensual, por ejemplo:

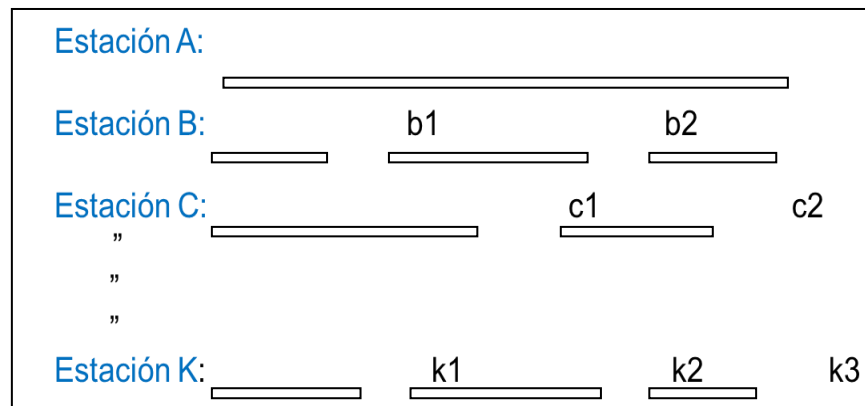


Fig. (2.18) Presentación de datos de precipitación. (Llamas, 1993)

Completar una estación implica que todos tengan la dimensión de la estación A, calculando $b_1, b_2, c_1, c_2, \dots, k_3$. (Fig. 2.18)

Metodología de completado.- Para completar los registros de una estación puede recurrirse a los datos disponibles en estaciones próximas con régimen similar de funcionamiento: Este problema puede formularse como:

$$r_x = \sum_{i=1}^n a_i r_i$$

Ec. (2.3)

Donde:

$a_i > 0$, es el factor de ponderación de la estación i .

r_i , valor observado en la estación i .

n , número de estaciones índice.

r_x , valor estimado en la estación incompleta x .

Métodos de Correlación.- Uno de los métodos empleados es el de correlación, que establecen una relación lineal entre la estación incompleta y las “ n ” estaciones índice. Los valores de “ a_i ” son los coeficientes de regresión parcial de la estación “ x ” sobre la “ i ”.

Para simular los valores que faltan se comienza por calcular la matriz de correlación, utilizando sólo los datos comunes para calcular el coeficiente de correlación entre dos estaciones:

Se realizan todas las combinaciones, tomadas de dos en dos. Los datos que faltan en una estación han de completarse con otra que tenga con ella el mayor coeficiente de correlación y en la que no falten los mismos datos.

Tab. (2.4) Matriz de correlación.

C =

1	r _{ab}	r _{ac}	r _{ak}
r _{ba}	1	r _{bc}	r _{bk}
r _{ca}	r _{cb}	1	r _{ck}
r _{ka}	r _{kb}	r _{kc}	1

Los valores de "r" varían de -1 a +1:

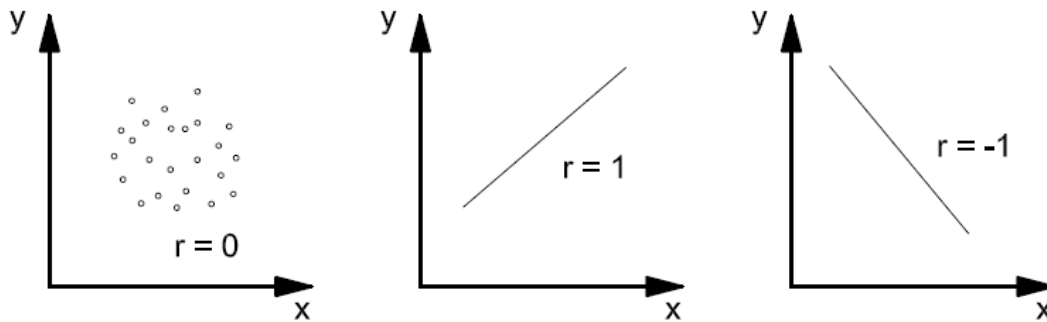


Fig. (2.19) Correlación de datos. (Villon, 1993)

Las expresiones que permiten calcular el proceso son las siguientes.

El coeficiente de correlación es igual a:

$$r = \frac{\sum(x_i - X)(y_i - Y)}{(\sum(x_i - X)^2 \sum(y_i - Y)^2)^{0.5}} \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Por comodidad:

y = estación con datos incompletos

x = estación índice.

La ecuación de regresión es: $y = a + b x$

$$b = \frac{\sum(x_i - X)(y_i - Y)}{\sum(x_i - X)^2} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

$$a = Y - b X \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Y = media de yi

X = media de xi

2.20 CURVAS INTENSIDAD – DURACIÓN – FRECUENCIA.- (i – d -T).

Uno de los primeros pasos que debe seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como el diseño de drenaje urbano es la determinación del evento o los eventos de lluvia a usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta o evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y la frecuencia o periodo de retorno.

Intensidad.- Se puede definir como la probabilidad de precipitación por unidad de tiempo, sus unidades son mm/h o pulg/h. Para su determinación se puede usar la ecuación (Chow, 1994):

$$i = \frac{K * T^m}{(d+c)^n} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Donde: K, m, n, c: son constantes a determinar

d = duración de la lluvia en minutos

T = frecuencia o periodo de retorno.

Duración.- Se mide en minutos o en horas. Es el tiempo transcurrido entre el comienzo y el fin de la tormenta.

Periodo de Duración.- Es un periodo de tiempo dentro de la duración de la tormenta. Se escogen periodos de duración tipos. Ej. 10 min, 30 min, 60 min.

Frecuencia.- Aclaremos este concepto con un ejemplo. Una tormenta de frecuencia 1/15 significa que es probable que se presente, como término medio, una vez cada 15 años. Los 15 años vienen a constituir el tiempo o periodo de retorno de la tormenta.

2.21 DEDUCCION DE LA ECUACION: (i – d – F). (Mijares, 1992)

$$i = \frac{K * T^m}{(d + c)^n} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Consiste de determinar los coeficientes K, m, n, c, mediante el método de correlación múltiple. Se toma logaritmos de la ecuación tipo:

$$\log i = \log K + m \log T - n \log(d + c)$$

Sustituyendo:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

Donde:

$$y = \log i; \quad a_0 = \log k; \quad a_1 = m; \quad a_2 = -n$$

$$x_1 = \log T; \quad x_2 = \log(d + c)$$

Si los datos i – d – T se dibujan en papel logarítmico, usualmente se agrupan en líneas rectas, en este caso se puede tomar c = 0.

Al hacer un ajuste de correlación múltiple de una serie de tres tipos de datos, se obtiene un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas.

$$\begin{aligned} \sum y &= N a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 \\ \sum (x_1 y) &= a_0 \sum x_1 + a_1 \sum x_1^2 + a_2 \sum (x_1 x_2) \\ \sum (x_2 y) &= a_0 \sum x_2 + a_1 \sum (x_1 x_2) + a_2 \sum x_2^2 \end{aligned}$$

Ec. (2.9) Sistema de ecuaciones de 3 x 3

Donde:

N = número de datos

a_0, a_1, a_2 = son incógnitas

x_1, x_2, y = son los logaritmos indicados

Resolviendo el sistema para: a_0, a_1, a_2 , se obtienen: K, m, n

2.22 MEDICIÓN DE CAUDALES.-

ESCURRIMIENTO.- Se puede definir el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre. Conviene dividir en:

Escorrimento Superficial
Subsuperficial
Subterráneo

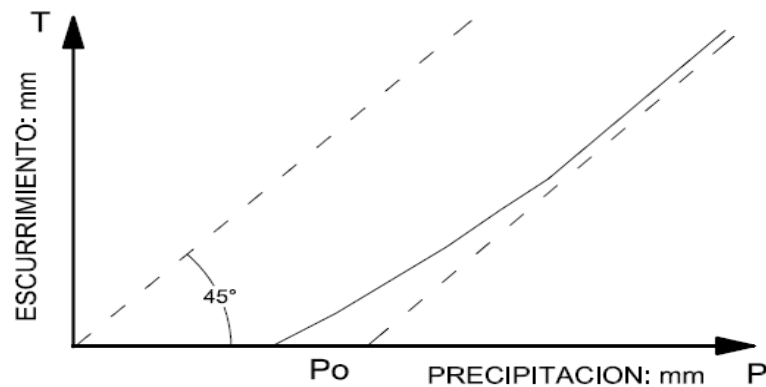


Fig. (2.20) Umbral de precipitación P_o , que produce escorrentía. (CEDEX, 1994)

Caudal.- Se define caudal como el volumen de escurrimiento en la unidad de tiempo que es el segundo.

$$Caudal = \frac{Volumen}{seg.}$$

Cuando la unidad de tiempo es diferente del segundo se denomina **aportación**.

Representación Gráfica.- En forma general se llaman hidrogramas que pueden ser de crecidas o hidrograma anual.

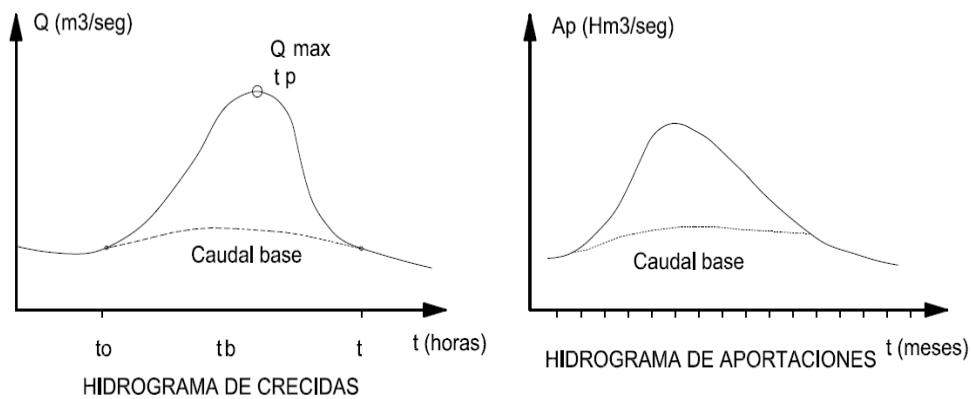


Fig. (2.21) Tipos de hidrogramas. (CEDEX, 1994)

2.23 ESTACIONES HIDROMÉTRICAS O ESTACIONES DE AFORO.-

Se denomina así a los lugares fijos donde se miden los caudales circulantes y están ubicados en los cauces de ríos.

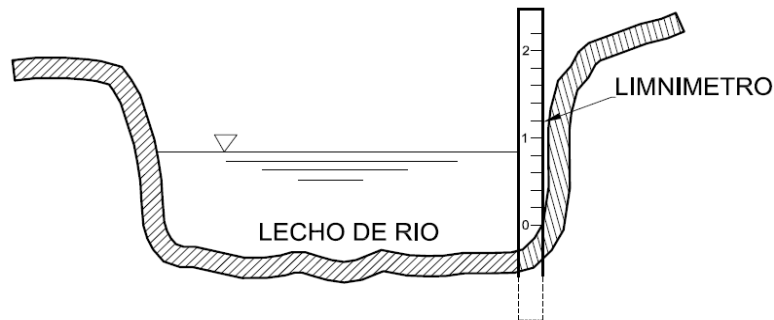


Fig. (2.22) Estación de aforos. (Elaboración propia)

2.24 ELEMENTOS MÍNIMOS DE UNA ESTACIÓN DE AFOROS.-

Como elementos de una estación de aforos se puede indicar los siguientes:

- a) Limnómetro
- b) Elementos auxiliares para realizar aforos directos.

El objetivo es determinar el caudal: $Q = Q(h)$, pero en una estación de aforos no solo se mide el caudal, sino también una altura o nivel respecto a una referencia.

2.25 MÉTODOS PARA AFORAR CURSOS DE AGUA. -

Podemos citar los siguientes:

- Secciones de Control
- Relación Sección - Pendiente
- Relación Sección – Velocidad:

Aforo directo con molinete

- a) **Secciones de Control.**- Constituyen un método que es función de las estructuras construidas en los cursos ríos y otras actividades. Se pueden indicar los vertederos de pared gruesa, los vertederos rectangulares y vertederos triangulares. La aplicación es función de los valores de caudales que se presenten en cada caso. (Mijares, 1992)

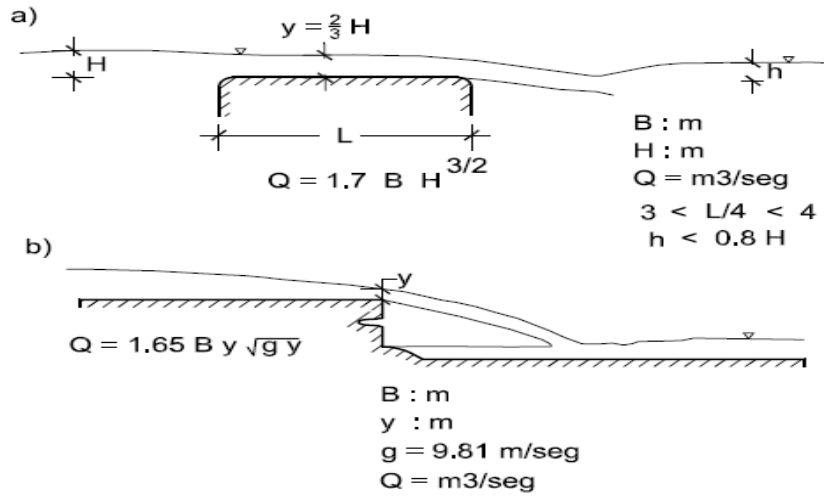


Fig. (2.23), a) y b) Vertederos de pared gruesa, para caudales grandes.

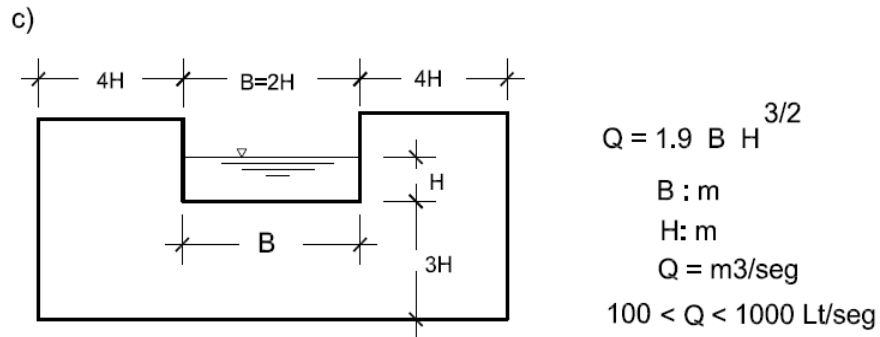


Fig. (2.24), c) Vertederos rectangular de pared delgada, para caudales intermedios.

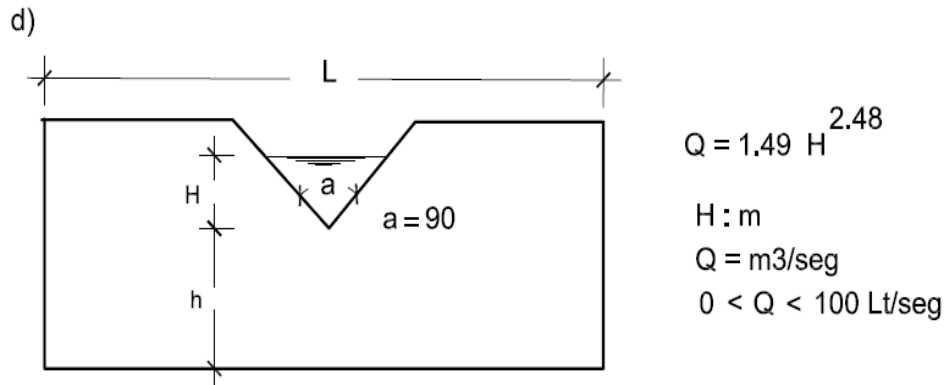


Fig. (2.25), d) Vertedero triangular de pared delgada, para caudales menores.

b) **Relación Sección - Pendiente.**- Para la calcular el caudal de aforo se determina la sección del curso del agua, pendiente de la solera del curso del agua, y con esta información se puede aplicar la fórmula de Manning.

Datos: Pendiente.

Sección del curso de agua y tirante de agua.

Se aplica de fórmula de Manning.

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ec. 2.10}$$

$$Q = v * A \quad \text{Ec. 2.11}$$

Donde: R = radio hidráulico (m):

S = pendiente solera del río o canal (m/m)

n = coeficiente de rugosidad

Am = área mojada de la sección.

Pm = perímetro mojado

Q = caudal en m³/seg.

c) **Relación Sección - Velocidad.**- Llamado también “Aforo directo”; se llama “aforo directo” al conjunto de operaciones realizadas en el río, para calcular el caudal circulante en un momento determinado, anotando al mismo tiempo la altura en la escala limnimétrica. Se obtienen así, pares de valores “h”, “Q” (niveles y caudales), que, realizados en diferentes situaciones del año, definen la “curva de aforos”.

Para la determinación del caudal se mide la velocidad con Molinete, que es un aparato que registra la velocidad del flujo de agua.

En la actualidad los molinetes son digitales y registran directamente la velocidad, que conectado a un ordenador se puede mostrar la sección del canal y el valor del caudal instantáneo.



Fig. (2.26) (e) Molinete, aparato registrador de velocidad en un río

En cada sección del canal o río se determinan dos o tres lecturas de la velocidad, para luego determinar la velocidad media de la sección.

$$V_m = \frac{\sum v_i}{n} \quad \text{Ec. 2.12}$$

La velocidad media es la media de las velocidades.

Cálculo del aforo.- El cálculo del aforo consiste en determinar el volumen de un diferencial de flujo para luego sumar todos los volúmenes obtenidos, con la siguiente expresión.

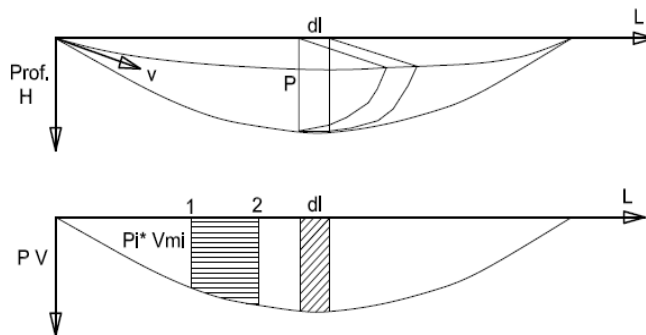


Fig. (2.27) Cálculo del aforo

Ec. 2.13

$$Q = d_{1-2} \frac{(P_1 * V_1 + P_2 * V_2)}{2}$$

Donde: P_1 ; V_1 = profundidad y velocidad en la sección 1
 P_2 ; V_2 = profundidad y velocidad en la sección 2
 (CEDEX, 1994)

2.26 ESTUDIO DE AVENIDAS.-

OBJETIVO.- La finalidad principal es la determinación de la avenida de diseño requerida para trabajos de planificación o de dimensionamiento de infraestructura hidráulica; por ejemplo, *encauces, puentes, vertederos, inundaciones*. (Ferrer, 1992)

2.27 MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE AVENIDAS.-

Se pueden distinguir dos tipos:

1.- Estadísticos

2.- Hidrometeorológicos.

2.28 METODOS ESTADISTICOS.-

Los métodos estadísticos están basados en el tratamiento de los datos locales y regionales existentes, utilizando adecuadamente las referencias históricas en el caso de disponer de ellas.

Estos métodos habitualmente realizan la estimación de la ley de frecuencias sólo de datos extremos, Ej. caudales máximos ($Q_{máx}$), precipitaciones máximas diarias (P_{24}) y a veces volúmenes de crecida.

Estas metodologías requieren la existencia de datos extremos de caudales punta ó de precipitaciones máximas diarias, por lo que quedan supeditadas a la disponibilidad de este tipo de información.

La dificultad de aplicación de este método es la frecuente ausencia de datos, en particular de datos de caudales punta por lo que estos deben estimarse a partir de datos de caudales medios diarios, lo que introduce importantes incertidumbres en los datos de partida.

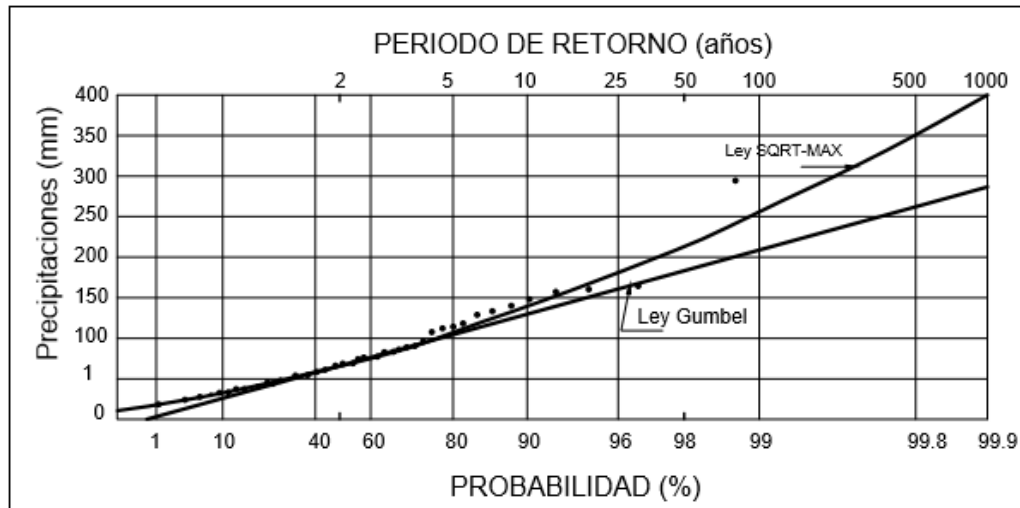


FIG. (2.28) Ajuste de máximas lluvias diarias
Leyes Gumbel ($T > 1000$ años) Y SQRT-ET máx ($T \sim 200$ años). (Ferrer, 1992)

2.29 METODOS HIDROMETEOROLOGICOS.-

Los métodos hidrometeorológicos **simulan el proceso lluvia - escorrentía** habitualmente mediante modelos determinísticos de mayor o menor complejidad. Los datos requeridos son fundamentalmente pluviométricos y aprovechan por tanto la ventaja de la mayor densidad y longitud de las series de la red pluviométrica respecto a la de caudales.

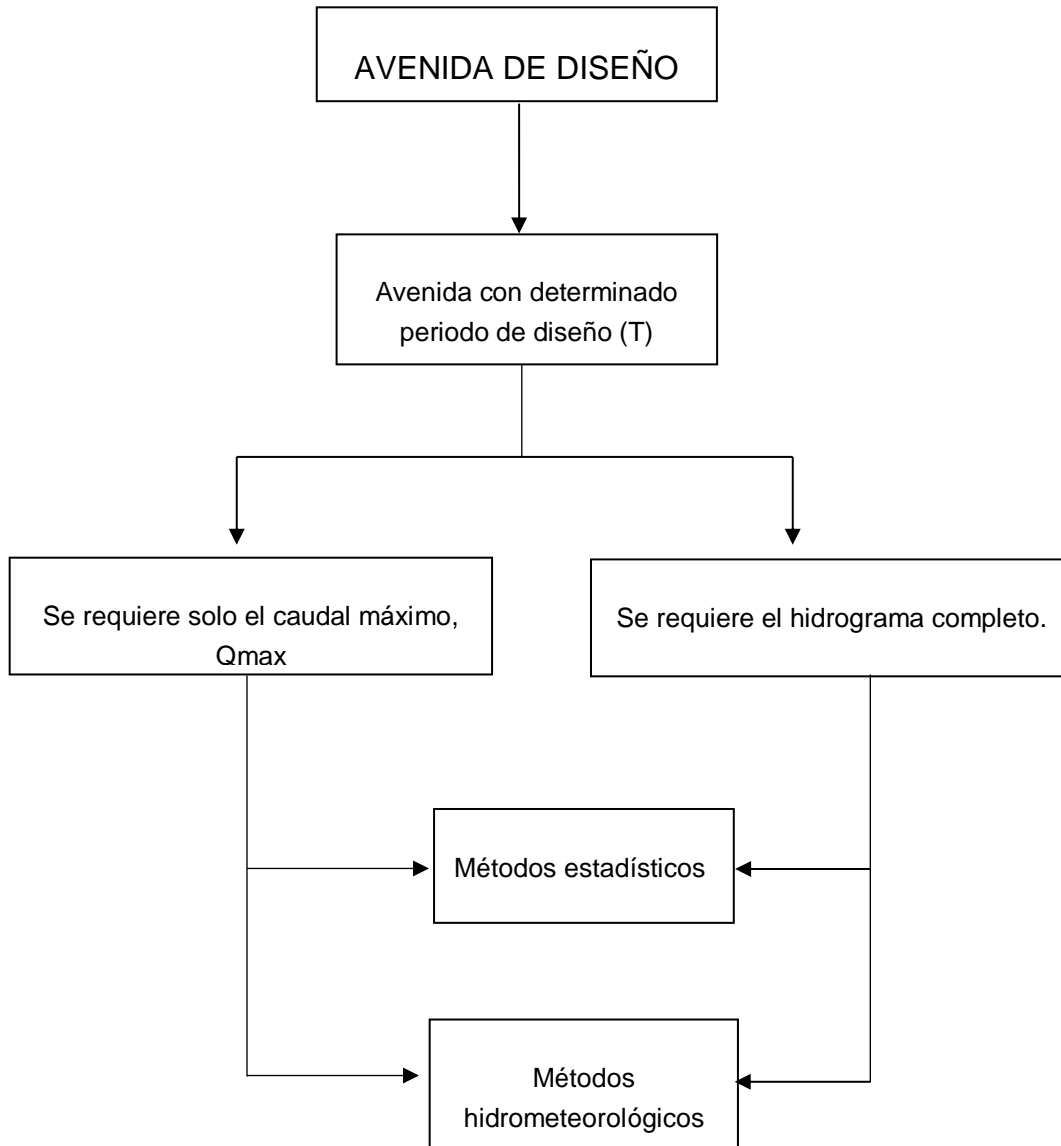


Fig. (2.29) Estudio de avenidas. (Ferrer, 1992)

2.30 FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES EN HIDROLOGÍA.-

Entre las funciones de distribución de probabilidad usadas en hidrología se tienen las siguientes:

- a) NORMAL (de dos parámetros)
- b) LOGNORMAL (de tres parámetros)
- c) GUMBEL (de dos parámetros)

- d) PEARSON (de tres parámetros)
- e) LOG PEARSON (de tres parámetros)
- f) MÉT. GRÁFICO (no paramétrico)

USO.- Es aplicado al ajuste de leyes de distribución de valores extremos:

**PRECIPITACIONES
CAUDALES**

En estudio de avenidas, se recurre a datos de series anuales o series parciales.

2.31 DISTRIBUCION NORMAL.-

La función de distribución de probabilidad normal es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{Ec. 2.14}$$

Donde: μ y σ son los parámetros de la función de probabilidad. Estos parámetros determinan la forma de la función $f(x)$ y su posición en el eje x .

Es posible demostrar que μ y σ son respectivamente la media y desviación estándar de la población y pueden estimarse como la media y desviación estándar de los datos.

Para la solución de esta función se recurre a un cambio de variable, definiendo la variable estandarizada:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{Ec. 2.15}$$

Donde: μ es igual a la media de los datos de la muestra (X_m)
 σ es igual a la desviación estándar de los datos de la muestra (S), que se calculan con las siguientes expresiones:

$$Xm = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} \quad \text{Ec. 2.16}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xm)^2}{(n-1)}} \quad \text{Ec. 2.17}$$

Por tanto:

$$Z = \frac{X - Xm}{S} \quad \text{Ec. 2.18}$$

La función F(z) se ha calculado numéricamente y se han publicado tablas de ella. En la tabla A1 de anexos se muestra esta función. Debido a que la función F(z) es simétrica, en dicha tabla se encuentra únicamente valores de:

$$\int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad \text{Ec. 2.19}$$

Con lo que es posible calcular F(z) para cualquier valor de “z”.

En el caso de análisis de eventos extremos, es común utilizar el concepto de periodo de retorno “T” de una determinada variable “P24”, como el tiempo medio, en años, que transcurre entre distintas ocurrencias de precipitaciones superiores a dicho valor “P24”

2.32 PERIODO DE RETORNO.-

El periodo de retorno “T”, en años, se define en términos de la probabilidad como la probabilidad de excedencia:

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T} \quad \text{Ec. 2.20}$$

Puede entenderse como la probabilidad de que la variable aleatoria X sea mayor al valor “x”, o bien como la probabilidad que la variable aleatoria supere al valor “x” una vez en “T” años.

En muchos casos prácticos es necesario representar el periodo de retorno en términos de probabilidad de no excedencia, que se define como:

$$P(X \geq x) = 1 - P(X \leq x)$$

Reemplazando:

$$T = \frac{1}{1 - P(X \leq x)} \quad \text{Ec. 2.21}$$

O bien, se puede expresar de la siguiente manera:

$$T = \frac{1}{1 - F(x)} \quad \text{Ec. 2.22}$$

$$F(x) = \frac{T - 1}{T} \quad \text{Ec. 2.23}$$

Relacionando periodo de retorno T y F(x), tenemos como ejemplo:

Tab. (2.5) Probabilidad y/o periodo de retorno en años

F(x)	0.90	0.95	0.97	0.98	0.99
T(años)	10	20	30	50	100

2.33 FUNCION DE DISTRIBUCION GUMBEL.- (Ferrer, 1992)

La función de probabilidad de Gumbel se expresa como:

$$F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)}} \quad \text{Ec. 2.24}$$

Donde μ y α son los parámetros de la función de distribución; x es la variable.

Logaritmizando se puede obtener una recta:

$$x = \mu + \alpha(-\ln(-\ln Fx)) \quad \text{Ec. 2.25}$$

El método de estimación de los parámetros es:

Gumbel + Momentos

$$\left. \begin{aligned} \mu + 0.5772 \alpha &= \bar{m} \\ \pi + \frac{\alpha}{\sqrt{6}} &= S \end{aligned} \right\}$$

Donde: m = media de la muestra

S = desviación estándar de la muestra

Resolviendo el sistema tenemos:

$$\mu = m - 0.45 S$$

Ec. 2.26

$$\alpha = 0.78 S$$

Ec. 2.27

2.34 FUNCION DE DISTRIBUCION PEARSON III.-

La distribución Pearson III, también llamada la distribución Gamma de tres parámetros, introduce un tercer parámetro el límite inferior “ ε ”, de tal manera que por el método de los momentos, los tres momentos de la muestra (la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría) pueden transformarse en los tres parámetros λ , β y ε de la distribución de probabilidad. (Chow, 1994)

Función de Densidad de

Probabilidad

Rango

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x-\varepsilon)}}{\Gamma(\beta)}$$

$$x \geq \varepsilon$$

Ec. 2.28

Ecuaciones de los parámetros en términos de los momentos de la muestra.

$$\lambda = \frac{Sx}{\beta} \quad \beta = \left(\frac{2}{Cs}\right)^2 \quad \varepsilon = x_m - Sx\sqrt{\beta} \quad \text{Ec. 2.29}$$

Para el cálculo de las magnitudes de eventos extremos requiere que la función de distribución de probabilidad sea “invertible”, es decir, dado un valor para “T” o $F(x) = (T-1)/T$, el correspondiente valor de “x” puede determinarse.

Algunas funciones de distribución como Pearson Tipo III y la normal, no son fácilmente invertibles, requiriéndose de un “método alternativo” para calcular las magnitudes de eventos extremos para estas distribuciones. La magnitud x_T de un evento hidrológico extremo puede representarse como la media “ μ » más una desviación Δx_T de la variable respecto a la media.

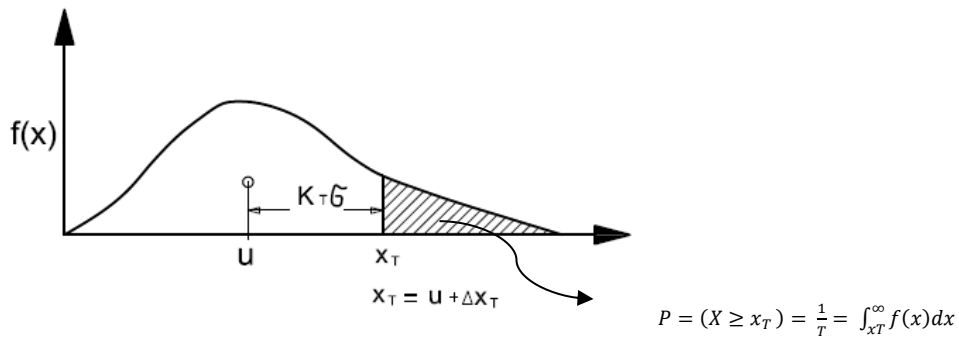


Fig. (2.30) La magnitud de un evento extremo X_T expresado como una desviación $K_T \sigma$ de la media μ , donde K_T es el factor de frecuencia.

Esta desviación con respecto a la media puede igualarse al producto de la “desviación estándar” “ σ ” y el “Factor de frecuencia” “ K_T ”, es decir:

$$\Delta x_T = K_T \sigma$$

La desviación Δx_T y el factor de frecuencia “ K_T ” son funciones del periodo de retorno y del tipo de distribución de probabilidad a utilizarse en el análisis. Por consiguiente, se puede expresar como:

$$X_T = \mu + K_T \cdot \sigma \quad \text{Ec. 2.30}$$

La cual puede aproximarse por:

$$X_T = X_m + K_T \cdot S \quad \text{Ec. 2.31}$$

Donde:

- X_T = valor para el periodo T considerado
- X_m = media de la muestra
- S = desviación de la muestra
- K_T = factor de frecuencia para el periodo de retorno considerado (que es función del coeficiente de asimetría; sesgo). Se tiene tabulado en la Tabla A2 de anexos.

Procedimiento Pearson III:

- 1.- Calcular la media X_m de los “n” valores máximos anuales
- 2.- Calcular la desviación estándar “S”
- 3.- Calcular el coeficiente de sesgo “Cs”.

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X - X_m)^3}{(n - 1)(n - 2) S^3} \quad \text{Ec. 2.32}$$

2.35 FUNCION DE DISTRIBUCION LOG PEARSON III.-

Procedimiento Log Pearson III.- Para esta distribución, el primer paso es tomar los logaritmos de la información hidrológica.

$$y = \log x$$

- Usualmente se utilizan logaritmos con base 10.
- Se calcula la media (y_m) para los logaritmos dados.
- Se calcula la desviación estándar “S”.

- Calcular el coeficiente de asimetría “Cs”, para los logaritmos dados.
- El factor de frecuencia depende del periodo de retorno “T” y el coeficiente de asimetría “Cs”.

(Chow, 1994)

2.36 TORMENTAS DE DISEÑO.-

Una tormenta de diseño denominado también hietograma, es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de “lluvia – escorrentía” y tránsito de caudales. (Chow, 1994)

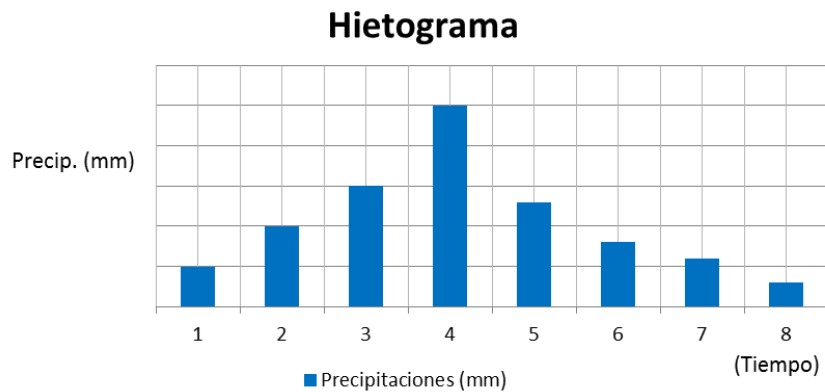


Fig. (2.31) Hietograma – tormenta de diseño. (Elaboración propia)

Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta, o mediante un mapa de isoyetas que especifique el patrón espacial de la precipitación.

En los métodos de diseño hidrológico desarrollados hace muchos años, tal como el método racional, solo se utilizaba el caudal pico. No existía consideración alguna sobre el tiempo de distribución del caudal (el hidrograma de caudal) o sobre la distribución temporal de la precipitación (el hietograma de precipitación). Sin embargo, los métodos

de diseño desarrollados más recientemente, los cuales utilizan el análisis de flujo no permanente, requieren de predicciones confiables del hietograma de diseño para obtener los hidrogramas de diseño.

2.37 METODO DEL BLOQUE ALTERNO.-

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando la curva **intensidad-duración-frecuencia**. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$. Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para da una de las duraciones $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t, \dots$, y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Tab. (2.6) Elaboración tormenta de diseño o hietograma

Tiempo de duracion d (minutos)	Periodo de retorno i (mm/h)	Precip. Acumulada mm	Precip. Incremental mm	Bloque alteno mm
10				
20				
30				
40				
50				
60				

2.38 METODO DEL SOIL CONSERVATION SERVICE.-

El Soil Conservation Service (SCS) del U.S. Department of Agriculture (1986) desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los EE.UU. Con duraciones de tormentas de 6 a 24 horas. (Chow, 1994)

Estos hietogramas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Tracey (1973) y datos de tormentas adicionales. La tabla 14.3.1 y la figura 14.3.2 presentan los hietogramas acumulados. Existen cuatro tormentas de 24 horas de duración, llamada TIPO I, IA, II, y III, respectivamente; la figura 14.3.3 muestra la localización geográfica en los EE.UU. donde dichos histogramas podrían aplicarse.



Fig. (2.32) Localización en los EE.UU. para la aplicación de los hietogramas de lluvia de 24 horas del S.C.S. (Fuente: U.S. Dept. Agriculture S.C.S. 1986)

Los **TIPOS I y IA** corresponden al clima marítimo del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos.

El **TIPO III** corresponde al Golfo de México y las áreas costeras del Atlántico, donde las tormentas tropicales producen lluvias de 24 horas y muy grandes.

El **TIPO II** corresponde al resto del país:

Tab. (2.7) Distribuciones de lluvia.

Tormenta de 24 horas

Hora t	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
0	0	0	0	0
2	0.035	0.05	0.02	0.02
4	0.076	0.116	0.048	0.043
6	0.125	0.206	0.08	0.072
7	0.156	0.268	0.098	0.089
8	0.194	0.425	0.12	0.115
8.5	0.219	0.48	0.133	0.13
9	0.254	0.52	0.147	0.148
9.5	0.303	0.55	0.163	0.167
9.75	0.362	0.564	0.172	0.178
10	0.515	0.577	0.181	0.189
10.5	0.583	0.601	0.204	0.216
11	0.624	0.624	0.235	0.25
11.5	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.669	0.655	0.357	0.339
12	0.682	0.664	0.663	0.5
12.5	0.706	0.683	0.735	0.702
13	0.727	0.701	0.772	0.751
13.5	0.748	0.719	0.799	0.785
14	0.767	0.736	0.82	0.811
16	0.83	0.8	0.88	0.886
20	0.926	0.906	0.952	0.957
24	1	1	1	1

Fuente: U.S. Dept. of Agriculture Soil
Conservation Service, 1973, 1986

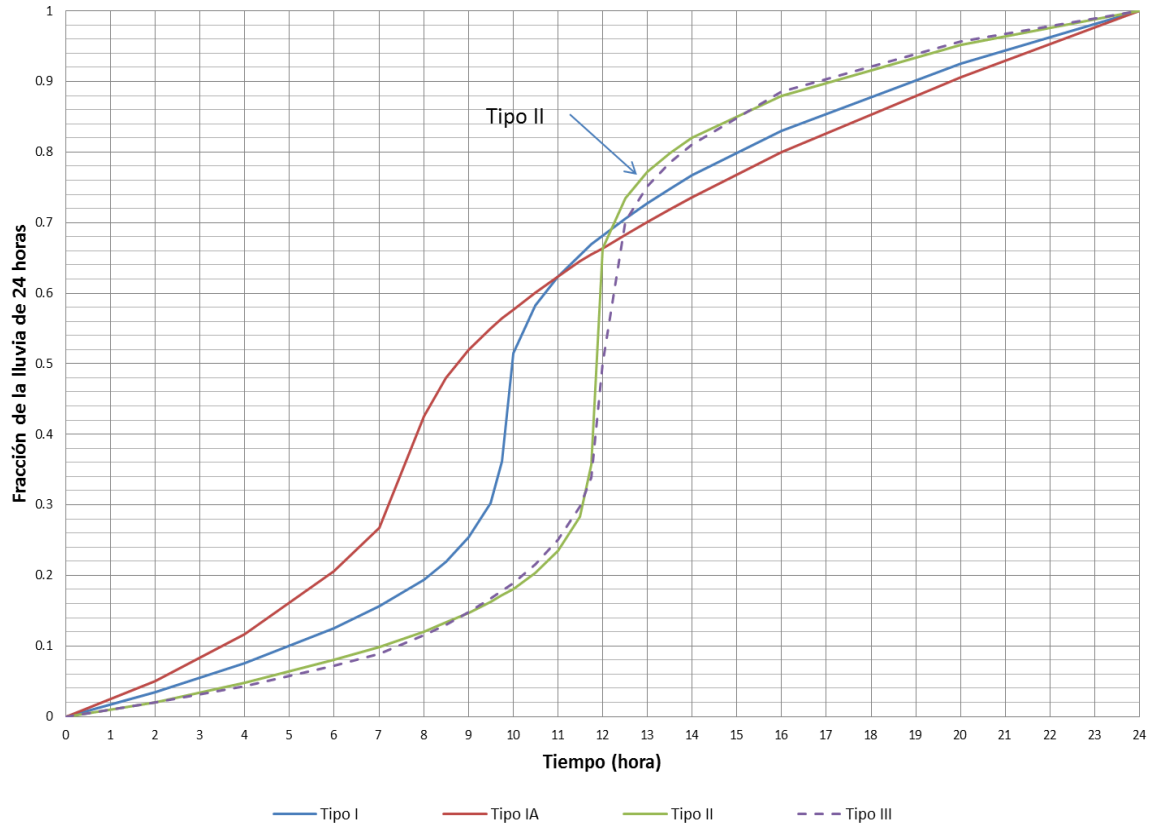


Fig. (2.33) Hietogramas de lluvia de 24 horas del SCS.
 (Fuente: U.S. Dept. of Agriculture, SCS, 1986)

Tabla (2.8) Elaboración del hietograma, método SCS. (Chow, 1994).

t (horas)	Pt/P24	Pt(acum)	Precip. Efectiva Pe	Precip. Incremental Pe (j-i)
0	0			
1	0.01			
2	0.02			
3	0.035			
4	0.048			
"	"			
"	"			
24	1			

2.39 ESTIMACION DE LA LLUVIA NETA QUE GENERA ESCORRENTIA.- (Chow, 1994).

El Soil Conservation Service (1972) desarrolló un método para calcular la precipitación efectiva a partir de la precipitación de una tormenta. Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa **Pe** es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación **P**; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca **R** es menor o igual a alguna retención potencial máxima **S** (veáse la figura 2.31). Existe una cierta cantidad de precipitación **la** (abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es **P – la**. La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir,

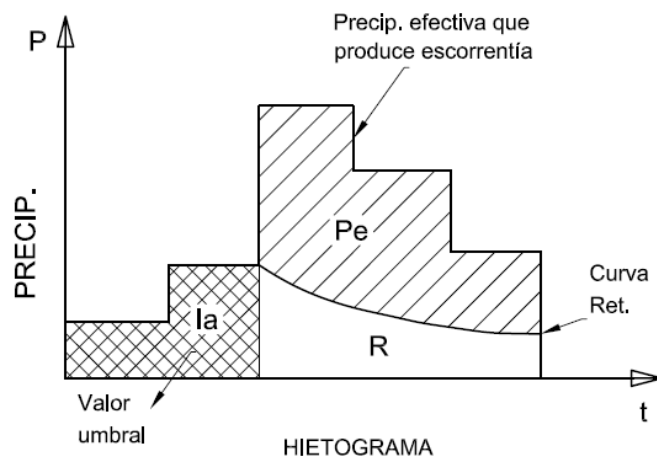


Fig. (2.34) Descripción del hietograma. (Elaboración propia)

$$\frac{R}{S} = \frac{Pe}{P-Ia} \quad \text{Ec. 2.33}$$

Del principio de continuidad

$$P = Pe + Ia + R \quad \text{Ec. 2.34}$$

Combinando (Ec. 2.33) y (Ec. 2.34) y resolviendo para **Pe**

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} \quad \text{Ec. 2.35}$$

La cual es la ecuación básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o esorrentía directa de una tormenta utilizando el método SCS. El estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales pequeñas, se desarrolló una relación empírica,

$$Ia = 0.2 S \quad \text{Ec. 2.36}$$

Con base en esto,

$$Pe = \frac{(P-0.2 S)^2}{P+0.8 S} \quad \text{Ec. 2.37}$$

Al representar en gráficas la información de P y Pe para muchas cuencas, el SCS encontró que para estandarizar estas curvas, se define un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y superficies de agua $CN = 100$; para superficies naturales $CN < 100$. La altura de lluvia total P se relaciona con la altura de lluvia efectiva Pe .

Estas curvas se pueden expresar algebraicamente mediante la ecuación:

$$Pe = \frac{(P - \frac{508}{CN} + 5.08)^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20.32} \quad \text{Ec. 2.38}$$

Donde: P = precipitación total en (cm)
 Pe = precipitación efectiva en (cm)

Para P y Pe milímetros la ecuación puede expresarse como:

$$Pe = \frac{(P - \frac{5080}{CN} + 50.8)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203.2} \quad \text{Ec. 2.39}$$

CN y S se relacionan con la expresión:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Ec. 2.40}$$

2.40 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN LLUVIA – ESCORRENTÍA.-

Para este proceso se recurre a los métodos hidrometeorológicos que realizan la simulación del proceso “lluvia-escorrentía” en la cuenca objeto de estudio. (Ferrer, 1992)

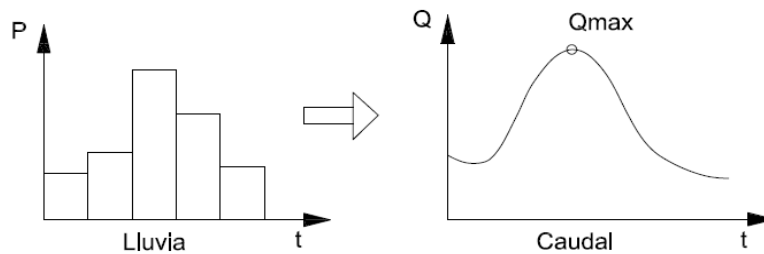


Fig. (2.35) Proceso lluvia – escorrentía. (CEDEX, 1994)

Finalidad de estudio: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hidrograma completo} \\ \text{Qmáx} \end{array} \right.$

El análisis de la “**lluvia-escorrentía**” en avenidas para una cuenca única, realiza la simulación de los siguientes procesos:

- $\left\{ \begin{array}{l} \text{a) Obtención de la lluvia neta.} \\ \text{b) Obtención del hidrograma de escorrentía} \\ \text{superficial mediante la definición del} \\ \text{Hidrograma Unitario de la cuenca.} \end{array} \right.$

2.41 HIDROGRAMA UNITARIO.-

La teoría del hidrograma unitario, introducido por Sherman (1932), es la más utilizada para transformar el hietograma neto en hidrograma de escorrentía superficial de la cuenca. (Mijares, 1992)

Definición.- Se define como la escorrentía superficial resultante de una lluvia neta de 1 mm repartida uniformemente sobre dicha cuenca y con una distribución constante a lo largo de un determinado tiempo.

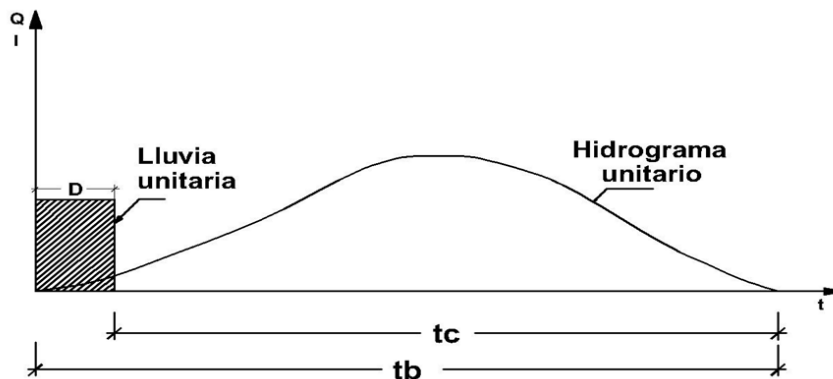


Fig. (2.36) Definición hidrograma unitario

Hipotesis del Hidrograma Unitario.- La aplicación del hidrograma Unitario está basada en la hipótesis de que el sistema “lluvia neta-escorrentía” es un sistema lineal invariante en el tiempo, por lo que cumple los siguientes principios:

- a) **CONSTANCIA DEL TIEMPO DE BASE:** La duración de la escorrentía superficial correspondiente a lluvias de la misma duración es constante e independiente de la precipitación.
- b) **PROPORCIONALIDAD:** Dos chubascos de intensidad neta uniforme y la misma duración, pero volúmenes distintos, producen caudales proporcionales a dichos volúmenes.

c) SUPERPOSICIÓN DE CAUSAS Y EFECTOS:

El hidrograma que resulta de un periodo lluvioso dado puede superponerse a hidrogramas resultantes de periodos lluviosos precedentes.

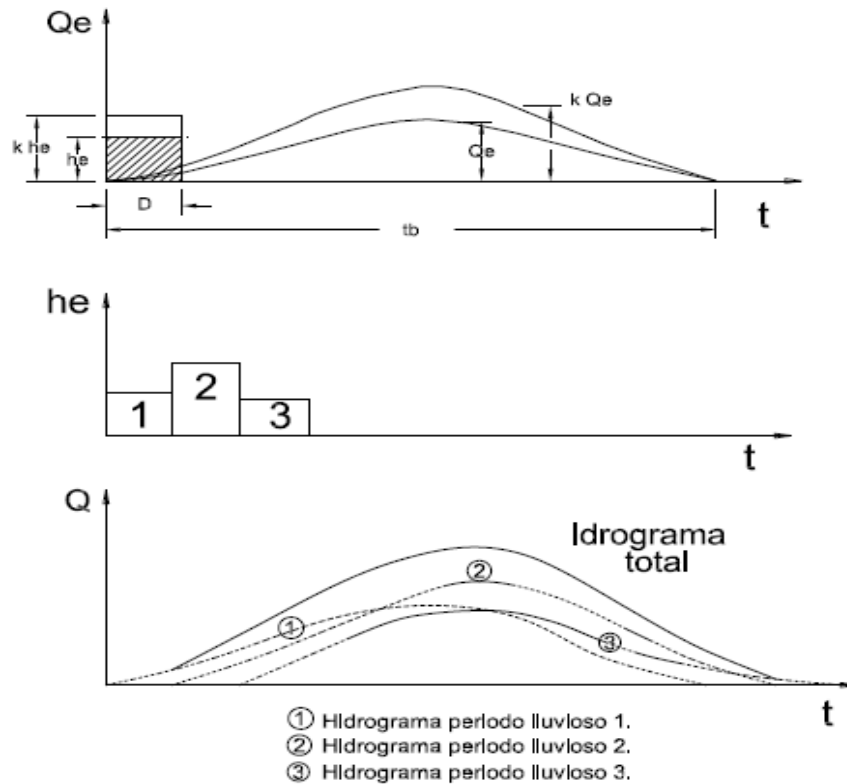


Fig. (2.37) Representación gráfica de tres hipótesis del H. U.

2.42 HIDROGRAMAS UNITARIOS SINTÉTICOS.-

La complejidad y el gran requerimiento de datos para elaboración de hidrogramas unitarios de cada cuenca objeto de estudio, han conducido al empleo mucho más frecuente de hidrogramas unitarios sintéticos con solo uno ó dos parámetros.

Entre los hidrogramas sintéticos se tienen:

- 1.- *El hidrograma unitario sintético del Soil Conservation Service (S.C.S. 1972) en su versión "curvilínea" y "triangular" de un solo parámetro*

2.- El hidrograma de Clark (1945) de dos parámetros.

Este hidrograma se basa en un hidrograma adimensional obtenido tras analizar un elevado número de hidrogramas unitarios de cuencas rurales de reducido tamaño y obtener unos valores medios.

Un hidrograma adimensional es un hidrograma unitario en el cual tanto el caudal como el tiempo se expresan como cociente respecto al caudal punta (Q_p) y tiempo punta (T_p) respectivamente, con lo que se elimina el efecto del tamaño de la cuenca y gran parte del efecto de la forma de dicha cuenca.

2.43 HIDROGRAMA UNITARIO ADIMENSIONAL SCS.-

El hidrograma unitario adimensional propuesto se reproduce en la figura siguiente y se encuentra tabulada en la tabla adjunta. (Ferrer, 1992)

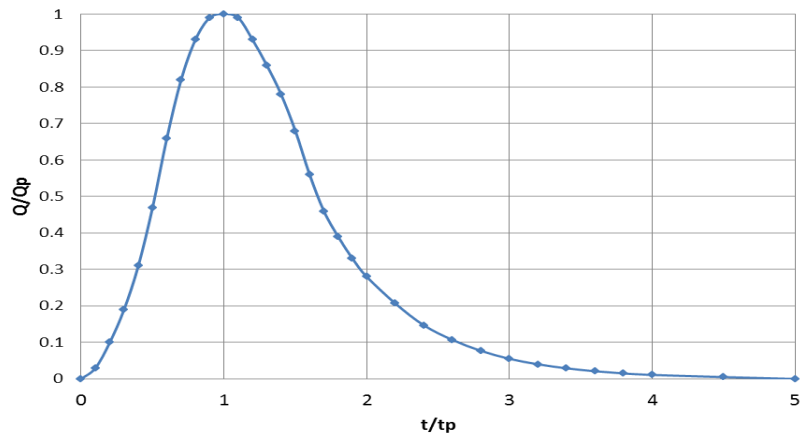


Fig. (2.38) Hidrograma Adimensional: SCS.

Tab. (2.9) Coordenadas del Hidrograma Unitario

t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp	t/tp	Q/Qp
0	0	1.1	0.99	2.4	0.147
0.1	0.03	1.2	0.93	2.6	0.107
0.2	0.1	1.3	0.86	2.8	0.077
0.3	0.19	1.4	0.78	3	0.055
0.4	0.31	1.5	0.68	3.2	0.04
0.5	0.47	1.6	0.56	3.4	0.029
0.6	0.66	1.7	0.46	3.6	0.021
0.7	0.82	1.8	0.39	3.8	0.015
0.8	0.93	1.9	0.33	4	0.011
0.9	0.99	2	0.28	4.5	0.005
1	1	2.2	0.207	5	0

(Donde: tp y Qp están en función del tiempo de concentración.)

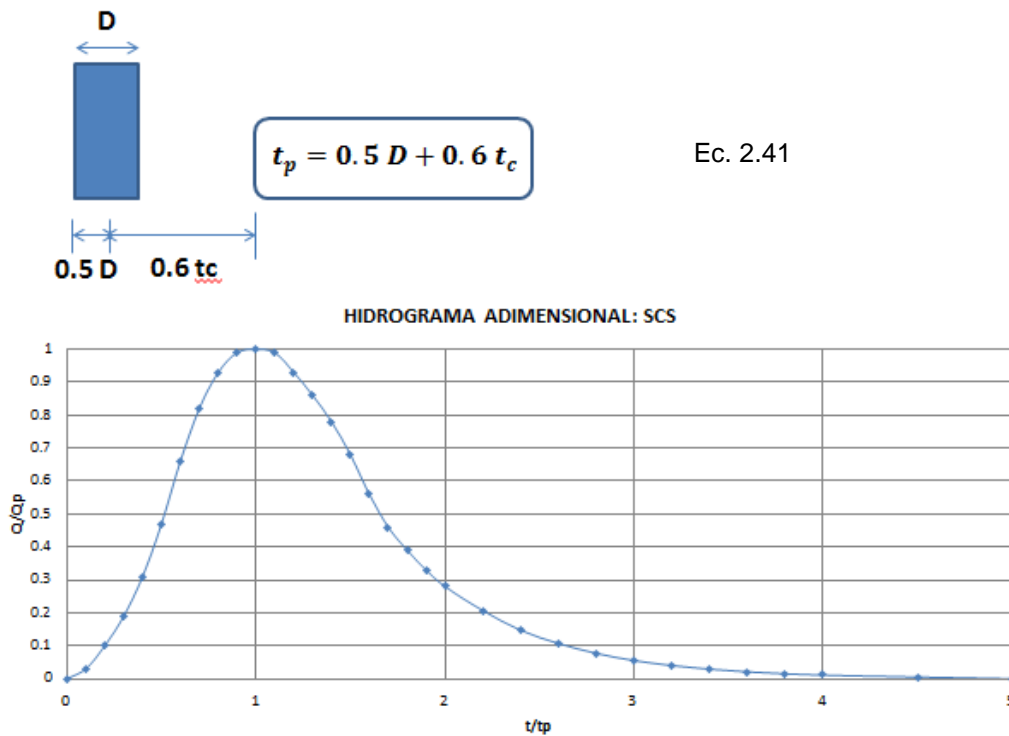


Fig. (2.39) Caudal punta y tiempo puntal del hidrograma unitario.

$$Q_p = \frac{A}{4.8 T_p}$$

Ec. 2.42

Qp = caudal punta (m3/seg)

tp = tiempo punta (h)

tc = tiempo de concentración (h)

A = área de la cuenca en km²

Tiempo de concentración (tc).- *Es el tiempo que tarda en salir por el punto de desague, la última gota de escorrentía superficial, debido a la lluvia neta caída en un instante dado.*

El tiempo de concentración es una variable muy estudiada y es función de las características de una cuenca. En forma general se puede asumir la expresión de para el tiempo de concentración expuesto por varios autores, siendo entre ellos:

Kirpich.- Tiene la siguiente presentación (Villón M. , Hidrología, 2002):

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad \text{Ec. 2.43}$$

Donde: tc = tiempo de concentración en minutos
 L = máxima longitud del recorrido en metros
 H = diferencia de elevación entre los puntos
 extremos del cauce principal, en metros

J. R. Temes.- Tiene la siguiente expresión (Ferrer, 1992):

$$tc = 0.3 \left(\frac{L}{S_o^{0.25}} \right)^{0.75} \quad \text{Ec. 2.44}$$

Donde: tc = tiempo de concentración en horas
 L = longitud de cauce en kilómetros
 S_o= diferencia de cotas sobre L en porcentaje (%)

Ventura – Heras.- Presenta la formula siguiente:

$$Tc = a \frac{S^{0.5}}{i} \quad \text{Ec. 2.45}$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

Donde: Tc = tiempo concentración en horas
i = pendiente media del cauce principal en %
S = área de la cuenca en km²
L = longitud del cauce principal
a = alejamiento medio.

2.44 CALCULO DEL HIDROGRAMA DE ESCORRENTIA.-

Sea el hidrograma unitario para duración es exceso “*d_e*”, mostrado en la figura 2.37 (a). Si se presenta una tormenta como la figura (b), cada uno con varios periodos lluviosos, cada uno de ellos de duración en exceso “*d_e*”, entonces de acuerdo con el principio de superposición de causas y efectos, los hidrogramas producidos por cada barra del hietograma serán los mostrados en la figura (c), (d), (e) y el hidrograma de la tormenta completa será el mostrado en la figura (f). (Mijares, 1992)

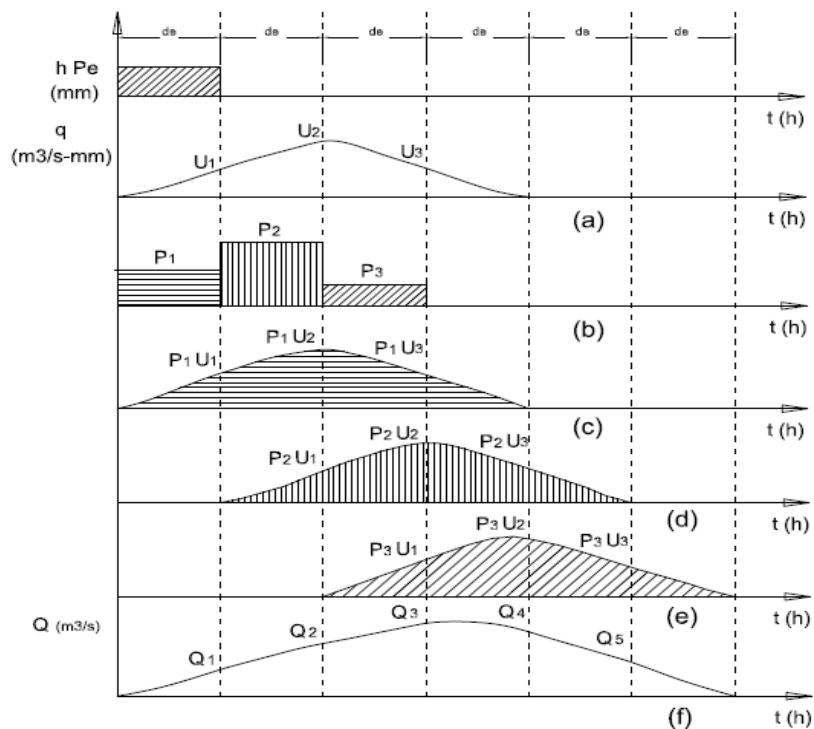


Fig. (2.40) Cálculo hidrograma unitario

Así, si U_i es la i -ésima ordenada del hidrograma unitario (Fig. 2.39 a) y P_j es la j -ésima lluvia del hidetograma (Fig. 2.39 b), la ordenada Q_i del hidrograma (Fig. 2.39 f) son en este caso:

$$\begin{aligned} Q_1 &= P_1 U_1 \\ Q_2 &= P_1 U_2 + P_2 U_1 \\ Q_3 &= P_1 U_3 + P_2 U_2 + P_3 U_1 \\ Q_4 &= P_2 U_3 + P_3 U_2 \\ Q_5 &= P_3 U_3 \end{aligned}$$

En general la k -ésima ordenada del hidrograma, Q_k , es:

$$Q_k = \sum_{j=1}^k P_j U_{k-j+1} \quad \text{Ec. 2.45}$$

2.45 CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO POR EL METODO RACIONAL.-

Es empleado cuando se requiere exclusivamente el caudal máximo de diseño, en vista de la escasa laminación del elemento objeto de estudio y por tanto no presenta interés la estimación del hidrograma completo. En estos casos, el «método racional» resulta adecuado debido a su sencillez.

$$Q = C I A \quad \text{Ec. 2.46}$$

Donde:

Q = caudal

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de precipitación

A = área de la cuenca. (Ferrer, 1992)

Según la normativa nacional NB 688, especifica que para cuencas con superficies mayores a 500 Hectáreas ($A > 5 \text{ km}^2$), se recomienda otros métodos, como el de

Hidrograma Unitario. En vista de ello en este proyecto se aplicará el método indicado.

2.46 BASES CONCEPTUALES DE HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS.-

Los canales son conductos abiertos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre), dentro de estos últimos pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías).

2.47 TIPOS DE FLUJO EN CANALES.-

La clasificación del flujo en un canal depende de la variable de referencia que se tome, así tenemos (Chow, 1994):

2.48 FLUJO PERMANENTE Y NO PERMANENTE.-

Esta clasificación obedece a la utilización del tiempo como variable. El flujo es permanente si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc) no cambian con respecto al tiempo, es decir, en una sección del canal en todos los tiempos los elementos del flujo permanecen constantes. Matemáticamente se puede representar:

$$\frac{\partial y}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} = 0; \quad etc. \quad \text{Ec. 2.47}$$

Si los parámetros cambian con respecto al tiempo el flujo se llama no permanente, es decir:

$$\frac{\partial y}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial t} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial t} \neq 0; \quad etc. \quad \text{Ec. 2.48}$$

2.49 FLUJO UNIFORME Y VARIADO.-

Esta clasificación obedece a la utilización del espacio como variable. El flujo es uniforme si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc), no cambia con respecto al espacio, es decir, en cualquier sección del canal los elementos del flujo permanecen constantes. Matemáticamente se puede representar:

$$\frac{\partial y}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} = 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} = 0; \quad etc. \quad \text{Ec. 2.49}$$

Si los parámetros varían de una sección a otra, el flujo se llama no uniforme o variado, es decir:

$$\frac{\partial y}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial v}{\partial L} \neq 0; \quad \frac{\partial A}{\partial L} \neq 0; \quad etc. \quad \text{Ec. 2.50}$$

El flujo variado se puede a su vez clasificar en gradual y rápidamente variado. En el flujo gradualmente variado los parámetros cambian gradualmente a lo largo del canal; *ejemplo una curva de remanso.*

El flujo rápidamente variado es aquel en el cual los parámetros varían instantáneamente en una distancia muy pequeña; *ejemplo el resalto hidráulico.*

2.50 FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO.-

El comportamiento de flujo en un canal está gobernado principalmente por efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad con relación a las fuerzas de inercia internas del flujo. Con relación a la viscosidad, el flujo puede ser laminar, de transición o turbulento; la importancia de las fuerzas viscosas se mide a través del número de Reynolds definido como:

$$Re = \frac{vR}{\vartheta}$$

Donde:

R = radio hidráulico de la sección, en m

v = velocidad media de la sección, en m/seg

ν = viscosidad cinemática del agua, en m²/seg.

Para propósitos prácticos, en el caso de un canal, se tiene:

Flujo laminar para $Re < 580$

Flujo de transición para $580 \leq Re \leq 750$

Flujo turbulento para $Re > 750$

En la mayoría de los canales el flujo laminar ocurre muy raramente debido a las dimensiones relativamente grandes de los mismos y a la baja viscosidad cinemática del agua.

2.51 FLUJO CRÍTICO, SUBCRÍTICO Y SUPERCRÍTICO.-

Con relación al efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, subcrítico y supercrítico, la importancia de la fuerza de gravedad se mide a través del número de Froude (F), que relaciona fuerzas de inercia de la velocidad, con fuerzas gravitatorias, el cual se define como:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}} \quad \text{Ec. 2.51}$$

Donde:

v = velocidad media de la sección, en m/seg.

g = aceleración de la gravedad, en m/seg.

L = longitud característica de la sección, en m.

En canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante medio: $y = A/T$, con lo cual se tiene:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}} \quad \text{Ec. 2.52}$$

Entonces, de acuerdo al número de Froude el flujo puede ser:

Flujo subcrítico si: $F < 1$

Flujo crítico si: $F = 1$

Flujo supercrítico si: $F > 1$

2.52 ECUACIONES FUNDAMENTALES DE LA HIDRAULICA.-

En hidráulica, las ecuaciones fundamentales son tres:

- 1.- **Ecuación de continuidad.-** (Conservación de la masa)
- 2.- **Ecuación de la energía.-** (Conservación de la energía)
- 3.- **Ecuación de la cantidad de movimiento.-** (Conservación de la cantidad de movimiento)

1.- Ecuación de la continuidad.- En un flujo permanente, la masa que entra al volumen de control es igual a la que sale:

- Para gases

$$\rho V_{m1} * A_1 = \rho V_{m2} * A_2 \quad \text{Ec. 2.53}$$

- Para líquidos

$$V_{m1} * A_1 = V_{m2} * A_2 = Q \quad \text{Ec. 2.54}$$

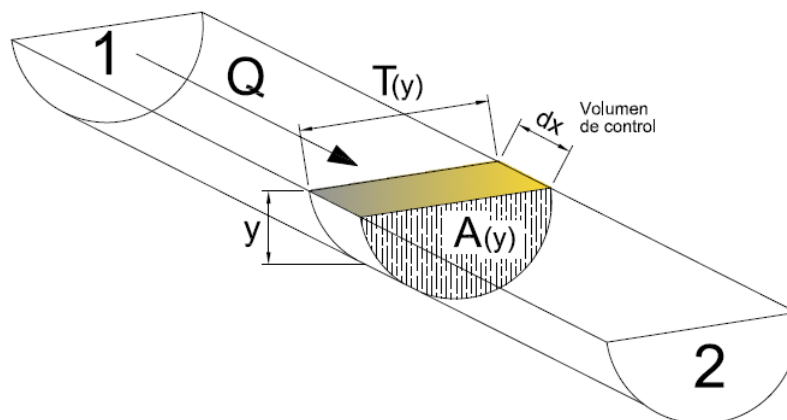


Fig. (2.41) Diferencial volumen de control.

Esto matemáticamente se puede escribir como:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial qx}{\partial x} + \frac{\partial qy}{\partial y} = 0 \quad \text{Ec. 2.55}$$

Esto implica que en el volumen de control, la altura “*h*” no varía respecto al tiempo, que no existe variación de caudal en la dirección de “*x*” y que no existe variación de caudal en la dirección de “*y*”, por tanto si no existe variaciones la suma debe ser igual a cero. O sea, el volumen de control entre 1 y 2 no varía; se cumple la ecuación de continuidad.

2.- ECUACION DE LA ENERGIA.-

En cualquier línea de corriente que atraviesa una sección de un canal se define como la energía total a la suma de las energías de posición más la de presión y más la de velocidad, es decir:

Energía total = Energía de posición + Energía de presión + Energía de velocidad

En el caso de un fluido ideal, la energía *E* en “1” es igual a la energía en “2”.

Para el caso de un fluido real hay una pérdida de energía entre “1” y “2”. En realidad no es una energía perdida, sino transformada en calor debido a la fricción.

En este caso, la ecuación de la energía para el tramo “1” y “2” se representa como:

$$z_1 + y_1 + \alpha \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \alpha \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2} \quad \text{Ec. 2.56}$$

O bien:

$$E_1 = E_2 + h_{f1-2} \quad \text{Ec. 2.57}$$

Donde: h_{f1-2} es la disipación de energía entre las secciones “1” y “2”.

El coeficiente de Coriolis “ α ” que aparece en la expresión de la energía cinética, $\alpha v^2/2g$, representa la variación que existe en una sección dada, entre la energía real y la que se obtendría considerando una distribución uniforme de velocidades.

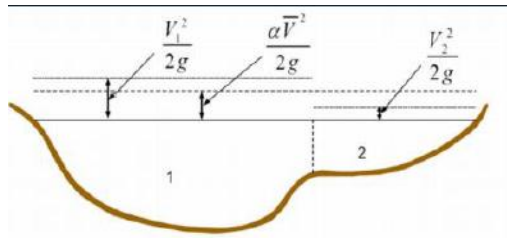


Fig. (2.42) Sección de canal y energía de velocidad.

Los ensayos experimentales muestran que “ α ” varía entre 1.03 y 1.36 para los canales prismáticos (canales con sección transversal y pendiente de solera constante).

El uso del coeficiente de Coriolis “ α ”, depende de la exactitud con que se esté haciendo los cálculos, en muchos casos se justifica considerar: $\alpha = 1$, en este caso, la ecuación de la energía, se expresa de la siguiente forma:

$$z_1 + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_{f1-2} \quad \text{Ec. 2.58}$$

En canales abiertos para flujo permanente la pérdida de energía se obtiene con la ecuación de Manning, que es función del coeficiente de rugosidad, y depende del tipo de material del canal.

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{Ec. 2.59}$$

Donde: n = Coeficiente de rugosidad de Manning.
 R = Radio hidráulico en (m)
 S = Pendiente del canal (m/m)
 V = Velocidad del flujo en (m/s)

Para el modelamiento del flujo en canales abiertos es también importante determinar el tipo de régimen: subcrítico, supercrítico y mixto, cuya gráfica está dada por la ecuación de la energía:

$$E = y + \alpha \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ec. 2.60}$$

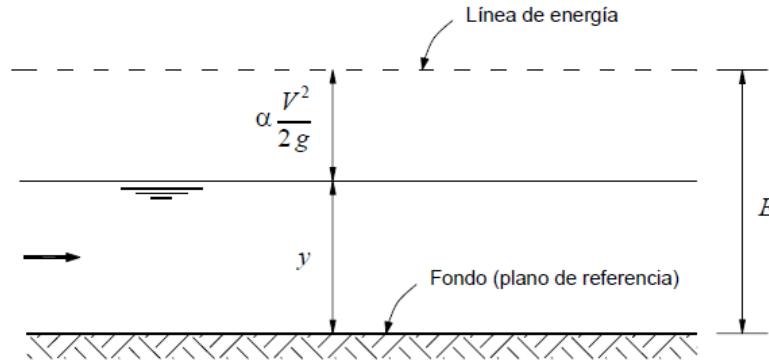


Fig. (2.43) Interpretación gráfica de la Energía Específica

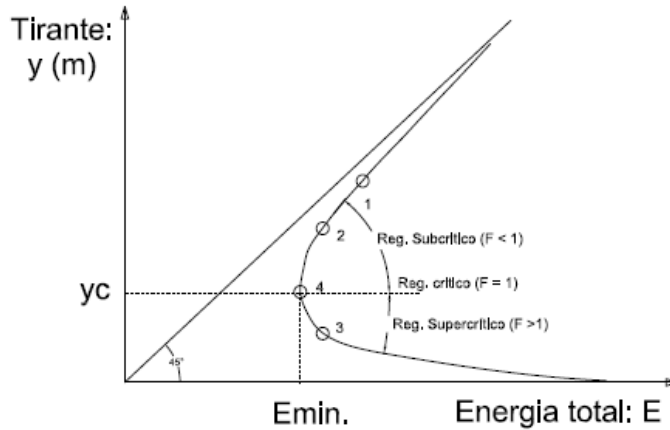


Fig. (2.44) Gráfico de la Energía Específica.

3.- ECUACION DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO.-

Para analizar la ecuación de cantidad de movimiento en flujo no permanente debemos aclarar que causa el movimiento de un fluido. Por tanto, podemos indicar las siguientes causas:

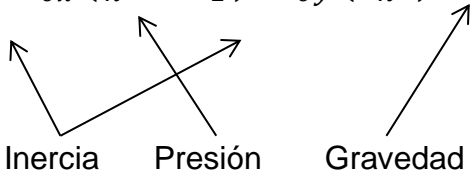
- Cuando la presión de un lugar es mayor que otro
- La gravedad puede causar que un fluido se mueva
- La diferencia de temperatura
- Fricción – Esfuerzo viscoso tangente.

En el análisis del movimiento bidimensional de un fluido las ecuaciones que más se usan son la ecuación de la continuidad y la ecuación de la cantidad de movimiento (Saint - Venant):

Ecuación de continuidad

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial qx}{\partial x} + \frac{\partial qy}{\partial y} = 0 \quad \text{Ec. 2.61}$$

Ecuación cantidad de movimiento

$$\frac{\partial qx}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{qx^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{qxqy}{h} \right) = gh(s_{ox} - s_{fx})$$


Inercia Presión Gravedad

Ec. 2.62

Donde:

Tab. (2.10) Términos ecuación cantidad de movimiento

ESPECIFICACION DE TERMINOS	DESCRIPCION
$\partial q_x / \partial t$	Indica la variación del caudal en función del tiempo
$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x^2}{h} + g \frac{h^2}{2} \right)$ $\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right)$	Representa la variación de los términos de inercia, respecto a "x" e "y"
$g \frac{h^2}{2}$	Representa la variación de la presión debido a la altura de agua.
$gh(s_{ox})$	Representa la variación de la gravedad
$gh(s_{fx})$	Representa la variación en función del rozamiento

La inercia hace que un fluido se mueva, la altura de presión de fluido hace que exista movimiento, la gravedad hace que el fluido se mueva e igualmente la fuerza de rozamiento.

La ecuación de momentum (Saint-Venant) surge al igualar las fuerzas externas aplicadas al volumen de control como la gravedad, la presión, la fricción, el viento entre otras. (Chow, 1994)

La solución de las ecuaciones de Saint-Venant en 1D ha sido implementada en varias aplicaciones de software comunes usualmente a través de métodos numéricos y en particular por diferencias finitas, entre los más reconocidos se pueden mencionar los siguientes:

- **HEC-HMS**, aplicación hidrológica desarrollada por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos de América.

- **HEC-RAS**, aplicación hidrodinámica desarrollada por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos de América.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES.-

La relación de materiales empleados en la presente propuesta son los siguientes:

- 1.- Datos del Senamhi para la elaboración de la ecuación intensidad-duración y frecuencia (i-d-F).
- 2.- Equipo GPS de simple frecuencia para la ubicación de puntos en el tramo de estudio.
- 3.- Equipo estación total para levantamiento topográfico, incluye prismas y jalones.
- 4.- Computadora personal para elaboración de la carpeta.
- 5.- Plataforma de cálculo HEC-HMS 4.0, para el estudio hidrológico de la propuesta.
- 6.- Plataforma de cálculo HEC-RAS 5.0.6 para la simulación hidráulica de la propuesta.
- 7.- Plataforma de dibujo autocad para elaboración de planos de la propuesta
- 8.- Plataforma arcgis para elaboración de planos e información.
- 9.- Imagen satelital DEM que abarca la cuenca de Achumani
- 9.- Material de escritorio (papel, tinta, impresora)
- 10.- Libros de consulta.

3.2 METODOLOGIA.-

La metodología de la propuesta del trabajo de investigación se detalla en el siguiente flujograma.

Flujograma de la metodología

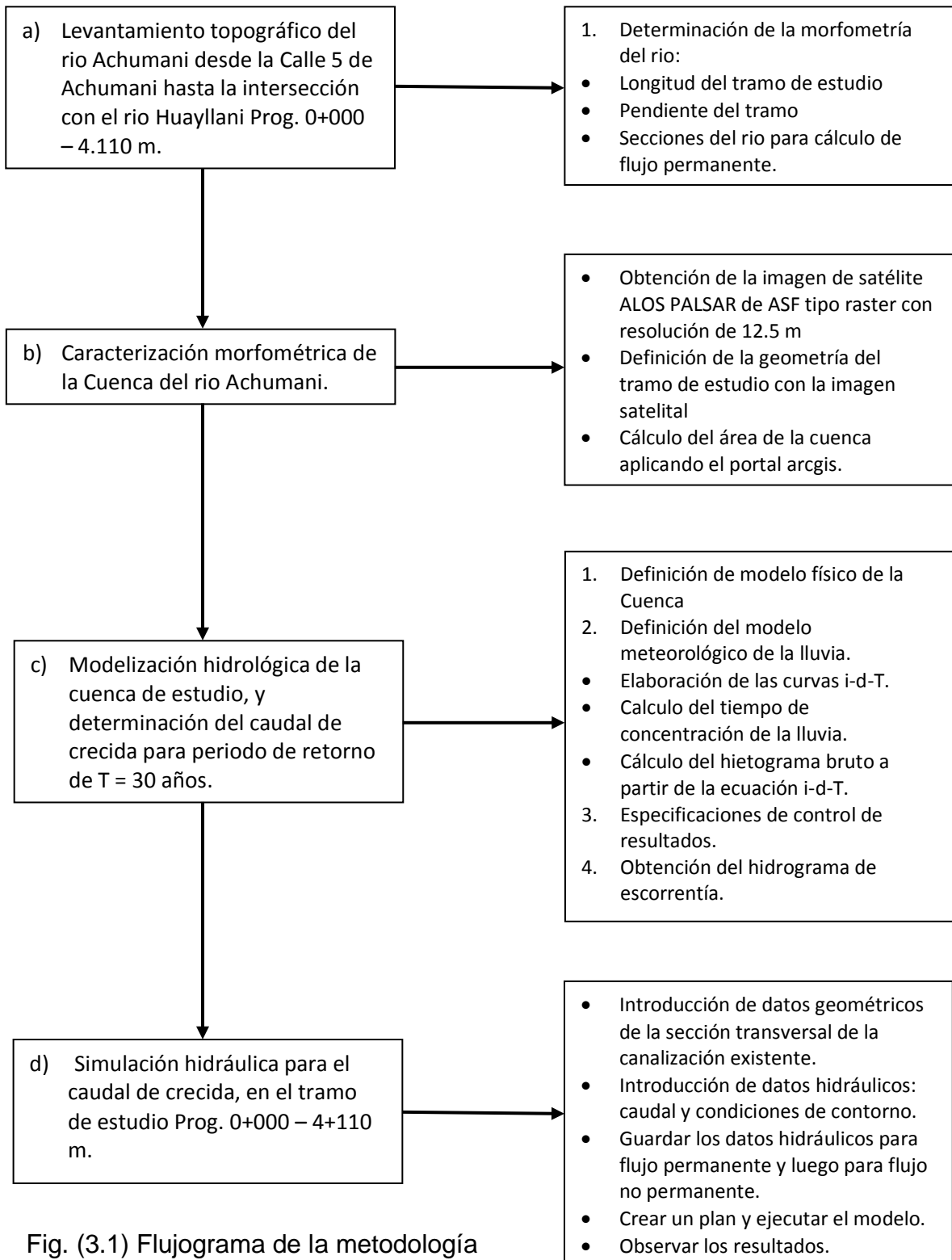


Fig. (3.1) Flujograma de la metodología
(Elaboración propia).

3.3 DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA.-

- a) Este objetivo permite realizar el plano topográfico del tramo definido, desde el inicio en la parte baja del río que se inicia en la intersección de la Calle 5 de Achumani y el río Jilusaya, Progresiva 0+000 m, hasta el tramo final adoptado que es la intersección del río Achumani con el río Huayllani Progresiva 4+110 m, Esta actividad permite obtener información morfométrica del tramo de estudio.

- b) Con este objetivo se orienta la obtención de datos a nivel de la cuenca del río Achumani, particularmente, su divisoria, superficie de la cuenca, red de drenaje y valores morfométricos para su aplicación en las plataformas de cálculo de HEC-HMS y HEC-RAS.

- c) La simulación hidrológica de la cuenca del río Achumani permite calcular el caudal máximo de avenida para el periodo de retorno asumido de $T = 30$ años.

- d) La simulación hidráulica del río Achumani en el tramo definido permite ver el comportamiento de la canalización del río con el caudal máximo de avenida para el periodo de retorno de 30 años, para este caso se realiza la simulación a flujo permanente u no permanente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL RIO ACHUMANI DESDE LA CALLE 5 DE ACHUMANI, HASTA LA INTERSECCION CON EL RIO HAUYLLANI, PROGRESIVA 0+000 – 4+110 m.

Procedimiento.- Este objetivo es el más importante, porque permite cuantificar la magnitud del proyecto, mediante el mismo se podrá detallar la canalización existente y los detalles respectivos.

El proceso de ejecución se inicia con la prospección del río Achumani y la ubicación de puntos geodésicos (8 en total), que se realizó con un GPS de simple frecuencia que fueron procesados con la información de la estación continua BLPZ, ubicado en el Cuartel Militar de Viacha.

El levantamiento topográfico se inició desde la parte baja de la cuenca de Achumani Progresiva 0+000, hasta concluir en la parte alta de cuenca en la intersección con el río Huayllani, con puntos de la solera del canal y de los muros de la canalización. En el desarrollo se verificó las lecturas con los datos de los puntos geodésicos obtenidos.

Con el objeto de obtener exactitud en el trabajo de topografía desde el inicio se volvió a leer en los puntos levantados con GPS (8 en total), esto con la finalidad de mantener la dirección del levantamiento; es por este motivo la precisión y tolerancia es de 5 milímetros como máximo con referencia a las coordenadas Este y Norte; esto significa que los nuevos valores difieren como máximo en 5 mm con respecto a las lecturas realizadas con el GPS.

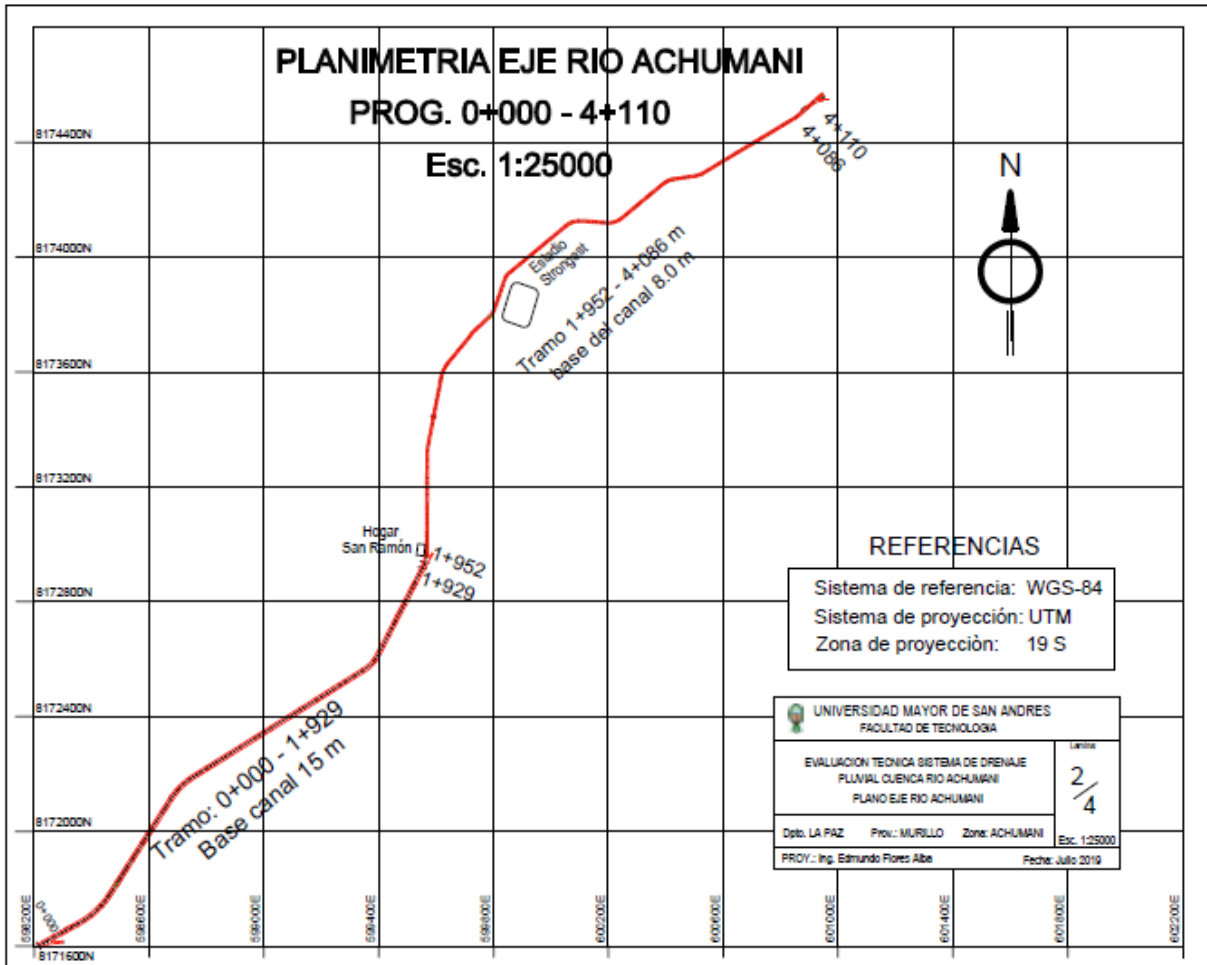


Fig. (4.1) Planimetría eje río Achumani (Elaboración propia)

4.2 CARACTERIZACION MORFOMETRICA DE LA CUENCA DEL RIO ACHUMANI.-

Este objetivo consiste en generar la geometría de la cuenca del río Achumani, y para este procedimiento identificamos el DEM del área de estudio, que para este estudio se recurre al portal **Alaska Satélite Facility (ASF)**, que ofrece mapas de diferentes tipos de satélite, que para el presente estudio se usarán las imágenes de satélite de la agencia espacial japonesa **ALOS PALSAR**, siendo esta una de las vías para conseguir Modelos Digitales de Elevación de alta resolución atractiva de 30 y 12.5 metros remuestreados a nivel mundial de manera multitemporal, con una periodicidad de 46 días.

En el presente proyecto se utilizó la imagen: AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif:

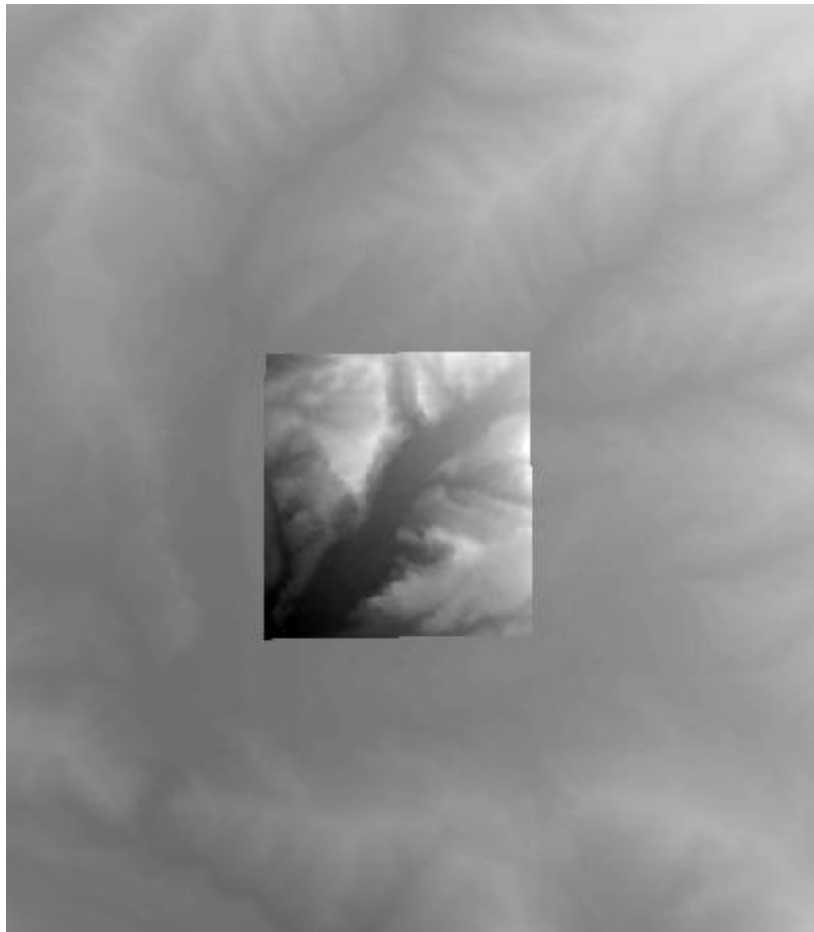


Fig. (4.2) DEM área de estudio

Imagen Satelital: AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif

Las características de esta imagen satelital son las siguientes:

Tab. (4.1) Información general del ráster de trabajo.

[-] Extent																					
Top	8223330.75																				
Left	580903.8125																				
Right	620841.3125																				
Bottom	8153968.25																				
[-] Spatial Reference																					
XY Coordinate System	WGS_1984_UTM_Zone_19S																				
Linear Unit	Meter (1.000000)																				
Angular Unit	Degree (0.0174532925199433)																				
<div style="display: flex; justify-content: space-between; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; padding: 2px;"> General Source Key Metadata Extent Display Symbology Time </div>																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Property</th> <th style="text-align: left;">Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">[-] Raster Information</td> </tr> <tr> <td>Columns and Rows</td> <td>3195, 5549</td> </tr> <tr> <td>Number of Bands</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cell Size (X, Y)</td> <td>12.5, 12.5</td> </tr> <tr> <td>Uncompressed Size</td> <td>33.82 MB</td> </tr> <tr> <td>Format</td> <td>TIFF</td> </tr> <tr> <td>Source Type</td> <td>Generic</td> </tr> <tr> <td>Pixel Type</td> <td>signed integer</td> </tr> <tr> <td>Pixel Depth</td> <td>16 Bit</td> </tr> </tbody> </table>		Property	Value	[-] Raster Information		Columns and Rows	3195, 5549	Number of Bands	1	Cell Size (X, Y)	12.5, 12.5	Uncompressed Size	33.82 MB	Format	TIFF	Source Type	Generic	Pixel Type	signed integer	Pixel Depth	16 Bit
Property	Value																				
[-] Raster Information																					
Columns and Rows	3195, 5549																				
Number of Bands	1																				
Cell Size (X, Y)	12.5, 12.5																				
Uncompressed Size	33.82 MB																				
Format	TIFF																				
Source Type	Generic																				
Pixel Type	signed integer																				
Pixel Depth	16 Bit																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Data Type:</td> <td>File System Raster</td> </tr> <tr> <td>Folder:</td> <td>F:\PROYECTO_FLORES\AP_27482_PLR_F6860_RT1\</td> </tr> <tr> <td>Raster:</td> <td>AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif</td> </tr> </table>		Data Type:	File System Raster	Folder:	F:\PROYECTO_FLORES\AP_27482_PLR_F6860_RT1\	Raster:	AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif														
Data Type:	File System Raster																				
Folder:	F:\PROYECTO_FLORES\AP_27482_PLR_F6860_RT1\																				
Raster:	AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif																				

Aplicando la plataforma de arcgis y empleando las herramientas spatial analysis tools – hidrology y watershed, el resultado es la cuenca de Achumani que se busca, con la siguiente especificación.

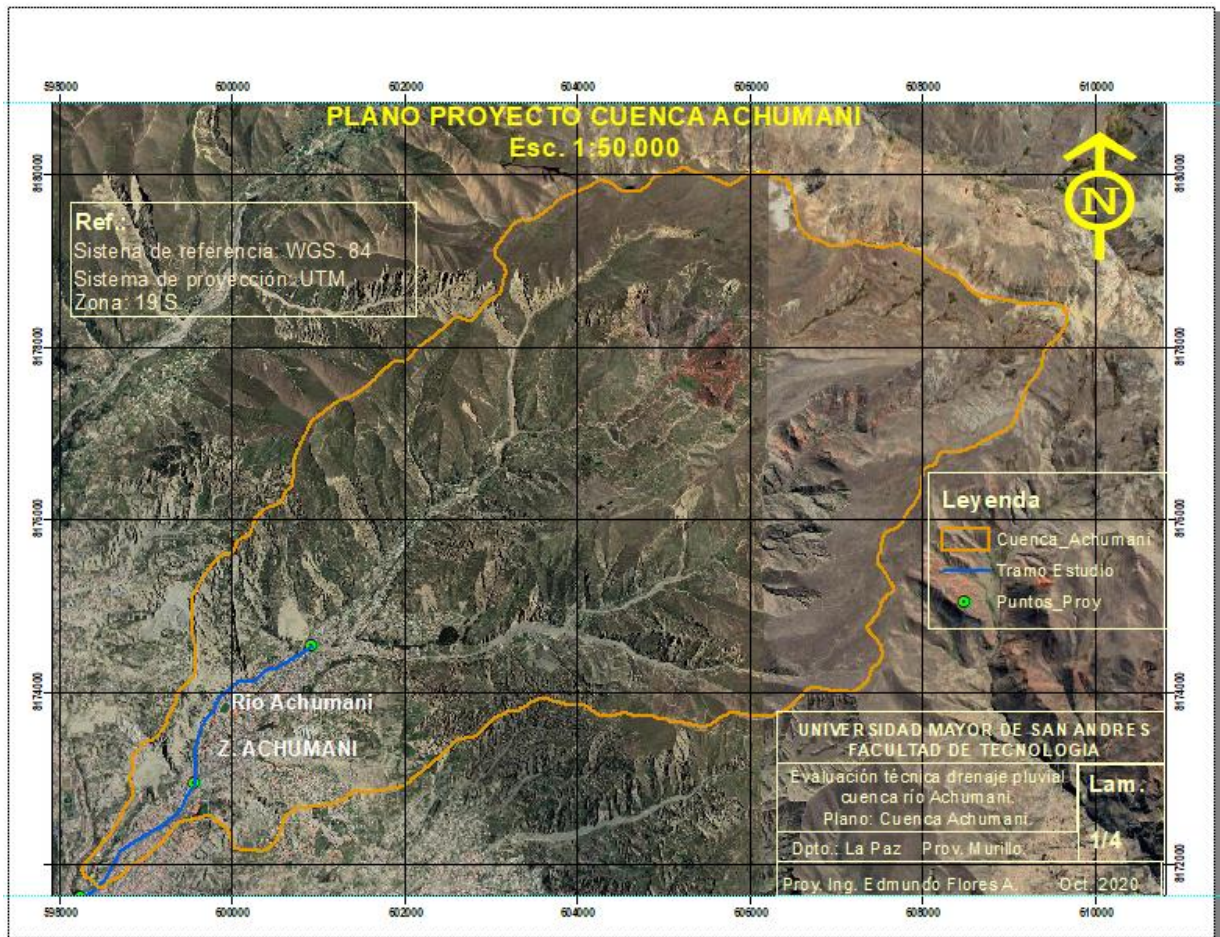


Fig. (4.3) Plano proyecto cuenca de Achumani (Elaboración propia)

Tab. (4.2)

Tabla de atributos Cuenca Achumani				
FID	Shape*	Id	Area (Km ²)	Perimetro (Km)
0	Polygon	1	46.40	34.24

4.3 MODELIZACION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DE ESTUDIO, Y DETERMINACION DEL CAUDAL DE CRECIDA PARA PERIODO DE RETORNO DE T = 30 AÑOS.

a) **Definición del modelo físico de la cuenca.-** Esta etapa del procedimiento consiste en la definición del modelo físico de la cuenca; en este componente se informa al programa de las diferentes subcuencas y sus características. Un proyecto muy sencillo puede constar de una sola subcuenca, lo normal es que se tenga varias. Se

define la cuenca con la simbología respectiva y al final se asume una salida o sumidero porque la cuenca descarga en la salida de la cuenca.

Se introducen los siguientes datos:

- Área de la cuenca 46.4 km²
- Elegir el método a usar para calcular las pérdidas de la precipitación y separar la precipitación neta de la precipitación total.
- Elegir el método para transformar la precipitación neta en caudal; en este caso se elige el SCS, método del hidrograma unitario.

b) Definición del modelo meteorológico de la lluvia.-

b.1) Periodo de retorno. - El periodo de retorno de diseño es un factor importante para la determinación de la capacidad de redes de alcantarillado pluvial y la prevención de inundaciones en vías, áreas urbanas y plazas, por los riegos y daños a la propiedad, daños personales y al tráfico vehicular. La selección del periodo de retorno está asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio y, por tanto, el valor adoptado debe estar justificado. Son recomendables las siguientes consideraciones:

a) Frecuencias de 1 a 2 años. -

Se utilizan para áreas urbanas y suburbanas.

b) Frecuencias de 2 a 5 años. -

Se utilizan para redes de áreas urbanas residenciales y comerciales

c) Frecuencias de 10 años. -

Para colectores de segundo orden como canalizaciones de riachuelos.

d) Frecuencias de 20 a 50 años. -

Se adoptan para el diseño de obras especiales como emisarios (canalizaciones de primer orden).

e) Frecuencias de 100 años. -

Se utilizan para ríos principales que constituyen el sistema de drenaje global de la cuenca.

En general la frecuencia de las precipitaciones debe ser balanceada entre inversión y riesgo. En este sentido, es necesario decidir con criterio las frecuencias elegidas, muchas veces dejando que los sistemas pluviales se sobrecarguen en precipitaciones excepcionales permitiendo así viabilizar su necesidad y funcionamiento.

Dependiendo de la importancia de la estructura hidráulica, el proyectista debe definir el periodo de retorno o grado de protección, esto es, mínimo, aceptable o recomendado. En cualquier caso, este periodo de retorno debe ser igual o mayor al presentado en la tabla siguiente:

Tab. (4.3) Periodos de retorno o grado de protección (años)

Características del area de drenaje	Mínimo	Aceptable	Recomendado
Tramos iniciales en zonas residencias con areas tributarias menores de 2 Ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con areas tributarias menores de 2 Ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 Ha	2	3	5
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 10 Ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 Ha (*)	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 Ha	25	25	50

(*) Parte revestida a 10 años mas borde
libra a 100 años

Fuente NB 688

**Conclusión. - Para el presente proyecto se adopta el periodo de retorno de
T = 30 años**

4.3.1 DETERMINACION DE LA ECUACION INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA (i-d-T). -

Uno de los primeros pasos que debe seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como el diseño de un drenaje urbano, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la *intensidad* de lluvia (o profundidad), la *duración* y las *frecuencias* o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio.

Se entiende por tormenta, al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De acuerdo a esta definición, una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aun días, y puede abarcar extensiones de terrenos muy variables, desde pequeñas zonas, hasta grandes regiones.

El análisis de las tormentas, está íntimamente relacionado con los cálculos o estudios previos, al diseño de obras de ingeniería hidráulica, como son:

- Estudio de drenaje
- Determinación de caudales máximos, que deben encausarse para impedir inundaciones o deben pasar por el aliviadero de una represa.

4.3.2 DEDUCCION DE LAS CURVAS (i-d-T). -

Para la obtención se relaciona las tres variables de la ecuación cuya presentación es:

$$i = \frac{K * T^m}{(d + c)^n} \quad \text{Ec. 4.1}$$

DONDE: K, m, n, c: son constantes a determinar
d = duración de la lluvia en minutos

T = frecuencia o periodo de retorno

El procedimiento consiste en determinar los coeficientes k, m, n, c; que se realiza en función de la información de una estación meteorológica que cuenta con un pluviógrafo, para ello se recurrió a la estación meteorológica de Laycacota, cuya información básica se incluye en anexo 1.

Es recomendable manejar estaciones con registro de 30 años para que el análisis sea confiable, porque se asume que en este periodo se pueden presentar periodos secos húmedos, pero si en un periodo de 10 años se presentan estos eventos también es posible la aplicación de estos datos. En el presente caso se tuvo acceso a 17 años de información del SENAMHI, 1991-2007 que puede considerarse representativo, cuyos datos son los siguientes:

Tab. (4.4) DATOS DE PRECIPITACION PARA OBTENER LA ECUACION (i-d-T).

AÑO	DATOS DE PRECIPITACION (mm)					
	DURACION EN MINUTOS					
	5	15	20	60	120	180
1991	5.77	11.51	14.53	18.94	21.14	23.28
1992	2.27	4.02	5.18	10.2	10.2	10.82
1993	6.62	10.23	11.84	21.21	26.35	30.91
1994	3.82	8.24	10.9	14.8	14.8	14.8
1995	3.9	9.97	10.51	14.29	18.28	21.76
1996	4.12	8.17	10.11	15.05	15.4	15.4
1997	5.36	7.2	7.55	12.55	13.99	17.07
1998	4.68	8.33	8.54	11.12	15.49	23.37
1999	4.09	8.73	10.51	15.3	10.61	12.72
2000	4.25	9.21	9.99	9.55	11.81	13.31
2001	2.93	6.16	7.16	14.91	22.27	24.2
2002	6.97	15.64	17.42	32.17	37.51	38.49
2003	3.98	5.68	8.77	11.5	13.01	16.44
2004	4.94	11.85	13.85	6.31	8.76	12.69
2005	4	8.3	10.15	8.43	12.36	11.8
2006	4.42	7.27	8.19	15.2	15.52	19.95
2007	6.7	11.47	14.61	10.22	13.12	11.61

Fuente de datos: SENAMHI (Elaboración propia)

PROCEDIMIENTO. -

Primer paso.- Es transformar las alturas de precipitación de la tabla (4.4) a intensidades dividiéndolas entre sus respectivas duraciones, como se muestra en la tabla (4.5)

Tab. (4.5)

AÑO	INTENSIDADES DE PRECIPITACION mm/h					
	DURACION EN MINUTOS					
	5	15	20	60	120	180
1991	69.24	46.04	43.59	18.94	10.57	7.76
1992	27.24	16.08	15.54	10.20	5.10	3.61
1993	79.44	40.92	35.52	21.21	13.18	10.30
1994	45.84	32.96	32.70	14.80	7.40	4.93
1995	46.80	39.88	31.53	14.29	9.14	7.25
1996	49.44	32.68	30.33	15.05	7.70	5.13
1997	64.32	28.80	22.65	12.55	7.00	5.69
1998	56.16	33.32	25.62	11.12	7.75	7.79
1999	49.08	34.92	31.53	15.30	5.31	4.24
2000	51.00	36.84	29.97	9.55	5.91	4.44
2001	35.16	24.64	21.48	14.91	11.14	8.07
2002	83.64	62.56	52.26	32.17	18.76	12.83
2003	47.76	22.72	26.31	11.50	6.51	5.48
2004	59.28	47.40	41.55	6.31	4.38	4.23
2005	48.00	33.20	30.45	8.43	6.18	3.93
2006	53.04	29.08	24.57	15.20	7.76	6.65
2007	80.40	45.88	43.83	10.22	6.56	3.87

Elaboración propia.

Segundo paso.- Una vez transformados los datos a intensidades, es necesario asignar a cada uno un periodo de retorno, ordenando los datos para cada duración de mayor a menor y se les asigna un periodo de retorno de acuerdo a la ecuación:

$$T = \frac{n + 1}{m} \quad \text{Ec. 4.2}$$

Dónde: n = número de datos
 m = número de la muestra

Tab. (4.6)

N° de orden	T años	INTENSIDADES DE PRECIPITACION ORDENADAS. mm/h					
		DURACION EN MINUTOS					
		5	15	20	60	120	180
1.00	18.00	83.64	62.56	52.26	32.17	18.76	12.83
2.00	9.00	80.40	47.40	43.83	21.21	13.18	10.30
3.00	6.00	79.44	46.04	43.59	18.94	11.14	8.07
4.00	4.50	69.24	45.88	41.55	15.30	10.57	7.79
5.00	3.60	64.32	40.92	35.52	15.20	9.14	7.76
6.00	3.00	59.28	39.88	32.70	15.05	7.76	7.25
7.00	2.57	56.16	36.84	31.53	14.91	7.75	6.65
8.00	2.25	53.04	34.92	31.53	14.80	7.70	5.69
9.00	2.00	51.00	33.32	30.45	14.29	7.40	5.48
10.00	1.80	49.44	33.20	30.33	12.55	7.00	5.13
11.00	1.64	49.08	32.96	29.97	11.50	6.56	4.93
12.00	1.50	48.00	32.68	26.31	11.12	6.51	4.44
13.00	1.38	47.76	29.08	25.62	10.22	6.18	4.24
14.00	1.29	46.80	28.80	24.57	10.20	5.91	4.23
15.00	1.20	45.84	24.64	22.65	9.55	5.31	3.93
16.00	1.13	35.16	22.72	21.48	8.43	5.10	3.87
17.00	1.06	27.24	16.08	15.54	6.31	4.38	3.61

Tercer paso.- OBTENSION DE VALORES. - Tabla (4.7)

	X2 = Log d	X1 = Log T	Y = Log i	X1*Y	X2*Y	(X1) ²	(X2) ²	X1*X2
	0.70	1.26	1.92	2.41	1.34	1.58	0.49	0.88
	0.70	0.95	1.91	1.82	1.33	0.91	0.49	0.67
	0.70	0.78	1.90	1.48	1.33	0.61	0.49	0.54
	0.70	0.65	1.84	1.20	1.29	0.43	0.49	0.46
	0.70	0.56	1.81	1.01	1.26	0.31	0.49	0.39
	0.70	0.48	1.77	0.85	1.24	0.23	0.49	0.33
	0.70	0.41	1.75	0.72	1.22	0.17	0.49	0.29
	0.70	0.35	1.72	0.61	1.21	0.12	0.49	0.25
	0.70	0.30	1.71	0.51	1.19	0.09	0.49	0.21
	0.70	0.26	1.69	0.43	1.18	0.07	0.49	0.18
	0.70	0.21	1.69	0.36	1.18	0.05	0.49	0.15
	0.70	0.18	1.68	0.30	1.18	0.03	0.49	0.12
	0.70	0.14	1.68	0.24	1.17	0.02	0.49	0.10
	0.70	0.11	1.67	0.18	1.17	0.01	0.49	0.08
	0.70	0.08	1.66	0.13	1.16	0.01	0.49	0.06
	0.70	0.05	1.55	0.08	1.08	0.00	0.49	0.04
	0.70	0.02	1.44	0.04	1.00	0.00	0.49	0.02
	1.18	1.26	1.80	2.25	2.11	1.58	1.38	1.48
	1.18	0.95	1.68	1.60	1.97	0.91	1.38	1.12
	1.18	0.78	1.66	1.29	1.96	0.61	1.38	0.92
	1.18	0.65	1.66	1.09	1.95	0.43	1.38	0.77
	1.18	0.56	1.61	0.90	1.90	0.31	1.38	0.65
	1.18	0.48	1.60	0.76	1.88	0.23	1.38	0.56
	1.18	0.41	1.57	0.64	1.84	0.17	1.38	0.48
	1.18	0.35	1.54	0.54	1.81	0.12	1.38	0.41
	1.18	0.30	1.52	0.46	1.79	0.09	1.38	0.35
	1.18	0.26	1.52	0.39	1.79	0.07	1.38	0.30
	1.18	0.21	1.52	0.32	1.79	0.05	1.38	0.25
	1.18	0.18	1.51	0.27	1.78	0.03	1.38	0.21
	1.18	0.14	1.46	0.21	1.72	0.02	1.38	0.17
	1.18	0.11	1.46	0.16	1.72	0.01	1.38	0.13
	1.18	0.08	1.39	0.11	1.64	0.01	1.38	0.09
	1.18	0.05	1.36	0.07	1.60	0.00	1.38	0.06
	1.18	0.02	1.21	0.03	1.42	0.00	1.38	0.03
	1.30	1.26	1.72	2.16	2.24	1.58	1.69	1.63
	1.30	0.95	1.64	1.57	2.14	0.91	1.69	1.24
	1.30	0.78	1.64	1.28	2.13	0.61	1.69	1.01
	1.30	0.65	1.62	1.06	2.11	0.43	1.69	0.85
	1.30	0.56	1.55	0.86	2.02	0.31	1.69	0.72
	1.30	0.48	1.51	0.72	1.97	0.23	1.69	0.62
	1.30	0.41	1.50	0.61	1.95	0.17	1.69	0.53
	1.30	0.35	1.50	0.53	1.95	0.12	1.69	0.46
	1.30	0.30	1.48	0.45	1.93	0.09	1.69	0.39
	1.30	0.26	1.48	0.38	1.93	0.07	1.69	0.33
	1.30	0.21	1.48	0.32	1.92	0.05	1.69	0.28
	1.30	0.18	1.42	0.25	1.85	0.03	1.69	0.23
	1.30	0.14	1.41	0.20	1.83	0.02	1.69	0.18
	1.30	0.11	1.39	0.15	1.81	0.01	1.69	0.14
	1.30	0.08	1.36	0.11	1.76	0.01	1.69	0.10
	1.30	0.05	1.33	0.07	1.73	0.00	1.69	0.07
	1.30	0.02	1.19	0.03	1.55	0.00	1.69	0.03
	1.78	1.26	1.51	1.89	2.68	1.58	3.16	2.23
	1.78	0.95	1.33	1.27	2.36	0.91	3.16	1.70
	1.78	0.78	1.28	0.99	2.27	0.61	3.16	1.38
	1.78	0.65	1.18	0.77	2.11	0.43	3.16	1.16
	1.78	0.56	1.18	0.66	2.10	0.31	3.16	0.99
	1.78	0.48	1.18	0.56	2.09	0.23	3.16	0.85
	1.78	0.41	1.17	0.48	2.09	0.17	3.16	0.73
	1.78	0.35	1.17	0.41	2.08	0.12	3.16	0.63
	1.78	0.30	1.16	0.35	2.05	0.09	3.16	0.54
	1.78	0.26	1.10	0.28	1.95	0.07	3.16	0.45
	1.78	0.21	1.06	0.23	1.89	0.05	3.16	0.38
	1.78	0.18	1.05	0.18	1.86	0.03	3.16	0.31
	1.78	0.14	1.01	0.14	1.79	0.02	3.16	0.25
	1.78	0.11	1.01	0.11	1.79	0.01	3.16	0.19
	1.78	0.08	0.98	0.08	1.74	0.01	3.16	0.14
	1.78	0.05	0.93	0.05	1.65	0.00	3.16	0.09
	1.78	0.02	0.80	0.02	1.42	0.00	3.16	0.04
	2.08	1.26	1.27	1.60	2.65	1.58	4.32	2.61
	2.08	0.95	1.12	1.07	2.33	0.91	4.32	1.98
	2.08	0.78	1.05	0.81	2.18	0.61	4.32	1.62
	2.08	0.65	1.02	0.67	2.13	0.43	4.32	1.36
	2.08	0.56	0.96	0.53	2.00	0.31	4.32	1.16
	2.08	0.48	0.89	0.42	1.85	0.23	4.32	0.99
	2.08	0.41	0.89	0.36	1.85	0.17	4.32	0.85
	2.08	0.35	0.89	0.31	1.84	0.12	4.32	0.73
	2.08	0.30	0.87	0.26	1.81	0.09	4.32	0.63
	2.08	0.26	0.84	0.22	1.76	0.07	4.32	0.53
	2.08	0.21	0.82	0.17	1.70	0.05	4.32	0.44
	2.08	0.18	0.81	0.14	1.69	0.03	4.32	0.37
	2.08	0.14	0.79	0.11	1.64	0.02	4.32	0.29
	2.08	0.11	0.77	0.08	1.60	0.01	4.32	0.23
	2.08	0.08	0.72	0.06	1.51	0.01	4.32	0.16
	2.08	0.05	0.71	0.04	1.47	0.00	4.32	0.11
	2.08	0.02	0.64	0.02	1.33	0.00	4.32	0.05
	2.26	1.26	1.11	1.39	2.50	1.58	5.09	2.83
	2.26	0.95	1.01	0.97	2.28	0.91	5.09	2.15
	2.26	0.78	0.91	0.71	2.04	0.61	5.09	1.75
	2.26	0.65	0.89	0.58	2.01	0.43	5.09	1.47
	2.26	0.56	0.89	0.50	2.01	0.31	5.09	1.25
	2.26	0.48	0.86	0.41	1.94	0.23	5.09	1.08
	2.26	0.41	0.82	0.34	1.86	0.17	5.09	0.93
	2.26	0.35	0.76	0.27	1.70	0.12	5.09	0.79
	2.26	0.30	0.74	0.22	1.67	0.09	5.09	0.68
	2.26	0.26	0.71	0.18	1.60	0.07	5.09	0.58
	2.26	0.21	0.69	0.15	1.56	0.05	5.09	0.48
	2.26	0.18	0.65	0.11	1.46	0.03	5.09	0.40
	2.26	0.14	0.63	0.09	1.41	0.02	5.09	0.32
	2.26	0.11	0.63	0.07	1.41	0.01	5.09	0.25
	2.26	0.08	0.59	0.05	1.34	0.01	5.09	0.18
	2.26	0.05	0.59	0.03	1.33	0.00	5.09	0.12
	2.26	0.02	0.56	0.01	1.26	0.00	5.09	0.06
Σ	157.908	40.731	127.866	55.614	178.672	27.731	274.303	63.057

Cuarto paso.- Reemplazando los valores (Σ) y resolviendo el sistema se tiene:

$\Sigma y = N a_0 + a_1 \Sigma x_1 + a_2 \Sigma x_2$	Ecs. 4.3
$\Sigma (x_1 y) = a_0 \Sigma x_1 + a_1 \Sigma x_1^2 + a_2 \Sigma (x_1 x_2)$	
$\Sigma (x_2 y) = a_0 \Sigma x_2 + a_1 \Sigma (x_1 x_2) + a_2 \Sigma x_2^2$	

127.866	=	102 a ₀ +	40.731 a ₁ +	157.908 a ₂
55.614	=	40.731 a ₀ +	27.731 a ₁ +	63.057 a ₂
178.672	=	157.908 a ₀ +	63.057 a ₁ +	274.303 a ₂

a ₀ =	2.103
a ₁ =	0.397
a ₂ =	-0.651

Tab. (4.7) Resultados obtenidos.

a ₀ = Log K	K =	126.76
a ₁ = m	m =	0.40
a ₂ = - n	n =	0.65

$$i = \frac{K T^m}{d^n}$$

$i = \frac{126.76 T^{0.40}}{d^{0.65}}$	Ec. 4.4
--	---------

Donde: i = Intensidad de precipitación en mm/h
 T = Periodo de retorno en años
 d = duración de la lluvia en minutos: Ejemplo 5 min., 10 min., etc. En cálculo de avenidas se considera la duración de la lluvia total igual al tiempo de concentración de la cuenca. (Elaboración propia)

J. R. Temes. - Tiene la siguiente expresión: (Ferrer, 1992)

$$tc = 0.3 \left(\frac{L}{S_o^{0.25}} \right)^{0.75} \quad \text{Ec. 4.6}$$

Dónde: tc = tiempo de concentración en horas
 L = longitud de cauce en kilómetros
 S_o = diferencia de cotas sobre L en porcentaje (%)
Reemplazando valores:

$$L = 12 \text{ km}$$

$$S_o = (1470/12000) * 100 = 12.25 \%$$

$$tc = 0.3 \left(\frac{12}{12.25^{0.25}} \right)^{0.75} = \mathbf{1.2 \text{ horas}}$$

Ventura – Heras. - Presenta la formula siguiente:

$$Tc = a \frac{S^{0.5}}{i} \quad ; \quad \text{Ec. 4.7}$$

$$a = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

Reemplazando valores:

$$a = \frac{12}{\sqrt{48.2}} = 1.73$$

$$tc = 1.73 \frac{4.82^{0.5}}{12.25} = 0.98 \text{ horas}$$

$$tc = 60 \text{ minutos}$$

Conclusión. - Para el presente caso de la cuenca de Achumani, adoptamos el tiempo de concentración de acuerdo a la fórmula de **Kirpich**:

$$tc = 60 \text{ minutos}$$

Graficando la ecuación i-d-T obtenida, para diferentes periodos de retorno se tiene los siguientes resultados:

Tab. (4.8) Intensidad de lluvia para T = 30 años.

d	T=30 años i ₃₀
5	173.6
10	110.6
15	85.0
20	70.5
30	54.2
45	41.6
60	34.5

Elaboración propia

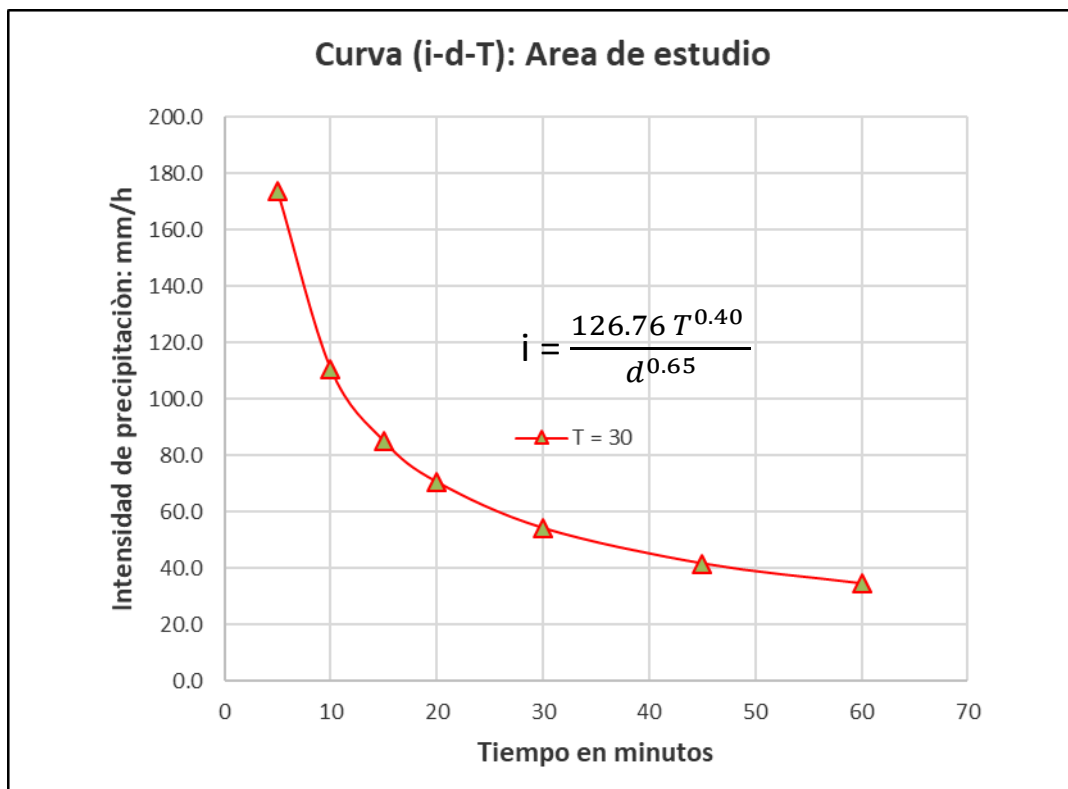


Fig. (4.4) Curvas intensidad – duración y frecuencia La Paz.
(Elaboración propia).

4.3.4 CALCULO DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACION TOTAL UTILIZANDO LAS RELACIONES (i-d-T). -

En los métodos de diseño hidrológico desarrollados hace muchos años, tal como el método racional, solo se utilizaba el caudal pico. No existía consideración alguna sobre el tiempo de distribución del caudal (el hidrograma de caudal) o sobre la distribución temporal de la precipitación (el hietograma de precipitación). Sin embargo, los métodos de diseño desarrollados más recientemente, los cuales utilizan el análisis de flujo no permanente, requieren de predicciones confiables del hietograma de diseño para obtener los hidrogramas de diseño.

4.3.5 METODO DEL BLOQUE ALTERNO. -

El *método del bloque alterno* es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando la curva intensidad-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$.

En drenaje pluvial urbano se considera como intensidad de precipitación crítica correspondiente al tiempo de 10 minutos, asumiendo que en este intervalo de tiempo se presenta la mayor intensidad de lluvia con respecto al total de la lluvia que en nuestro caso es de 60 minutos.

Utilizando la ecuación i-d-F obtenida para la Estación Meteorológica de Laykacota, se procede un tiempo de duración de lluvia de 60 minutos:

$$i = \frac{126.76 T^{0.40}}{d^{0.65}} \quad \text{Ec. 4.9}$$

Dónde: $i =$ Intensidad de precipitación en mm/h

$T =$ Periodo de retorno en años

$d =$ duración de la lluvia en minutos: Ejemplo 5 min., 10 min., etc. En cálculo de avenidas se considera el total de la lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca. (Elaboración propia)

Tab. (4.9) CALCULOS HIETOGRAMA T = 30 AÑOS

d minutos	T=30	Precip. Acumulada mm	Precip. Incremental mm	Bloque alteno mm
	I30			
10	110.6	18.4	18.4	2.4
20	70.5	23.5	5.1	3.6
30	54.2	27.1	3.6	18.4
40	44.9	30.0	2.9	5.1
50	38.9	32.4	2.4	2.9
60	34.5	34.5	2.1	2.1

Elaboración propia.

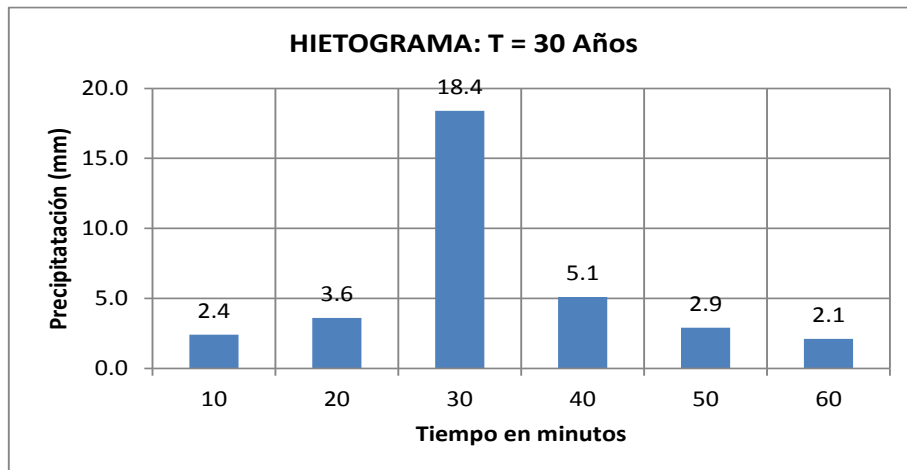


Fig. (4.5)
(Elaboración propia)

4.3.6 ESTIMACION DE LA LLUVIA NETA QUE GENERA ESCORRENTIA. -

El Soil Conservation Service (1972) establece la precipitación efectiva que genera escorrentía y está dada por la expresión

$$Pe = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S} \quad \text{Ec. 4.10}$$

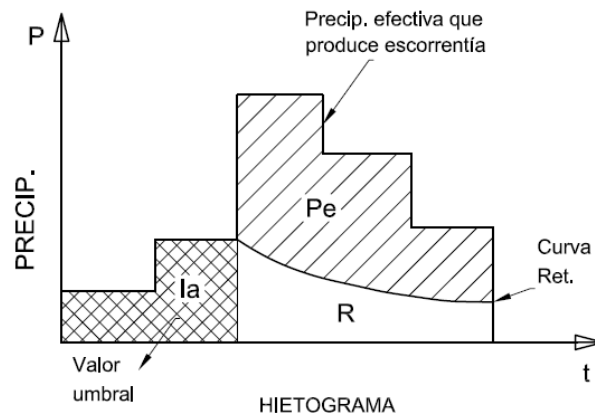


Fig. (4.6) Hietograma que genera escorrentía

Donde:

Pe = precipitación efectiva que genera escorrentía

P = precipitación total

Ia = abstracción inicial antes del encharcamiento; significa la precipitación caída antes que se genere escorrentía.

S = Retención potencial máxima que se produce en el suelo.

Al estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales pequeñas, se desarrolló una relación empírica, donde la abstracción inicial es función de la máxima retención que se produce en el suelo, cuya expresión es:

$$Ia = 0.2 S \quad \text{Ec. 4.11}$$

Con base en esto

$$Pe = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \quad \text{Ec.4.12}$$

El SCS estableció una relación entre la precipitación total P y la precipitación efectiva Pe , estandarizando curvas que ponen a la variable S en función del número adimensional CN , denominado número de curva, que varía de $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y superficies de agua $CN = 100$; para superficies naturales $CN < 100$. Esta expresión es:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Ec. 4.13}$$

Por tanto, la precipitación efectiva en milímetros puede escribirse en función del número de curva, de la siguiente forma:

$$Pe = \frac{(P - \frac{5080}{CN} + 50.8)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203.2} \quad \text{Ec. 4.14}$$

Para la determinación de la precipitación neta que genera escorrentía una las variables que debe tomarse en cuenta es el número de curva CN , que establece el SCS para diferentes casos que se presentan en una cuenca objeto de estudio. Los números de curva han sido desarrollados por el SCS con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

Tab. (4.10) Tipo – Textura del suelo

Tipo de suelo	Textura del suelo
A	<i>Arenas, con poco limo y arcilla; suelos muy permeables</i>
B	<i>Arenas finas y limos</i>
C	<i>Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla</i>
D	<i>Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables.</i>

Los valores de CN para varios tipos de uso de la tierra se dan en la tabla (4.15); para una cuenca hecha de varios tipos de suelos y con diferentes usos de la tierra, se puede calcular un CN compuesto.

En el presente caso se ha tomado en cuenta la existencia de los siguientes casos, en condiciones medias.

Tab. (4.11) Cálculo número de curva proyecto.

Uso de la tierra tipo C	Peso %	CN
Urbanización	20	81
Pastizales condiciones pobres	80	86
Total	100	

Cálculo de CN ponderado:

$$CN = 0.20 * 81 + 0.80 * 86 = 85.25$$

$$CN = 85$$

Valor umbral de escorrentía:

$$Ia = 0.2 S$$

Retención potencial máxima:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Ec. 4.15}$$

$$S = \frac{25400}{85} - 254$$

$$Ia = 0.2 * 44.82 = 8.97 \text{ mm}$$

$$Ia = 10 \text{ mm}$$

4.3.7 CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO DE AVENIDA. -

El caudal máximo de avenida se calculará con el programa HEC-HMS 4.0, del Cuerpo de Ingenieros de los EE UU., cuyos datos de entrada se calcularon en el Capítulo IV.

El HEC-HMS es un modelo matemático que simula el proceso “**precipitación – escorrentía**” en una cuenca objeto de estudio, obteniéndose el hidrograma completo de escorrentía y por tanto el caudal máximo de avenida.

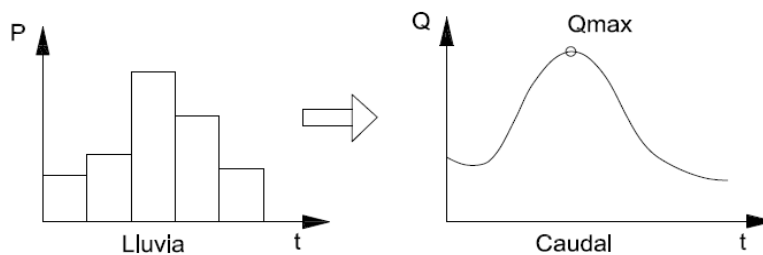


Fig. (4.7) Proceso transformación lluvia – escorrentía.

Los modelos de eventos extremos, revisten mucha importancia por su utilización en el diseño de obras de infraestructura, que requieren el conocimiento de los picos y volumen de las crecidas, tales como puentes, alcantarillas, canalizaciones y encauces de ríos, represas y obras de control de torrentes e inundaciones.

Los resultados de las simulaciones que se obtienen con el HEC-HMS, se pueden visualizar en forma gráfica, tabulada y más expedita para el usuario.

4.3.8 DATOS PARA SIMULACION DEL PROCESO LLUVIA – ESCORRENTIA. -

Los datos que requiere el modelo de la cuenca de Achumani son los siguientes:

Área de la cuenca:	46.4 km ²
Método de pérdida de infiltración:	Número de Curva (CN) del SCS.
Método de transformación:	Hidrograma Unitario del SCS.

Número de Curva (CN):	85
Abstracción inicial:	10 mm
Tiempo de concentración:	60 minutos
Tiempo de retraso:	36 minutos (0.6 tc)
Hietograma específico:	Precipitación bruta, cada 10 minutos para 1 hora de precipitación.
Fecha de inicio de control:	Asumir en, dd/mes/años (01/ene/2018)
Hora de inicio de control:	Asumido; 08:00
Fecha conclusión de control:	01/ene/2018
Hora fin de control:	Asumido, 13:00
Intervalo de información hidrograma:	cada 10 minutos

DATOS LLUVIA BRUTA

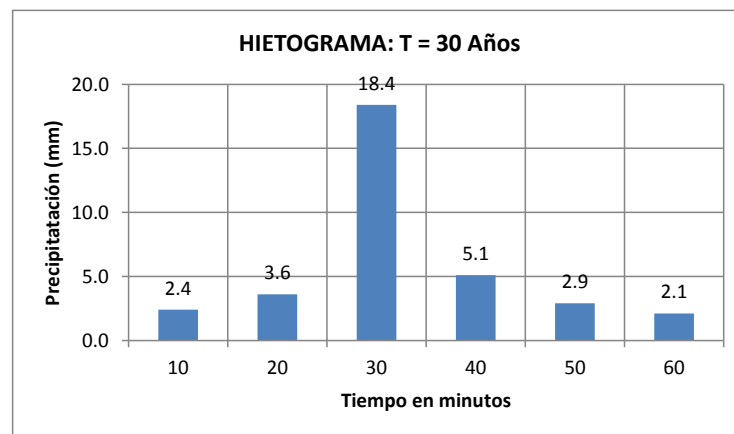


Fig. (4.8)

4.3.9 RESULTADOS DE LA SIMULACION DE CAUDALES EXTREMOS PARA PERIODOS DE RETORNO ASUMIDOS T = 30 años.

Caudal máximo:	Q = 136.4 m³/seg.
Hora tiempo punta:	9.10 horas
Hietograma bruto:	34.5 mm
Pérdidas infiltración:	23.26 mm
Hietograma neto:	11.24 mm

Tab. (4.14) Resultado caudal máximo de avenida T = 30 años.

Project: Achumani_T_30 Simulation Run: Run 1

Start of Run: 01ene2018, 08:00 Basin Model: Subcuenca_Achuma
 End of Run: 01ene2018, 13:00 Meteorologic Model: Met 30
 Compute Time: 03jul2019, 17:27:02 Control Specifications: Control 1

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca_unica	46.4	136.4	01ene2018, 09:10	11.24

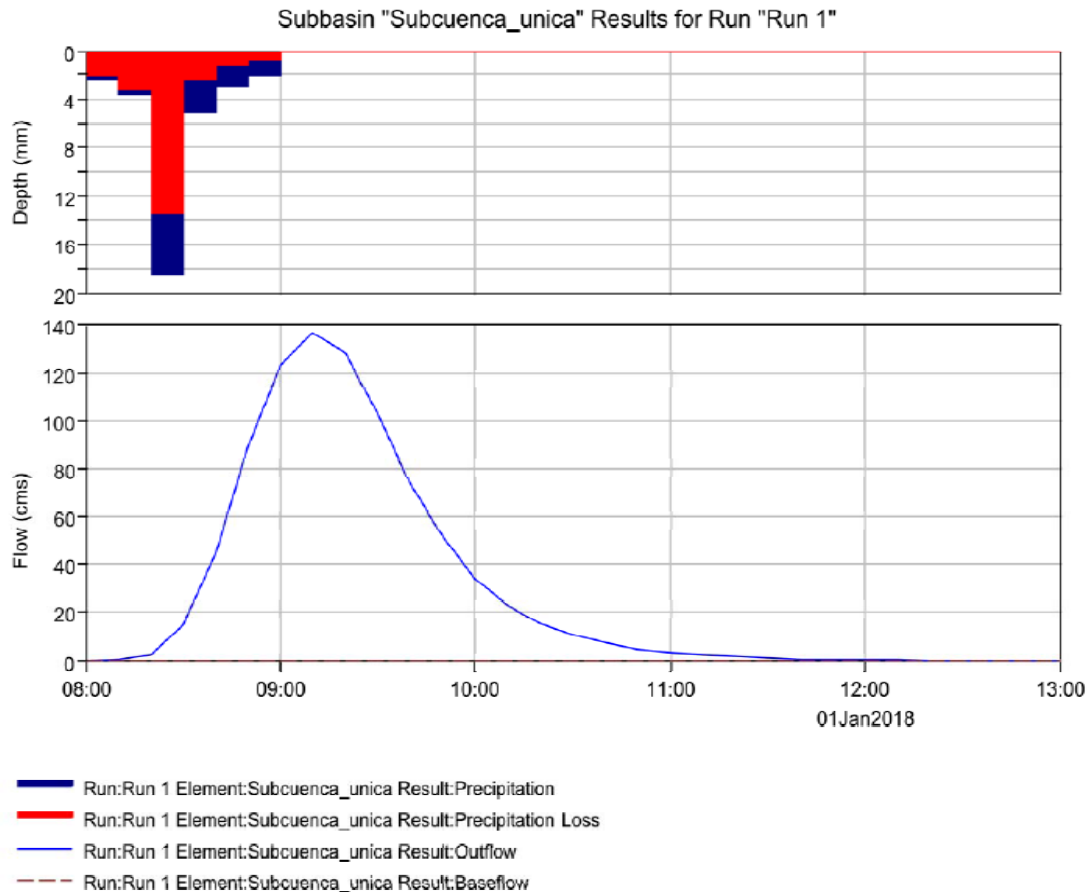


Fig. (4.9) Hietograma neto e hidrograma esorrentía T = 30 años

Descripcion figura (4.6): Esta figura muestra el hietograma total, el hietograma de pérdidas y el hietograma que genera esorrentía. Así mismo de puede ver el hidrograma generado por la precipitación neta que genera este hietograma; se puede ver que el pico del hidrograma se encuentra desplazado con respecto al hietograma de esorrentía y el caudal máximo se produce a las 9.10 horas.

Tab. (4.15) Información complementaria caudal máximo de avenida, T = 30 años

Project: Achumani_T_30 Simulation Run: Run 1
 Subbasin: Subcuenca_unica

Start of Run: 01ene2018, 08:00 Basin Model: Subcuenca_Achumani
 End of Run: 01ene2018, 13:00 Meteorologic Model: Met 30
 Compute Time: 03jul2019, 17:27:02 Control Specifications: Control 1

Volume Units:MM

Computed Results

Peak Discharge: 136.4 (M3/S) Date/Time of Peak Discharge: 01ene2018, 09:10
 Precipitation Volume: 34.50 (MM) Direct Runoff Volume: 11.24 (MM)
 Loss Volume: 23.26 (MM) Baseflow Volume: 0.00 (MM)
 Excess Volume: 11.24 (MM) Discharge Volume: 11.24 (MM)

Tab. (4.16) Distribución temporal del hietograma e hidrograma de avenida, T = 30 años

Project: Achumani_T_30 Simulation Run: Run 1
 Subbasin: Subcuenca_unica

Start of Run: 01ene2018, 08:00 Basin Model: Subcuenca_Achuma
 End of Run: 01ene2018, 13:00 Meteorologic Model: Met 30
 Compute Time: 03jul2019, 17:27:02 Control Specifications:Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2018	08:00				0.0	0.0	0.0
01ene2018	08:10	2.40	2.16	0.24	0.5	0.0	0.5
01ene2018	08:20	3.60	3.24	0.36	2.2	0.0	2.2
01ene2018	08:30	18.40	13.41	4.99	15.1	0.0	15.1
01ene2018	08:40	5.10	2.42	2.68	44.9	0.0	44.9
01ene2018	08:50	2.90	1.21	1.69	89.0	0.0	89.0
01ene2018	09:00	2.10	0.81	1.29	123.3	0.0	123.3
01ene2018	09:10	0.00	0.00	0.00	136.4	0.0	136.4
01ene2018	09:20	0.00	0.00	0.00	128.1	0.0	128.1
01ene2018	09:30	0.00	0.00	0.00	101.6	0.0	101.6
01ene2018	09:40	0.00	0.00	0.00	74.1	0.0	74.1
01ene2018	09:50	0.00	0.00	0.00	51.2	0.0	51.2
01ene2018	10:00	0.00	0.00	0.00	34.0	0.0	34.0
01ene2018	10:10	0.00	0.00	0.00	22.9	0.0	22.9
01ene2018	10:20	0.00	0.00	0.00	15.5	0.0	15.5
01ene2018	10:30	0.00	0.00	0.00	10.4	0.0	10.4
01ene2018	10:40	0.00	0.00	0.00	7.0	0.0	7.0
01ene2018	10:50	0.00	0.00	0.00	4.7	0.0	4.7
01ene2018	11:00	0.00	0.00	0.00	3.2	0.0	3.2
01ene2018	11:10	0.00	0.00	0.00	2.2	0.0	2.2
01ene2018	11:20	0.00	0.00	0.00	1.5	0.0	1.5
01ene2018	11:30	0.00	0.00	0.00	1.0	0.0	1.0
01ene2018	11:40	0.00	0.00	0.00	0.5	0.0	0.5
01ene2018	11:50	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2
01ene2018	12:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1
01ene2018	12:10	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

Descripcion tabla (4.5): en esta tabla se puede ver que el caudal máximo de avenida se genera a las 9.10 minutos del 1 de enero 2.018, cuyo valor es de 136.40 m3/seg; el mismo que se desplaza generando una onda de avenida de consecuencias significativas.

4.3.10 RESUMEN RESULTADO CAUDAL MAXIMO.-

Del proceso realizado el caudal máximo obtenido para el periodo de retorno de $T = 30$ años es el siguiente:

Tab. (4.17) Caudal máximo calculado

Caudal Periodo retorno $T = 30$ años
$Q = 136.4 \text{ m}^3/\text{seg}$

4.4 SIMULACIÓN HIDRÁULICA PARA EL CAUDAL DE CRECIDA, EN EL TRAMO DE ESTUDIO PROG. 0+000 – 4+110 m.

La simulación hidráulica del río Achumani se realizará en dos fases, que se detalla de la siguiente manera:

- a) **Simulación para la verificación de la capacidad hidráulica de la sección del río, en régimen permanente.**

- b) **Simulación de la capacidad hidráulica de la sección del río, en régimen no permanente.**

Para la simulación hidráulica se empleará el programa HEC-RAS (Centro de Ingeniería Hidrológica para Análisis de Sistemas de Ríos), aplicación que permite la modelación en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

Con HEC-RAS se facilita el cálculo de los perfiles del agua y de los parámetros hidráulicos del cauce. El programa permite desarrollar el cálculo de los niveles de la superficie del agua de un flujo gradualmente variado. El sistema que se maneja puede ser un solo río o una red de ríos. El componente del estudio de flujo puede hacer el estudio de régimen subcrítico, supercrítico o la mezcla de los dos.

La importancia de HEC-RAS en la modelación hidráulica, radica en que permite, la:

- Predicción de áreas de inundación y mitigación del mismo en un río o un sistema de ríos para diferentes periodos de retorno.
- Determinación de las variables hidráulicas para el diseño de estructuras hidráulicas en los ríos como, puentes, alcantarillas, cunetas, etc.
- Delimitación de fajas marginales de los ríos.
- Determinación de la altura optima en el diseño de una carretera, que puede ser afectada por el caudal del río.

**a1) PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACION EN REGIMEN
PERMANENTE PARA PERIODO DE RETORNO DE T = 30 AÑOS. -**

Para realizar una modelación hidráulica de un cauce, canal o río con HEC-RAS, deben realizarse los siguientes pasos:

- 1.- Generar la geometría del río
- 2.- Introducción de los datos de hidráulica e hidrología
- 3.- Corrida del programa.

Para cumplir con estos pasos, ingresando al programa se sigue el siguiente procedimiento:

- a) Crear un nuevo proyecto (File / New Project...)
- b) Introducir los datos geométricos (Edit / Geometric Data....)
- c) Introducir los datos hidráulicos: caudal y condiciones de contorno (Edit / Steady Flow Data...)
- d) Crear un Plan seleccionado una geometría y unos datos hidráulicos y ejecutar la simulación (Run / Steady Flow Analysis..)
- f) Ver los resultados (View / varias opciones del menú)

a2) INTRODUCCION DE DATOS DEL RIO. -

La extensión del río Achumani que se analiza en este proyecto es de 4.110 metros; al inicio (Calle 53 Achumani; intersección río Achumani con el río Huayllani) la base del canal tiene un ancho de 15 metros, con una transición de 24 m de longitud hasta la estación 4.086, donde se reduce a 8.0 m. A partir de esta estación tiene un ancho de sección de 8.0 metros hasta la estación 1.952 m (Hogar San Ramón). A partir de esta estación se tiene una transición de 23 m hasta la estación 1.929, donde el ancho del canal aumenta a 15 m, manteniendo este ancho hasta la estación 0.000 de aguas abajo; Calle 5 de Achumani (intersección del río Achumani y río Jilusaya).

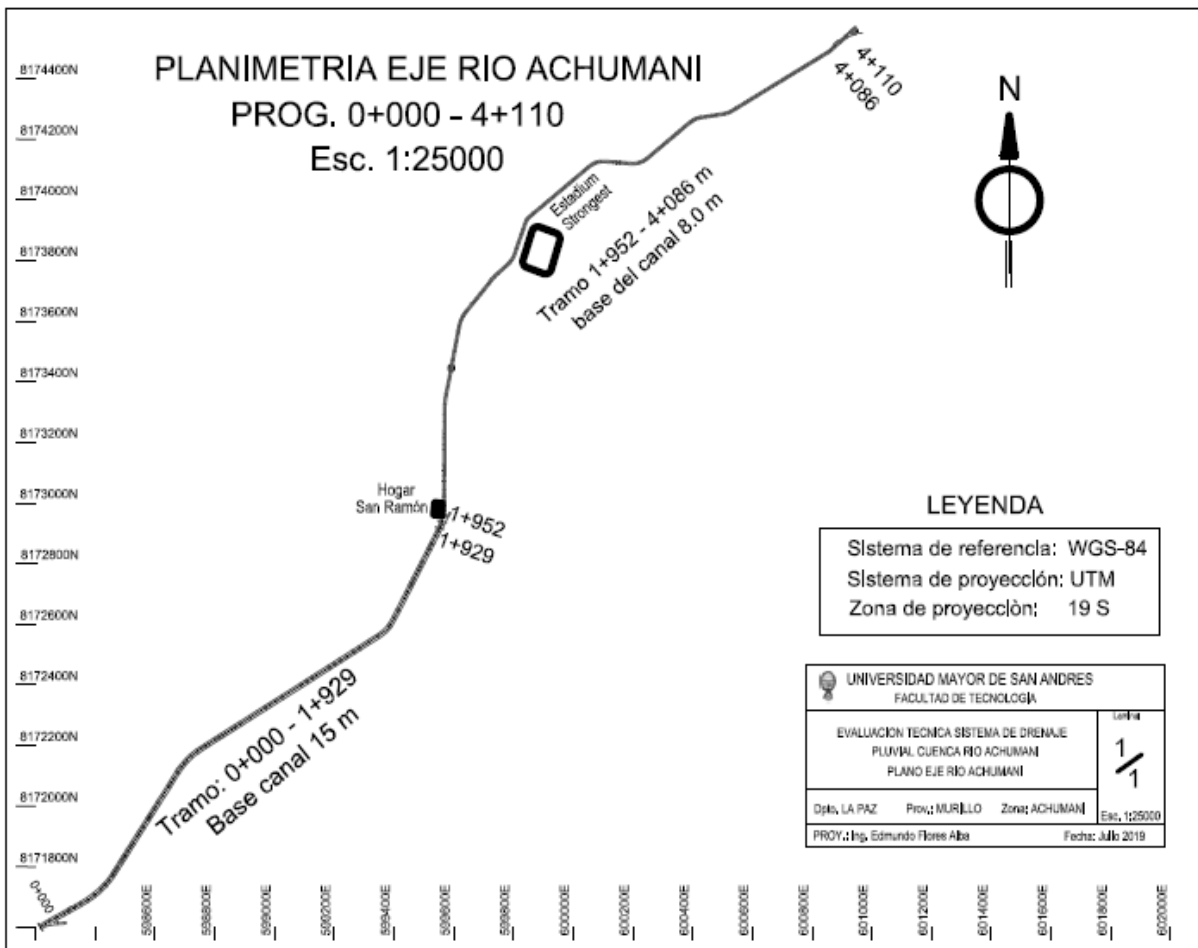


Fig. (4.10) Planimetría eje canal de Achumani (Elaboración propia)

a3) RESULTADOS DE LA SIMULACION OBTENIDOS. -

Para la simulación del funcionamiento del río se tomó en cuenta los caudales para periodos de retorno de $T = 30$ años.

Según la norma de ABC de caminos, especifica que para diseños de drenaje en cursos de ríos para puentes y alcantarillas en carreteras se debe diseñar para periodos de retorno de 50 años y verificar para 100 años.

a4) RESULTADOS PARA CAUDAL DE PERIODO DE RETORNO DE $T = 30$ AÑOS. -

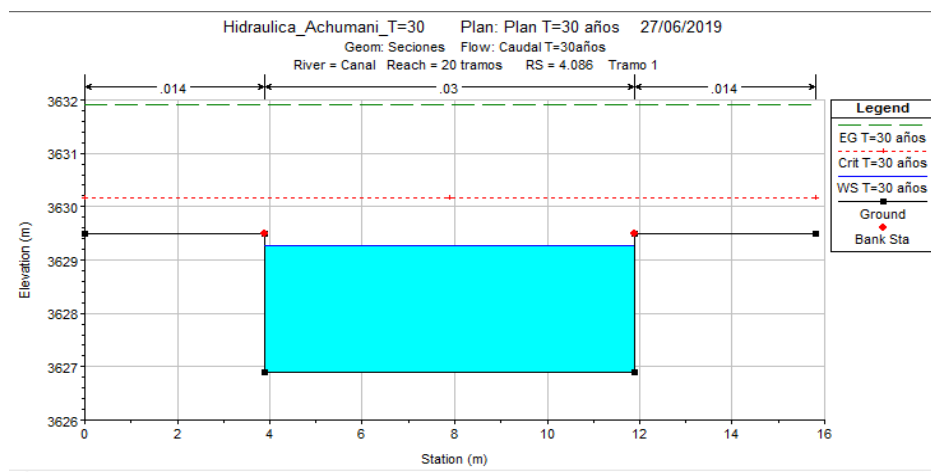
Los resultados obtenidos para el caudal de periodo de retorno de $T = 30$ años, $Q = 136.40 \text{ m}^3/\text{seg}$, son los siguientes:

a5) TRAMO PROGRESIVA 1+952 – 4+110 m.-

Este tramo se caracteriza por que el canal presenta un ancho de base $B = 8.0$ en todo el tramo con excepción del punto inicio Progresiva 4+110 que tiene un ancho de $B = 15 \text{ m}$.

Fig. (4.11) Sección Progresiva 4+086

Ancho Canal $B = 8.0 \text{ m}$



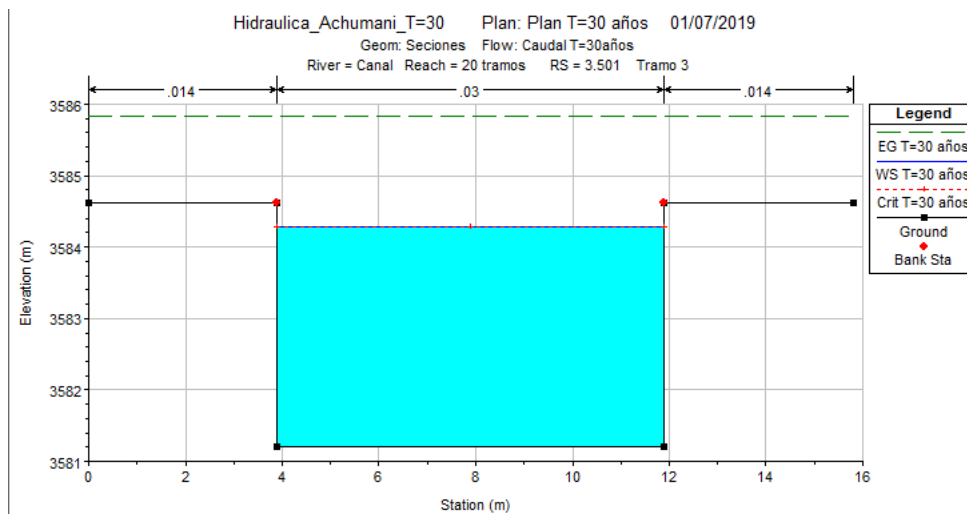
Tab. (4.18) Datos comportamiento hidráulico sección Progresiva 4+086 m

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 4.086 Profile: T=30 años					
Element	Left OB	Channel	Right OB		
E.G. Elev (m)	3631.90	Wt. n-Val.	0.030		
Vel Head (m)	2.62	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
W.S. Elev (m)	3629.28	Flow Area (m2)	19.01		
Crit W.S. (m)	3630.17	Area (m2)	19.01		
E.G. Slope (m/m)	0.027221	Flow (m3/s)	136.40		
Q Total (m3/s)	136.40	Top Width (m)	8.00		
Top Width (m)	8.00	Avg. Vel. (m/s)	7.18		
Vel Total (m/s)	7.18	Hydr. Depth (m)	2.38		
Max Chl Dpth (m)	2.38	Conv. (m3/s)	826.7		
Conv. Total (m3/s)	826.7	Wetted Per. (m)	12.75		
Length Wtd. (m)	1.00	Shear (N/m2)	397.89		
Min Ch El (m)	3626.90	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Alpha	1.00	Cum Volume (1000 m3)	67.34		
Frctn Loss (m)	0.98	Cum SA (1000 m2)	46.16		
C & E Loss (m)	0.29				

- Tirante normal: $3629.28 - 3626.90 = 2.38$ m (supercrítico)
- Velocidad del flujo: 7.18 m/s
- Cauda T = 30 años: 136.40 m³/s
- Número de Froude: 2.57 (flujo supercrítico)
- Altura muro canal: $3629.50 - 3626.90 = 2.60$ m
- Ancho de base canal: 8.0 m.
- Conclusión: *La sección trabaja a su máxima capacidad, pero no existe desborde. Se puede concluir que trabaja en alerta naranja.*

Fig. (4.12) Sección Progresiva 3+501

Ancho canal B = 8.0 m



Tab. (4.19) Datos comportamiento hidráulico sección Progresiva 3+501m

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 3.501 Profile: T=30 años					
E.G. Elev (m)	3585.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.55	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	3584.29	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	3584.29	Flow Area (m2)		24.69	
E.G. Slope (m/m)	0.013102	Area (m2)		24.69	
Q Total (m3/s)	136.40	Flow (m3/s)		136.40	
Top Width (m)	8.00	Top Width (m)		8.00	
Vel Total (m/s)	5.52	Avg. Vel. (m/s)		5.52	
Max Chl Dpth (m)	3.09	Hydr. Depth (m)		3.09	
Conv. Total (m3/s)	1191.7	Conv. (m3/s)		1191.7	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		14.17	
Min Ch El (m)	3581.20	Shear (N/m2)		223.84	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Frictn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)		54.94	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		41.48	

Tirante normal: $3584.29 - 3581.20 = 3.09$ m (crítico)

Velocidad del flujo: 5.52 m/s

Cauda T = 30 años: 136.40 m³/s

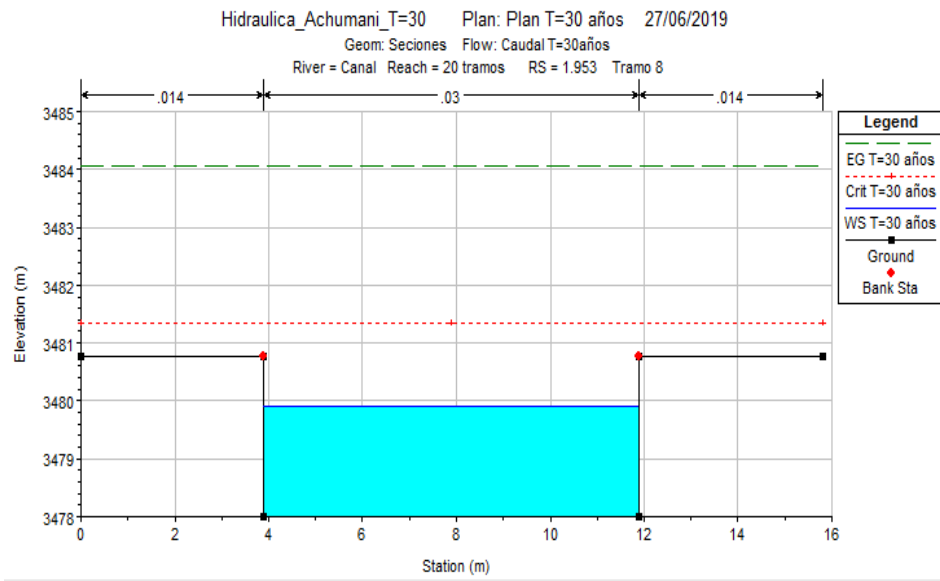
Número de Froude: 1.0 (flujo crítico)

Altura muro canal: $3584.72 - 3581.20 = 3.52$ m

Ancho de base canal: 8.0 m.

Conclusión: *La sección trabaja a su máxima capacidad, pero no existe desborde. Se puede concluir que trabaja en alerta naranja.*

Fig. (4.13) Sección Progresiva 1+953
Ancho canal B = 8.0 m



Tab. (4.20) Datos comportamiento hidráulico sección Progresiva 1+953 m

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 1.953 Profile: T=30 años					
E.G. Elev (m)	3484.06	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	4.16	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	3479.90	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	3481.36	Flow Area (m2)		15.09	
E.G. Slope (m/m)	0.052787	Area (m2)		15.09	
Q Total (m3/s)	136.40	Flow (m3/s)		136.40	
Top Width (m)	8.00	Top Width (m)		8.00	
Vel Total (m/s)	9.04	Avg. Vel. (m/s)		9.04	
Max Chl Dpth (m)	1.89	Hydr. Depth (m)		1.89	
Conv. Total (m3/s)	593.7	Conv. (m3/s)		593.7	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		11.77	
Min Ch El (m)	3478.01	Shear (N/m2)		663.60	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Frictn Loss (m)	28.52	Cum Volume (1000 m3)		32.92	
C & E Loss (m)	0.10	Cum SA (1000 m2)		29.10	

Tirante normal: 3479.90 – 3478.01 = 1.89 m (supercrítico)

Velocidad del flujo: 9.04 m/s

Caudal T = 30 años: 136.40 m³/s

Número de Froude: 2.10 (flujo supercrítico)

Altura muro canal: 3480.80 – 3478.01 = 2.79 m

Ancho de base canal: 8.0 m.

Conclusión: *La sección trabaja cerca de su máxima capacidad, pero no existe desborde. Se puede concluir que trabaja en alerta naranja.*

Tab. (4.21) Resumen comportamiento hidráulico
 Progresiva 1+953 – 4+110 m

HEC-RAS Plan: Plan T= 30 años River: Canal Reach: 20 tramos Profile: T=30 años												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
20 tramos	4.110	T=30 años	136.40	3628.50	3629.59	3630.53	3633.17	0.068078	8.39	16.26	15.00	2.57
20 tramos	4.086	T=30 años	136.40	3626.90	3629.28	3630.17	3631.90	0.027221	7.18	19.01	8.00	1.49
20 tramos	4.085	T=30 años	136.40	3626.60	3628.82	3629.98	3631.83	0.033204	7.69	17.73	8.00	1.65
20 tramos	3.501	T=30 años	136.40	3581.20	3584.29	3584.29	3585.84	0.013102	5.52	24.69	8.00	1.00
20 tramos	3.500	T=30 años	136.40	3581.15	3584.07	3584.24	3585.81	0.015307	5.84	23.34	8.00	1.09
20 tramos	3.083	T=30 años	136.40	3553.20	3554.25	3556.57	3567.64	0.301720	16.21	8.42	8.00	5.04
20 tramos	3.082	T=30 años	136.40	3552.85	3553.90	3555.85	3567.33	0.303290	16.24	8.40	8.00	5.06
20 tramos	2.464	T=30 años	136.40	3507.40	3509.51	3510.66	3512.85	0.038443	8.10	16.84	8.00	1.78
20 tramos	2.463	T=30 años	136.40	3506.36	3508.17	3509.45	3512.68	0.059349	9.41	14.50	8.00	2.23
20 tramos	1.953	T=30 años	136.40	3478.01	3479.90	3481.36	3484.06	0.052787	9.04	15.09	8.00	2.10
20 tramos	1.952	T=30 años	136.40	3477.65	3479.46	3481.15	3483.97	0.059236	9.40	14.51	8.00	2.23

Conclusión.- El tramo de Progresiva 1+953 – 4+086 para el caudal con periodo de retorno de T = 30 años, (Q = 136.40 m³/seg) trabaja a su máxima capacidad pero no presenta desborde sobre la sección del canal. Se puede afirmar que trabaja en la sección de alerta naranja.

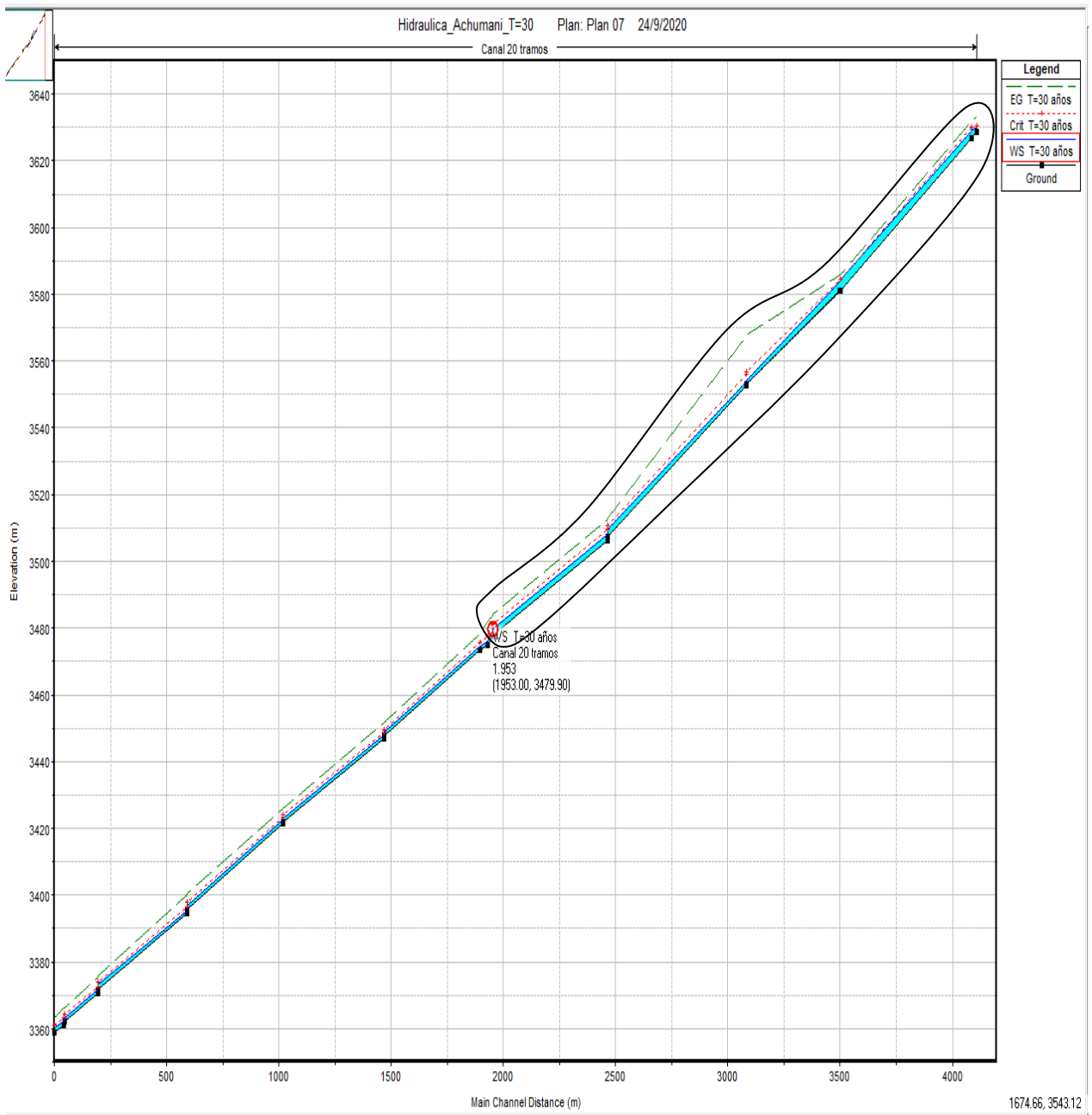


Fig. (4.14) Perfil hidráulico tramo Progresiva1+953 – 4+110 m
Tramo que trabaja a capacidad maxima.

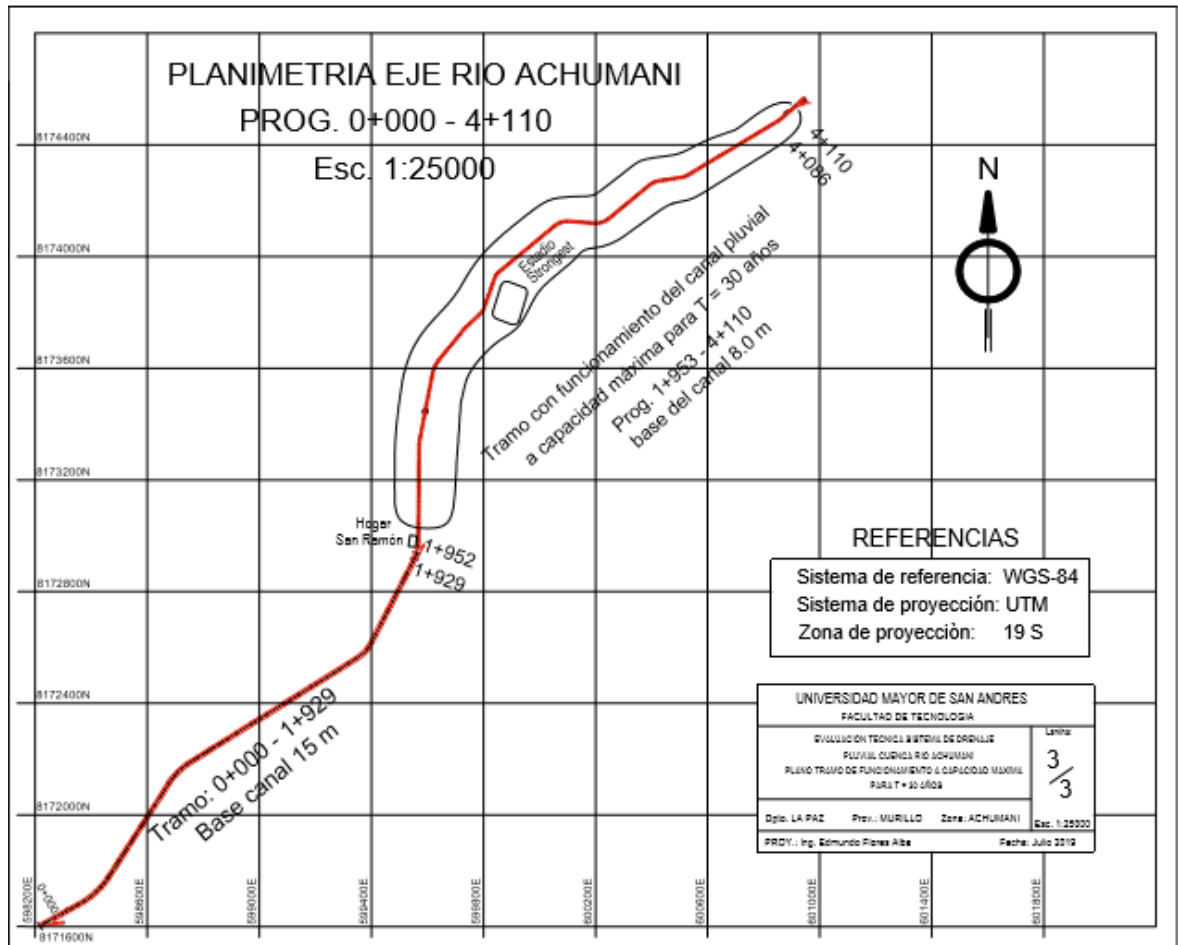
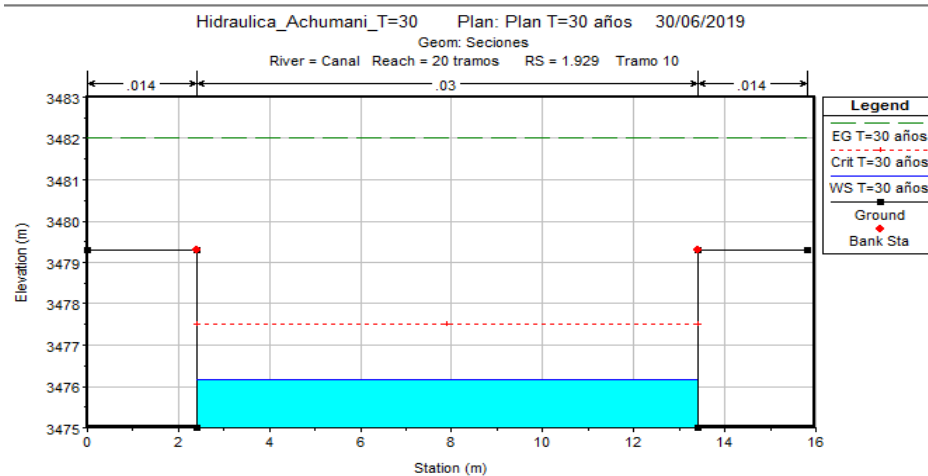


Fig. (4.15) Tramo de funcionamiento del canal pluvial a capacidad máxima.
 Progresiva 1+953 – 4+110 m

a6) TRAMO PROGRESIVA 0+000 - 1+929 m.-

Este tramo se caracteriza por a partir de la Progresiva 1+929 m el canal presenta un ancho de base $B = 15$ m en todo el tramo hasta la Progresiva 0+000, excepto esta estación que tiene un ancho de $B = 11$ m.

Fig. (4.16) Sección Progresiva 1+929 m
Ancho canal B = 11 m



Tab. (4.22) Datos comportamiento hidráulico sección Progresiva 1+929 m

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 1.929 Profile: T=30 años					
Element	Value	Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	3482.02	Wt. n-Val.		0.030	
Vel Head (m)	5.86	Reach Len. (m)	33.00	33.00	33.00
W.S. Elev (m)	3476.16	Flow Area (m2)		12.72	
Crit W.S. (m)	3477.50	Area (m2)		12.72	
E.G. Slope (m/m)	0.110049	Flow (m3/s)		136.40	
Q Total (m3/s)	136.40	Top Width (m)		11.00	
Top Width (m)	11.00	Avg. Vel. (m/s)		10.73	
Vel Total (m/s)	10.73	Hydr. Depth (m)		1.16	
Max Chl Dpth (m)	1.16	Conv. (m3/s)		411.2	
Conv. Total (m3/s)	411.2	Length W/td. (m)		33.00	
Length W/td. (m)	33.00	Wetted Per. (m)		13.31	
Min Ch El (m)	3475.00	Shear (N/m2)		1030.95	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	1.81	Cum Volume (1000 m3)		32.60	
C & E Loss (m)	0.14	Cum SA (1000 m2)		28.87	

Tirante normal: $3476.16 - 3475.00 = 1.16$ m (supercrítico)

Velocidad del flujo: 10.73 m/s

Caudal T = 30 años: 136.40 m³/s

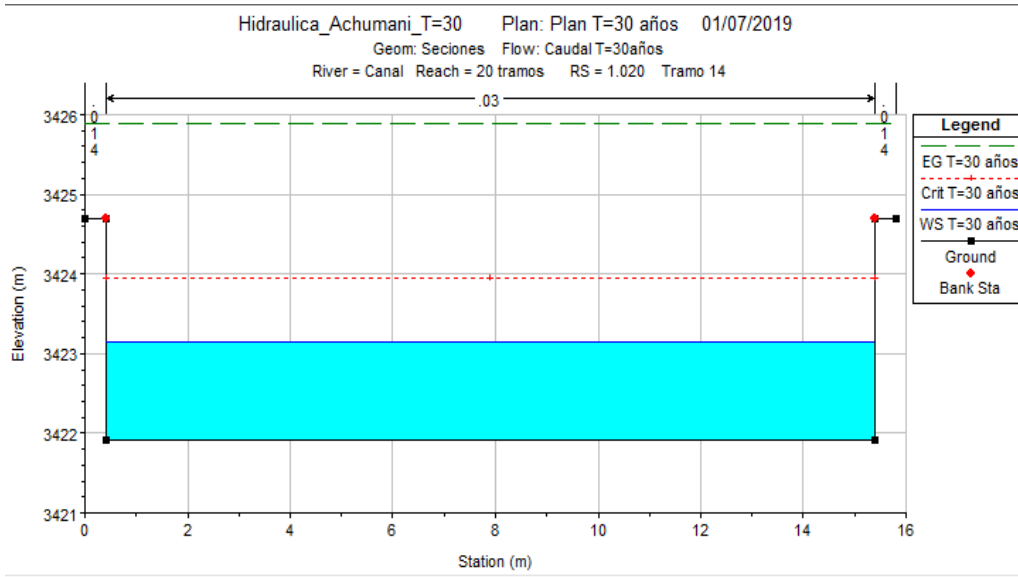
Número de Froude: 3.18 (flujo supercrítico)

Altura muro canal: $3479.30 - 3475.00 = 4.30$ m

Ancho de base canal: 11 m.

Conclusión: Para el caudal de periodo de retorno de T = 30 años *la sección trabaja con flujo supercrítico, muy por debajo de su capacidad máxima.*

Fig. (4.17) Sección Progresiva 1+020 m
Ancho canal B = 15 m



Tab. (4.23) Comportamiento hidráulico sección Progresiva 1+020

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 1.020 Profile: T=30 años					
E.G. Elev (m)	3425.90	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.75	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	3423.15	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	3423.94	Flow Area (m ²)		18.57	
E.G. Slope (m/m)	0.044751	Area (m ²)		18.57	
Q Total (m ³ /s)	136.40	Flow (m ³ /s)		136.40	
Top Width (m)	15.00	Top Width (m)		15.00	
Vel Total (m/s)	7.34	Avg. Vel. (m/s)		7.34	
Max Chl Dpth (m)	1.24	Hydr. Depth (m)		1.24	
Conv. Total (m ³ /s)	644.8	Conv. (m ³ /s)		644.8	
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)		17.48	
Min Ch El (m)	3421.91	Shear (N/m ²)		466.40	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	25.42	Cum Volume (1000 m ³)		17.24	
C & E Loss (m)	0.30	Cum SA (1000 m ²)		15.30	

Tirante de agua: $3423.15 - 3421.91 = 1.24$ m (flujo supercrítico)

Velocidad del flujo: 7.34 m/s

Caudal T = 30 años: 136.40 m³/s

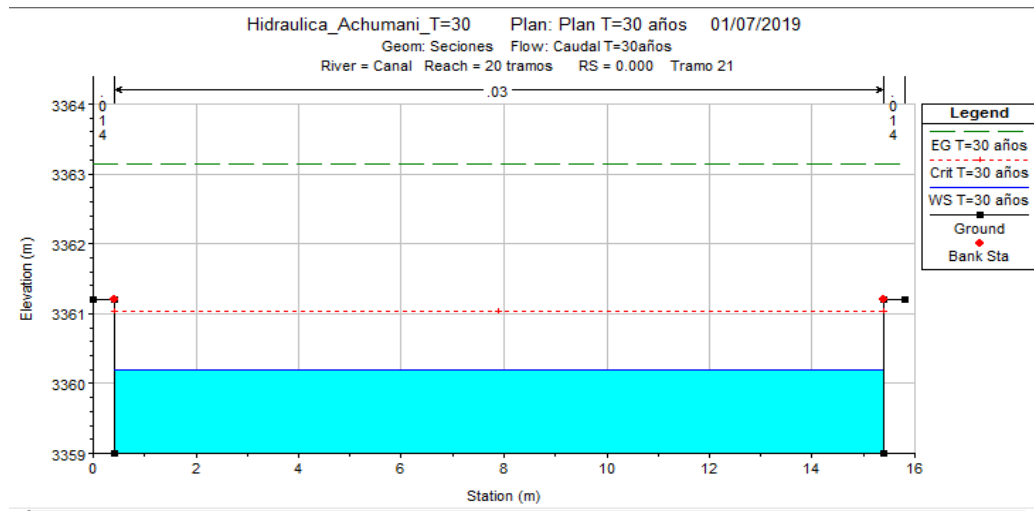
Número de Froude: 2.11 (flujo supercrítico)

Altura muro canal: $3424.70 - 3421.91 = 2.79$ m

Ancho de base canal: 15 m.

Conclusión: Para el caudal con periodo de retorno de T = 30 años la sección trabaja con flujo supercrítico, muy por debajo de su capacidad máxima.

Fig. (4.18) Sección Progresiva 0+000 m
Ancho canal B = 15 m



Tab. (4.24) Comportamiento hidráulico sección Progresiva 0+000

Plan: Plan T= 30 años Canal 20 tramos RS: 0.000 Profile: T=30 años					
E.G. Elev (m)	3363.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.94	Wt. n-Val.		0.030	
W.S. Elev (m)	3360.20	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	3361.03	Flow Area (m ²)		17.94	
E.G. Slope (m/m)	0.049881	Area (m ²)		17.94	
Q Total (m ³ /s)	136.40	Flow (m ³ /s)		136.40	
Top Width (m)	15.00	Top Width (m)		15.00	
Vel Total (m/s)	7.60	Avg. Vel. (m/s)		7.60	
Max Chl Dpth (m)	1.20	Hydr. Depth (m)		1.20	
Conv. Total (m ³ /s)	610.7	Conv. (m ³ /s)		610.7	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		17.39	
Min Ch El (m)	3359.00	Shear (N/m ²)		504.67	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	756.47	0.00	0.00
Frictn Loss (m)	2.66	Cum Volume (1000 m ³)			
C & E Loss (m)	0.29	Cum SA (1000 m ²)			

Tirante de agua: 3360.20 – 3359 = 1.20 m (flujo supercrítico)
 Velocidad del flujo: 7.60 m/s
 Caudal T = 30 años: 136.40 m³/s
 Pendiente Grad. Energía: 0.049881 m/m
 Número de Froude: 2.17 (flujo supercrítico)
 Altura muro canal: 3361.2 – 3359 = 2.20 m
 Ancho de base canal: 15 m.
 Conclusión: Para el caudal con periodo de retorno de

T=30 años la sección trabaja con flujo supercrítico, muy por debajo de su capacidad máxima.

Conclusión. - El tramo de Progresiva 0+000 – 1+929 para el caudal con periodo de retorno de $T = 30$ años, ($Q = 136.40 \text{ m}^3/\text{seg}$) trabaja muy por debajo de su capacidad máximo, por tanto, no presenta problemas de desborde sobre la sección del canal, se puede afirmar que trabaja en condiciones de seguridad.

b1) PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACION EN REGIMEN NO PERMANENTE, PERIODO DE RETORNO DE $T = 30$ AÑOS. -

Para la simulación del comportamiento del rio se sigue el mismo procedimiento que el anterior, pero se trabaja con imágenes de satélite, de la siguiente manera:

- 1.- Generar la geometría del rio
- 2.- Introducción de los datos de hidráulica e hidrología
- 3.- Corrida del programa.

b.2) Generar la geometría del rio.- Este procedimiento consiste en el uso del DEM del área de estudio, que para este estudio se recurre al portal **Alaska Satélite Facility (ASF)**, que ofrece mapas de diferentes tipos de satélite, que para el presente estudio se usarán las imágenes de satélite de la agencia espacial japonesa **ALOS PALSAR**, siendo esta una de las vías para conseguir Modelos Digitales de Elevación de alta resolución atractiva de 30 y 12.5 metros remuestreados a nivel mundial de manera multitemporal, con una periodicidad de 46 días.

En el presente proyecto se utilizó la imagen: AP_27482_PLR_F6860_RT1.dem.tif, que se muestra en la Fig. (4.2), pagina 92 y sus características indicadas en la tabla (4.1), página 93.

Con esta información activamos el comando RAS MAPER de Hec Ras, y se genera la geometría del proyecto tomando en cuenta el tramo que se estudia desde el tramo aguas arriba al tramo aguas abajo. En el presente caso se trabaja con el tramo analizado con flujo permanente, o sea desde el cruce río Achumani – Huayllani hasta la Calle 5 (intersección con el río Jilusaya)

b.3) Introducción de los datos de hidráulica e hidrología. - Para la introducción de los datos de hidráulica e hidrología en Hec Ras, vamos al comando **Edit** y activamos el icono **Unsteady Flow Data**.

En este comando introducimos los datos de caudales generados con el programa Hec HMS, para el periodo de retorno de $T = 30$ años, que son los siguientes:

Tab. (4.25) Datos del hidrograma de escorrentía.

Project: Achumani_T_30 Simulation Run: Run 1
 Subbasin: Subcuenca_unica

Start of Run: 01ene2018, 08:00 Basin Model: Subcuenca_Achuma
 End of Run: 01ene2018, 13:00 Meteorologic Model: Met 30
 Compute Time: 03jul2019, 17:27:02 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2018	08:00				0.0	0.0	0.0
01ene2018	08:10	2.40	2.16	0.24	0.5	0.0	0.5
01ene2018	08:20	3.60	3.24	0.36	2.2	0.0	2.2
01ene2018	08:30	18.40	13.41	4.99	15.1	0.0	15.1
01ene2018	08:40	5.10	2.42	2.68	44.9	0.0	44.9
01ene2018	08:50	2.90	1.21	1.69	89.0	0.0	89.0
01ene2018	09:00	2.10	0.81	1.29	123.3	0.0	123.3
01ene2018	09:10	0.00	0.00	0.00	136.4	0.0	136.4
01ene2018	09:20	0.00	0.00	0.00	128.1	0.0	128.1
01ene2018	09:30	0.00	0.00	0.00	101.6	0.0	101.6
01ene2018	09:40	0.00	0.00	0.00	74.1	0.0	74.1
01ene2018	09:50	0.00	0.00	0.00	51.2	0.0	51.2
01ene2018	10:00	0.00	0.00	0.00	34.0	0.0	34.0
01ene2018	10:10	0.00	0.00	0.00	22.9	0.0	22.9
01ene2018	10:20	0.00	0.00	0.00	15.5	0.0	15.5
01ene2018	10:30	0.00	0.00	0.00	10.4	0.0	10.4
01ene2018	10:40	0.00	0.00	0.00	7.0	0.0	7.0
01ene2018	10:50	0.00	0.00	0.00	4.7	0.0	4.7
01ene2018	11:00	0.00	0.00	0.00	3.2	0.0	3.2
01ene2018	11:10	0.00	0.00	0.00	2.2	0.0	2.2
01ene2018	11:20	0.00	0.00	0.00	1.5	0.0	1.5
01ene2018	11:30	0.00	0.00	0.00	1.0	0.0	1.0
01ene2018	11:40	0.00	0.00	0.00	0.5	0.0	0.5
01ene2018	11:50	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2
01ene2018	12:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1
01ene2018	12:10	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

b.4) Corrida del programa.- Para la corrida del programa ingresamos al comando **Run** ícono **Unsteady Fow Analysis**, donde se dan los tiempos de inicio y fin del evento de la avenida. El resultado del proceso es el siguiente:

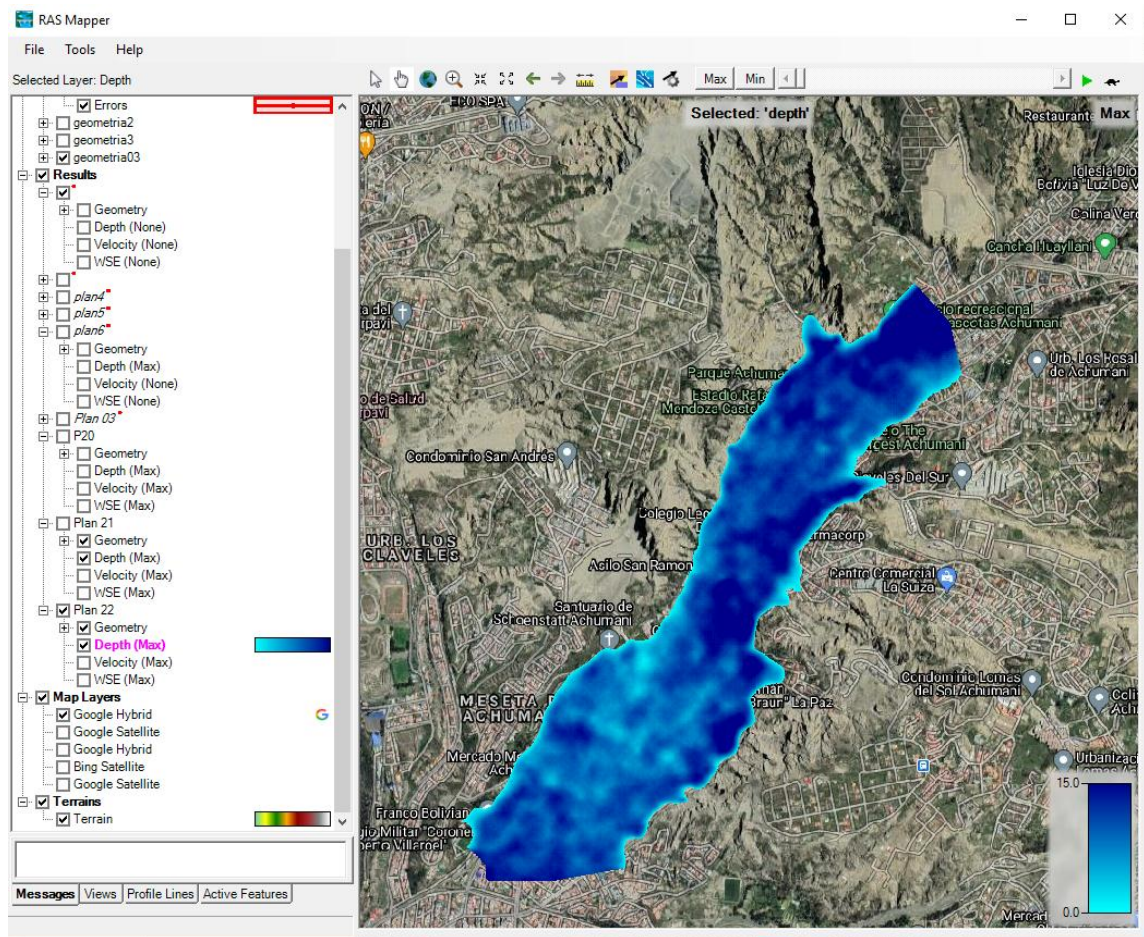


Fig. (4.19) Resultado de la simulación hidráulica de inundación en el tramo de estudio Progresiva 0+000 – 4+110 m

El resultado muestra que en flujo no permanente para un periodo de retorno de $T = 30$ años, existe desborde del curso del río en el tramo estudiado.

Si bien el análisis en flujo permanente muestra que el río se comporta en su máxima capacidad en el primer tramo (50%), con flujo no permanente existe una inundación en el tramo considerado. Esto se debe a que el volumen de agua drenado en flujo no permanente es muy superior al volumen de agua considerado en flujo permanente. En flujo no permanente el volumen de agua introducido al programa está representado por el área del hidrograma de $T = 30$ años; en cambio en flujo permanente el volumen de agua está representado por

la superficie del intervalo de 10 minutos donde se presenta el caudal máximo de avenida.

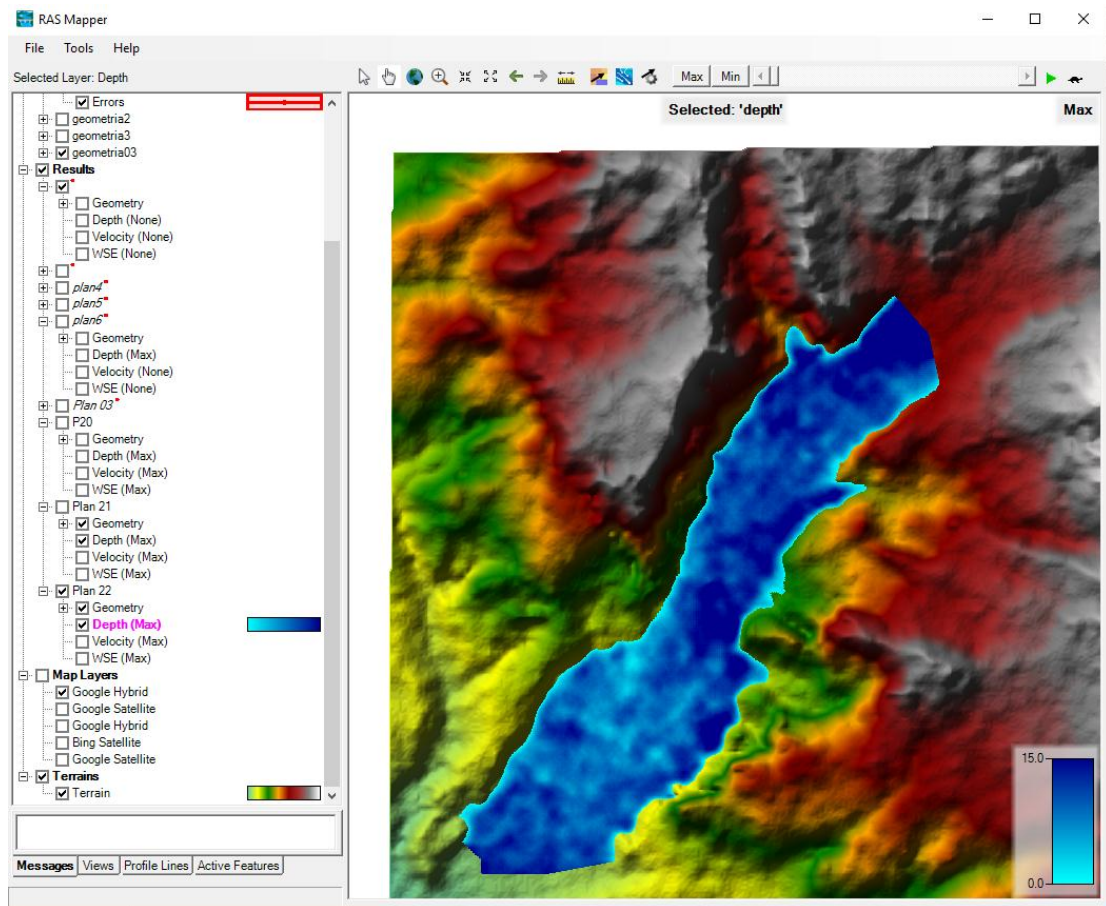


Fig. (4.20) Imagen del raster con el área afectada por la inundación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES. -

- La elaboración de la topografía del proyecto ha permitido detallar y definir las características geométricas del tramo de estudio del río Achumani está ubicado en la parte baja de la cuenca que se inicia desde la Calle 5 de Achumani, en el punto de intersección con el río Jilusaya (Progresiva 0+000) hasta la intersección con el río Huayllani (Progresiva 0+4110). El uso de equipos de tecnología actualizada ha permitido realizar la topografía con precisión y detalle. Para este tramo, la sección del canal de Achumani en la parte superior tiene ancho de canal de $B = 8.0$ m, y en su parte inferior un ancho de canal $B = 15$ m, (Aproximadamente 50% en cada tramo del proyecto).
- El uso de imágenes de satélite con la precisión especificada para cada caso ha permitido complementar la información morfométrica de la cuenca del río Achumani, utilizando la plataforma del arcgis, como la superficie de la cuenca, y red drenaje de la cuenca, que permite definir la divisoria de la cuenca.
- La simulación hidrológica realizada a partir de la ecuación intensidad – duración – frecuencia (i-d-T), que fue elaborada con la información de la estación meteorológica de Laycacota, obtenida del Senamhi, ha permitido complementar la información de la obtención del caudal máximo de avenida con la plataforma del Hec-Hms, obteniendo el caudal máximo de avenida para un periodo de retorno de 30 años, igual a $Q = 136.4$ m³/seg.
- Finalmente, realizado la simulación hidráulica para un caudal de $T = 30$ años en flujo permanente, se concluye que el río canalizado trabaja muy cerca a su máxima capacidad, o sea en alerta naranja en el primer tramo desde el cruce con el río Huayllani (Progresiva 4+110) hasta la Progresiva 1+953 (cruce Asilo

San Ramón). En el tramo final hasta la Progresiva 0+000 no presenta problemas de desborde.

- Verificado el mismo tramo a flujo no permanente para el hidrograma de $T = 30$ años se observa que se presenta desborde en todo el tramo desde el inicio cruce río Huayllani (Progresiva 4+110) hasta la salida (Progresiva 0+000, intersección con río Jilusaya).
- Este de desborde se debe a que en flujo no permanente se toma en cuenta todo el volumen de agua del hidrograma de $T = 30$ años, que está representado por el área debajo del hidrograma, que tiene un desarrollo de 4 horas. En cambio, en flujo permanente se toma el caudal máximo de avenida en un intervalo de 10 minutos, que representa la superficie de los 10 minutos debajo del hidrograma de esorrentía.
- Por tanto, se puede afirmar que el análisis en flujo no permanente está orientado a la gestión del manejo de la cuenca, destacando que existe la probabilidad de desborde para caudales extremos de periodos de retorno de 30 años o más; por tanto, los asentamientos y urbanizaciones deberían tomar estas recomendaciones.
- Con el propósito de mitigar los eventos extremos la Alcaldía de la Zona Sur, luego de la época de lluvias de 2018 ha realizado obras de prevención elevando los muros del canal en el tramo de desborde.
- Para proteger del desborde en el tramo afectado la alternativa de solución es elevar la altura de los muros de encauce. Al presente se viene construyendo una avenida paralela al río Achumani desde el Hogar San Ramón hasta la Calle35 (Estadio Strongest).

5.2 RECOMENDACIONES. -

- Los eventos extremos están sujetos a la presencia de lluvias del tipo convectivo que dan origen a las nubes denominadas cumulonimbus y que tienen alto desarrollo vertical y de gran volumen de almacenamiento; su ubicación puede ser en la parte alta o en la parte baja de la cuenca según el estado de la temperatura de la atmósfera sobre la cuenca.

Por tanto, el desarrollo de las dimensiones de la canalización debe tomar en cuenta este tipo de eventos, que permita definir la sección del canal a lo largo de la urbanización poblada.

Por tanto, la definición de la sección debe ser función de las características hidrológicas de la cuenca; que para mitigar los efectos de desborde se debe realizar un diseño y tomar en cuenta los resultados obtenidos, que permita elevar la altura de los muros de encauce, según las características topográficas del tramo. Así mismo tomar en cuenta las recomendaciones de la normativa boliviana para drenaje pluvial.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

- Mijares Aparicio, Francisco Javier (1992) Fundamentos de Hidrología de Superficie.
México: Editorial Limusa, S.A de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Ven Te Chow – David R. Maidment – Larry W. Mays, (1994) Hidrología Aplicada.
Bogotá-Colombia: McGRAW HILL INTERAMERICANA S.A.
- Villón Béjar, Máximo (2002) Hidrología. Cartago-Costa Rica: Escuela de Ingeniería Agrícola.
- Villón Béjar Máximo (1993) Hidrología Estadística. Lima – Perú: EDICIONES VILLON.
- Ferrer Polo, Francisco Javier (1993) Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, D.L.
- Ferrer Polo, Francisco Javier (1992) Análisis Estadístico de Caudales de Avenida. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, D.L.
- Estrela, Teodoro (1992) Modelos Matemáticos para la evaluación de recursos Hídricos. Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, D.L.
- Villón Béjar Máximo (1981) Hidráulica de canales. Lima – Perú: HORIZONTE LATINOAMERICANO S.A.
- Sotelo Ávila, Gilberto. Hidráulica General Vol. 1, Editorial LIMUSA.
- Ven Te Chow, Ph. D. (1994) Hidráulica de Canales Abiertos. Bogotá-Colombia: McGraw-Hill.
- Villón Béjar Máximo (2007). HEC-HMS Ejemplos. Cartago-Costa Rica: Ediciones Centro de Desarrollo de Material Bibliográfico (CDMB).
- Villón Béjar Máximo (2009). HEC-RAS Ejemplos. Cartago-Costa Rica: Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tejada Espinoza, H. E. (2014). *Estudio Hidrologico de Maximas Avenidas de la Subcuenca Juana Rios - Cuenca Chancay Lambayeque*. San Isido - Perú: Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología - Perú.

Aguilera, J., Sánchez, N., & Morassutti, G. (2015). Evaluación de la ingeniería básica de canalización de cauces de ríos adyacentes a urbanismos. *INGENIERIA UC.*, 62 - 70.

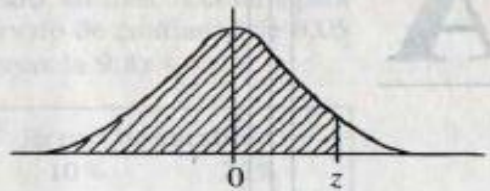
ANEXO

INFORMACION COMPLEMENTARIA

- Anexo 1: Tabla A1
Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar
- Anexo 2: Tabla A2
Valores de K_T para la distribución Pearson
- Anexo 3.- Reporte fotográfico
- Anexo 4.- Datos de intensidad de precipitación.
- Anexo 5.- Datos de levantamiento topográfico del río Achumani:
Progresiva 0+000 – 4+110
- Anexo 6.- Planos del proyecto.

Anexo 1: Tabla A1

Probabilidad acumulada de la distribución normal estándar

Áreas bajo la curva normal											
de $-\infty$ a z											
$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2/2} dz$											
z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359	
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5754	
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141	
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517	
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879	
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224	
0.6	0.7258	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7518	0.7549	
0.7	0.7580	0.7612	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852	
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7996	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133	
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389	
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621	
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830	
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015	
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177	
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319	
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441	
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545	
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633	
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706	
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767	
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817	
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857	
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890	
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916	
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936	
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952	
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964	
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974	
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981	
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986	
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990	
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993	
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995	
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997	
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998	
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	
3.7	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	
3.8	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	

Fuente: Manual de fórmulas y tablas matemáticas. Spiegel, M.R. Mc.Graw-Hill. Serie Schaum.

Anexo 2.- Tabla A2

Valores de K_T para la distribución Pearson Tipo III (asimetría positiva)

Coeficiente de asimetría C_s o C_w	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	25	50	100	200
	Probabilidad de excedencia						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Tabla A2 (cont.)

Valores de K_T para la distribución Pearson Tipo III (asimetría negativa)

Coeficiente de asimetría C_s o C_w	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	25	50	100	200
	Probabilidad de excedencia						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	0.396	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667	0.667

Fuente: U. S. Water Resources Council (1981)

ANEXO 3.- REPORTE FOTOGRAFICO



Tramo inicial aguas arriba Progresiva 4+110
Intersección río Achumani – río Kuayllani



Tramo final aguas abajo Progresiva 0+000
Intersección río Jilusaya - río Achumani
Ubicación Calle 5 Achumani y Parque Niños Héroes de Bolivia



Medidas de prevención: El Gobierno Municipal Realiza medidas de protección elevando los muros del canal de Achumani, en el tramo de desborde.

ANEXO 4.- DATOS DEL SENAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION

(i-d-T) 5 minutos.

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna			
				18/01/2000 14:54:03	3	3.98
				01/02/2000 12:49:44	4	4.25
				17/02/2000 05:01:50	2	2.65
				25/12/2000 17:55:22	2	3.42
				16/02/2001 23:15:06	3	2.86
				10/09/2001 15:53:26	2	2.3
				26/12/2001 21:53:31	2	2.93
				15/01/2002 18:58:01	2	3.06
				21/01/2002 14:38:25	2	3.26
				29/01/2002 13:51:06	2	3.01
				19/02/2002 15:31:40	2	6.97
				28/02/2002 15:21:41	2	4.28
				10/04/2002 16:47:43	2	3.32
				23/10/2002 16:00:00	4	2.44
				16/11/2002 19:58:41	1	3.13
				30/11/2002 21:27:33	2	2.25
				19/12/2002 00:49:32	3	3.25
				21/01/2003 18:13:16	2	2.82
				23/01/2003 09:31:25	2	2.22
				05/02/2003 20:07:11	2	2.2
				09/12/2003 17:25:21	2	2.88
				12/12/2003 15:04:56	3	3.98
				24/12/2003 14:58:27	3	2.82
				19/01/2004 13:56:00	2	2.49
				12/02/2004 13:13:26	4	2.1
				21/02/2004 20:55:54	3	2.7
				30/07/2004 03:17:33	3	2.16
				01/10/2004 19:34:53	2	2.52
				15/11/2004 19:11:43	3	4.94
				17/11/2004 22:10:06	3	2.14
				21/01/2005 12:58:49	2	2.28
				22/02/2005 23:08:26	2	3.48
				14/11/2005 12:44:04	3	3.02
				29/12/2005 17:01:08	1	4
				04/02/2006 14:10:41	2	4.42
				04/03/2006 15:37:34	1	3.53
				04/11/2006 21:13:18	1	2.42
				10/11/2006 01:58:53	2	3.1
				30/11/2006 15:05:53	1	2.02
				29/12/2006 01:19:22	1	2.02
				02/01/2007 15:52:55	1	3.06
				24/01/2007 19:10:45	1	2.18
				30/01/2007 13:18:44	3	2.37
				14/02/2007 16:26:49	2	6.7
				28/02/2007 15:14:38	2	2.67
				04/03/2007 13:01:16	2	2.03
				16/03/2007 20:19:42	1	2.97
				01/04/2007 14:09:14	2	2.02
				24/09/2007 16:06:48	1	2.02
				30/10/2007 23:19:35	4	5.55
				17/12/2007 12:10:57	3	3.28
02/01/1991 00:44:18	2	5.77				
25/01/1991 12:27:57	3	5.73				
20/03/1991 13:27:29	5	3.41				
21/03/1991 13:27:09	2	2.91				
10/04/1991 15:31:28	3	3.53				
18/01/1992 13:21:33	1	2.27				
15/12/1992 16:46:10	3	2.21				
13/04/1993 13:38:38	2	3.41				
02/10/1993 12:18:28	1	2.45				
30/10/1993 19:01:28	3	2.17				
26/12/1993 18:16:33	1	6.62				
10/02/1994 13:01:53	1	3.11				
13/02/1994 16:24:04	2	3.82				
17/02/1994 13:25:40	1	2.31				
18/02/1994 13:40:38	1	2.09				
19/03/1994 16:11:49	2	2.37				
13/04/1994 13:26:57	2	3.24				
20/11/1994 00:20:25	2	2.68				
18/12/1994 16:57:15	2	2.05				
16/01/1995 16:25:10	2	2.7				
29/01/1995 19:10:53	3	2.73				
15/02/1995 17:53:57	2	3.9				
23/02/1995 15:11:18	3	2.63				
02/03/1995 17:42:38	3	2.51				
08/03/1995 01:19:15	4	2				
29/03/1995 15:29:54	1	3.66				
08/12/1995 14:57:22	3	7.33				
26/12/1995 18:33:16	1	2.19				
27/12/1995 19:58:24	2	3.86				
05/01/1996 16:10:51	2	4.12				
06/01/1996 14:38:39	3	3.42				
23/01/1996 00:18:49	2	2.48				
25/01/1996 14:13:11	2	2.28				
03/03/1996 21:59:07	2	3.78				
12/10/1996 21:48:35	2	2.87				
18/12/1996 17:25:58	1	3.26				
04/01/1997 23:29:36	2	2.72				
14/02/1997 23:02:23	2	2.35				
06/03/1997 15:42:01	1	2.27				
14/03/1997 00:28:41	2	2.43				
13/10/1997 14:09:50	3	2.14				
05/11/1997 19:34:40	3	2.24				
11/12/1997 12:59:20	2	2.08				
22/12/1997 10:56:07	2	5.36				
31/01/1998 21:34:36	2	3.21				
23/02/1998 15:44:44	2	2.71				
28/02/1998 20:28:49	1	4.03				
05/03/1998 14:13:52	1	3.33				
17/11/1998 22:25:49	2	4.68				
22/11/1998 22:16:38	2	2.32				
28/11/1998 06:36:48	2	4.44				
08/12/1998 23:08:09	2	2.14				
29/01/1999 22:20:56	2	2.82				
01/02/1999 17:13:29	3	2.05				
04/03/1999 04:07:37	4	2.4				
28/04/1999 15:42:25	3	4.09				
05/10/1999 13:01:53	3	2.44				

**DATOS DEL SEHAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION
(i-d-T) 15 minutos.**

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna		
02/01/1991 00:45:51	8	11.51		05/01/1996 15:56:52	3 8.17
06/01/1991 14:29:17	3	2.57		06/01/1996 14:35:26	5 6.35
10/01/1991 14:24:14	6	3.22		19/01/1996 12:52:21	2 2.54
25/01/1991 12:27:57	5	7.14		23/01/1996 00:16:37	7 5.3
29/01/1991 14:07:46	7	3.51		25/01/1996 14:11:17	5 4.22
10/03/1991 12:24:35	3	2.54		25/01/1996 20:58:00	5 3.91
11/03/1991 15:58:33	5	2.52		27/01/1996 22:17:49	6 3.39
13/03/1991 15:48:25	6	2.94		12/02/1996 13:39:30	4 2.72
20/03/1991 05:22:43	6	4.04		13/02/1996 16:29:16	2 4.77
20/03/1991 13:24:01	6	3.77		03/03/1996 21:18:36	4 5.65
21/03/1991 13:17:46	5	4.85		04/03/1996 22:19:53	3 3.92
10/04/1991 15:23:54	6	6.45		12/10/1996 21:38:35	5 4.2
06/05/1991 01:10:20	3	2.6		18/12/1996 17:22:22	4 5.37
18/01/1992 13:20:31	3	2.9		04/01/1997 23:24:13	5 3.54
18/01/1992 23:37:22	2	3.3		05/02/1997 22:59:23	3 2.54
18/02/1992 16:47:52	3	4.02		14/02/1997 23:02:23	5 3.52
13/10/1992 11:58:47	1	3.88		15/02/1997 18:14:12	4 3.31
22/11/1992 18:40:21	5	2.8		03/03/1997 11:30:10	3 2.6
29/11/1992 16:53:39	5	3.91		03/03/1997 17:25:28	5 2.62
24/02/1993 16:51:48	3	3.11		04/03/1997 19:28:49	5 2.61
23/03/1993 21:32:13	6	3.81		06/03/1997 15:35:30	3 5.22
26/03/1993 05:18:39	3	2.86		14/03/1997 00:23:55	4 3.99
13/04/1993 13:31:47	4	5.31		14/03/1997 21:21:43	2 3.93
21/04/1993 18:23:38	5	2.77		13/10/1997 14:04:27	6 4.96
02/10/1993 12:18:28	3	4.61		02/11/1997 19:34:42	5 3.37
07/10/1993 17:13:42	4	4.2		03/11/1997 11:47:07	5 3.28
30/10/1993 18:58:06	5	4.82		03/11/1997 19:13:41	4 3.45
10/12/1993 14:13:00	3	2.79		04/11/1997 22:00:19	3 3.6
23/12/1993 22:34:26	3	2.83		05/11/1997 19:32:53	5 5.37
26/12/1993 18:16:33	4	10.23		11/12/1997 12:59:20	4 2.84
18/01/1994 23:39:04	2	2.64		18/12/1997 13:16:12	4 2.6
21/01/1994 17:26:14	5	2.96		22/12/1997 10:56:07	3 7.2
10/02/1994 12:56:25	3	5.36		08/01/1998 22:30:35	4 4.05
13/02/1994 16:14:04	4	8.24		25/01/1998 13:50:55	5 3.67
17/02/1994 13:21:29	2	5.74		31/01/1998 21:25:48	4 4.19
18/02/1994 13:40:38	3	4.41		17/02/1998 22:30:14	4 2.52
22/02/1994 16:45:04	2	2.72		23/02/1998 15:34:44	3 7.34
19/03/1994 16:01:49	3	2.93		26/02/1998 13:12:17	3 2.68
13/04/1994 13:19:51	3	4.31		28/02/1998 20:26:11	3 7.68
20/11/1994 00:17:38	4	5.41		05/03/1998 14:11:28	5 4.72
27/11/1994 15:52:33	2	4.04		02/04/1998 02:09:13	4 4.29
18/12/1994 16:47:15	4	4.57		02/04/1998 04:13:08	3 3.21
04/01/1995 15:48:53	3	2.93		13/08/1998 01:48:30	4 3.32
09/01/1995 22:42:52	6	4.09		13/08/1998 12:31:54	3 2.53
16/01/1995 16:25:10	6	5.93		17/11/1998 22:20:00	6 8.33
29/01/1995 19:10:53	6	3.11		22/11/1998 22:15:19	4 4.85
15/02/1995 17:53:57	5	6.22		28/11/1998 06:32:11	4 7.95
23/02/1995 15:11:18	5	5.38		08/12/1998 23:08:09	3 4.26
24/02/1995 00:12:19	5	2.51		10/12/1998 07:13:30	4 4.14
26/02/1995 14:49:27	4	2.63		22/12/1998 08:32:00	3 3.47
02/03/1995 17:36:58	6	2.82		29/01/1999 22:13:40	4 4.88
08/03/1995 01:11:24	7	4.85		01/02/1999 17:02:24	5 4.24
29/03/1995 15:29:36	7	8.71		04/03/1999 04:07:37	5 3.58
16/08/1995 21:00:55	4	2.75		04/03/1999 21:15:20	2 3.45
14/09/1995 14:48:59	2	3.12		28/04/1999 15:32:25	5 8.73
08/12/1995 14:54:05	5	9.97		05/10/1999 12:55:54	7 3.73
26/12/1995 18:33:16	2	4.8		08/12/1999 21:33:56	4 3.07
26/12/1995 20:26:57	4	2.68		29/12/1999 21:30:30	2 3.61
27/12/1995 19:54:28	4	4.82		30/12/1999 22:51:27	3 4.27
27/12/1995 21:26:27	3	3.02			

11/01/2000 02:54:28	3	2.61	08/01/2004 11:19:22	3	2.88
18/01/2000 14:44:03	6	7.41	19/01/2004 13:54:12	3	4.59
19/01/2000 12:31:22	3	2.79	21/02/2004 20:53:52	5	4.07
24/01/2000 22:46:31	4	2.74	11/03/2004 20:24:25	5	3.35
01/02/2000 12:49:44	7	5.71	26/03/2004 23:45:04	5	3.49
17/02/2000 04:55:09	3	2.93	30/03/2004 15:29:46	6	3.01
16/04/2000 16:02:17	3	2.8	30/07/2004 03:16:09	4	3.09
20/10/2000 16:55:05	5	2.79	01/10/2004 19:34:30	5	3.78
09/12/2000 22:51:18	5	3.12	15/11/2004 19:01:43	5	11.85
10/12/2000 19:39:50	4	3.77	17/11/2004 22:10:06	4	2.79
25/12/2000 17:51:07	4	9.21	15/12/2004 14:08:35	3	2.78
27/12/2000 13:57:45	4	2.92	02/01/2005 06:18:54	4	2.94
02/01/2001 12:50:06	3	2.9	11/01/2005 12:41:22	4	2.97
04/01/2001 04:09:23	3	3.13	14/01/2005 18:24:12	3	4.19
20/01/2001 19:09:31	6	4.02	21/01/2005 12:55:56	3	5.39
24/01/2001 00:39:08	4	3.23	08/02/2005 04:35:53	2	2.71
25/01/2001 23:36:47	3	3	22/02/2005 23:05:56	4	4.1
01/02/2001 13:01:57	5	2.54	16/10/2005 13:08:51	3	2.59
12/02/2001 13:39:10	4	3.34	14/11/2005 12:43:32	7	5.01
16/02/2001 23:05:06	7	6.16	27/12/2005 23:05:16	4	2.57
19/02/2001 12:19:41	7	2.71	29/12/2005 16:54:31	3	8.3
08/03/2001 22:10:07	6	2.74	13/01/2006 13:01:29	2	4.72
10/09/2001 15:53:05	4	4.21	15/01/2006 13:23:37	1	3.61
23/12/2001 19:25:38	3	2.58	04/02/2006 14:10:41	3	5.37
26/12/2001 21:53:31	4	5.44	08/02/2006 18:20:51	3	3.12
15/01/2002 18:59:36	5	6.58	09/02/2006 02:19:49	2	2.61
17/01/2002 20:13:55	2	4.32	10/02/2006 04:05:55	2	3.26
21/01/2002 14:37:09	5	6.64	12/02/2006 00:37:24	1	3.98
21/01/2002 22:36:46	4	2.71	01/03/2006 14:16:51	2	2.87
29/01/2002 13:41:06	4	5.55	02/03/2006 22:54:00	1	3.99
19/02/2002 15:31:40	4	15.64	04/03/2006 15:30:22	2	5.5
28/02/2002 15:20:37	5	7.14	25/03/2006 13:57:07	1	3.27
18/03/2002 11:24:38	5	3.23	28/03/2006 23:50:02	1	3.34
10/04/2002 16:47:43	4	6.45	22/10/2006 20:53:23	2	2.59
22/04/2002 12:18:31	4	2.82	04/11/2006 21:13:18	1	7.27
26/04/2002 02:14:07	3	3.88	05/11/2006 14:11:20	1	4.71
10/05/2002 14:33:16	4	3.48	10/11/2006 02:03:21	3	3.15
23/10/2002 15:51:36	5	3.29	30/11/2006 15:03:31	2	5.1
25/10/2002 19:06:28	2	2.9	17/12/2006 20:22:29	1	5.11
27/10/2002 12:34:34	4	3.24	29/12/2006 01:13:02	2	3.5
16/11/2002 19:50:14	2	4.34	30/12/2006 02:32:11	2	3
24/11/2002 20:42:19	3	2.87	01/01/2007 17:54:00	6	2.54
30/11/2002 21:17:33	5	5.93	02/01/2007 15:47:55	4	6.13
03/12/2002 20:54:22	2	2.63	04/01/2007 13:48:16	2	3.56
19/12/2002 00:44:08	6	7.1	30/01/2007 13:16:04	7	3.11
22/12/2002 13:03:21	4	3.29	31/01/2007 22:18:34	4	3.06
21/01/2003 00:20:45	4	2.76	03/02/2007 22:26:23	3	2.57
21/01/2003 18:09:12	3	5.68	09/02/2007 12:28:10	3	3.4
23/01/2003 09:28:00	5	5.4	14/02/2007 16:16:49	5	6.89
25/01/2003 20:57:20	5	3.54	19/02/2007 12:35:58	1	2.58
05/02/2003 04:38:25	4	4.14	24/02/2007 16:49:33	2	3.76
05/02/2003 20:07:11	4	4.53	28/02/2007 15:04:38	5	3.08
20/02/2003 21:51:56	4	3.09	04/03/2007 13:01:16	6	3.73
21/02/2003 14:45:57	4	4.5	16/03/2007 20:19:42	3	7.33
06/03/2003 13:48:37	4	2.64	11/04/2007 20:02:34	4	3.06
29/10/2003 17:01:42	2	4.08	25/04/2007 12:48:52	2	3.38
31/10/2003 23:18:07	4	2.63	27/04/2007 19:29:45	1	3.13
09/12/2003 17:25:00	6	4.81	05/09/2007 17:15:13	2	3.11
12/12/2003 15:02:54	6	8.05	24/09/2007 16:06:48	2	5
24/12/2003 14:58:27	4	5.12	05/10/2007 19:24:16	3	3.02
26/12/2003 19:12:58	3	3.02	30/10/2007 23:12:28	7	11.47
			17/12/2007 12:10:57	4	4.1

**DATOS DEL SEHAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION
(i-d-T) 20 minutos**

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna			
02/01/1991 00:44:16	11	14.53		05/01/1996 15:52:34	4	10.11
06/01/1991 03:26:30	6	3.12		06/01/1996 14:36:38	9	7.99
06/01/1991 14:26:38	5	3.32		19/01/1996 12:48:49	3	3.17
10/01/1991 14:31:36	7	4.1		23/01/1996 00:13:55	8	5.88
25/01/1991 12:27:57	8	7.62		25/01/1996 14:11:17	5	4.26
29/01/1991 14:05:18	8	3.85		25/01/1996 20:53:27	6	4.31
10/03/1991 12:19:54	5	3.01		27/01/1996 22:14:48	7	3.89
13/03/1991 15:48:25	7	3.21		12/02/1996 13:35:36	5	3.03
20/03/1991 05:25:37	8	5		13/02/1996 16:29:16	3	5.68
20/03/1991 13:24:01	7	3.85		03/03/1996 21:16:48	5	5.89
21/03/1991 13:14:35	6	5.03		04/03/1996 22:19:53	3	5.13
10/04/1991 15:26:00	8	7.16		12/10/1996 21:36:16	6	4.48
06/05/1991 01:19:10	6	3.33		18/12/1996 17:22:22	5	5.55
18/01/1992 23:37:22	2	4.35		04/01/1997 23:15:05	6	4.53
18/02/1992 16:47:00	4	4.78		14/02/1997 23:02:23	6	3.63
13/10/1992 11:58:47	1	5.18		15/02/1997 18:14:12	4	3.75
29/11/1992 16:50:21	6	4.67		06/03/1997 15:35:30	3	5.99
24/02/1993 16:46:49	5	3.7		14/03/1997 00:23:55	4	4.39
23/03/1993 21:30:17	7	3.92		14/03/1997 21:21:43	2	4.53
26/03/1993 05:18:14	4	3.55		13/10/1997 13:54:50	7	6.21
13/04/1993 13:26:47	4	5.69		02/11/1997 19:32:29	6	4.21
15/04/1993 20:45:19	3	3.08		03/11/1997 11:47:07	6	3.71
21/04/1993 18:19:14	6	3.33		03/11/1997 19:08:41	5	4.34
02/10/1993 12:18:28	3	4.93		04/11/1997 22:00:19	4	3.92
07/10/1993 17:08:42	5	5.29		05/11/1997 19:27:53	5	6.12
30/10/1993 18:55:41	6	5.5		22/12/1997 10:56:07	4	7.55
10/12/1993 14:13:00	4	3.42		08/01/1998 22:30:35	4	4.95
23/12/1993 22:34:26	4	3.32		25/01/1998 13:45:55	5	4.36
26/12/1993 18:16:33	5	11.84		31/01/1998 21:21:51	5	4.54
18/01/1994 23:39:04	3	3.06		17/02/1998 22:25:14	4	3.25
21/01/1994 17:26:14	6	3.86		23/02/1998 15:32:42	4	9.03
10/02/1994 12:56:25	4	5.5		28/02/1998 20:23:15	5	8.31
13/02/1994 16:09:04	4	10.9		05/03/1998 14:11:28	6	4.84
17/02/1994 13:16:29	3	6.94		02/04/1998 02:04:13	4	5.34
18/02/1994 13:40:38	3	4.77		02/04/1998 04:13:08	4	3.87
19/03/1994 16:00:14	4	3.09		13/08/1998 01:43:30	5	3.54
13/04/1994 13:17:11	4	4.58		17/11/1998 22:16:00	7	8.42
20/11/1994 00:14:19	5	6.52		22/11/1998 22:15:19	5	5.69
27/11/1994 15:52:33	2	4.45		28/11/1998 06:32:11	6	8.54
18/12/1994 16:43:44	5	5.2		08/12/1998 23:08:09	4	5.63
04/01/1995 15:43:53	3	3.23		10/12/1998 07:13:30	4	5.45
09/01/1995 22:42:52	6	4.74		22/12/1998 08:29:06	4	3.79
16/01/1995 16:25:10	9	7.63		29/01/1999 22:09:01	5	6.07
29/01/1995 19:10:53	7	3.33		01/02/1999 17:01:00	7	5.85
15/02/1995 17:53:57	7	7.54		03/02/1999 14:47:43	4	3.19
23/02/1995 15:11:18	7	5.71		04/03/1999 04:02:51	6	3.78
24/02/1995 00:12:19	5	3.08		04/03/1999 21:15:20	3	3.71
02/03/1995 17:27:23	7	3.37		28/04/1999 15:27:25	6	10.51
08/03/1995 01:04:15	8	6.42		05/10/1999 12:52:31	8	3.92
29/03/1995 15:27:03	9	10.25		08/12/1999 21:33:56	4	3.71
16/08/1995 21:00:55	5	3.15		29/12/1999 21:30:30	3	4.5
14/09/1995 14:48:59	3	3.68		30/12/1999 22:46:27	4	5.03
07/12/1995 16:59:21	4	3.18				
08/12/1995 14:53:59	6	10.51				
26/12/1995 18:28:28	3	4.87				
26/12/1995 20:26:57	5	3.09				
27/12/1995 19:49:28	5	4.93				
27/12/1995 21:23:40	4	3.72				

18/01/2000 14:42:38	7	7.53	08/01/2004 11:19:22	4	3.55
19/01/2000 12:31:22	3	3.28	19/01/2004 13:51:12	4	5.12
24/01/2000 22:41:31	4	3.16	21/02/2004 20:52:20	6	4.39
01/02/2000 12:49:44	7	5.95	11/03/2004 20:24:25	5	3.63
17/02/2000 04:50:09	3	3.02	26/03/2004 23:44:43	7	4.55
16/04/2000 16:02:17	5	3.57	30/03/2004 15:29:46	6	3.04
15/08/2000 20:33:16	4	3.17	30/07/2004 03:16:09	5	3.36
20/10/2000 16:55:02	7	3.21	01/10/2004 19:34:30	6	3.84
09/12/2000 22:46:18	5	3.77	15/11/2004 18:56:43	5	13.85
10/12/2000 19:39:50	4	4.31	15/12/2004 14:03:35	3	3.57
15/12/2000 19:07:58	3	3.1	02/01/2005 06:18:54	4	3.52
25/12/2000 17:48:22	6	9.99	11/01/2005 12:39:52	5	3.42
27/12/2000 13:57:03	7	3.3	14/01/2005 18:17:50	4	5.71
02/01/2001 12:45:06	3	3.69	21/01/2005 12:55:55	5	6.39
04/01/2001 04:17:50	4	3.86	08/02/2005 04:35:53	3	3.19
20/01/2001 19:07:30	7	4.29	22/02/2005 23:00:56	5	4.1
24/01/2001 00:34:08	5	3.84	14/11/2005 12:43:32	7	5.1
25/01/2001 23:36:47	3	3.47	27/12/2005 23:00:47	5	3.23
12/02/2001 13:39:10	6	4.31	29/12/2005 16:49:31	6	10.15
16/02/2001 23:04:37	9	7.16	13/01/2006 12:56:29	2	4.85
08/03/2001 22:10:05	7	3.4	15/01/2006 13:23:37	2	4.17
10/09/2001 15:53:05	5	4.87	21/01/2006 21:41:38	1	3.06
23/12/2001 19:23:47	5	3.03	04/02/2006 14:10:41	3	5.8
26/12/2001 21:53:31	6	6	08/02/2006 18:20:51	3	3.47
15/01/2002 18:59:36	7	7.78	10/02/2006 04:05:55	2	3.45
17/01/2002 20:11:47	3	4.98	12/02/2006 00:37:24	1	5.3
21/01/2002 14:37:09	6	7.72	02/03/2006 22:54:00	1	5.31
29/01/2002 13:39:24	6	6.34	04/03/2006 15:25:22	2	5.5
19/02/2002 15:31:40	4	17.42	10/03/2006 14:59:28	1	3.12
28/02/2002 15:16:45	6	7.39	25/03/2006 13:57:07	1	4.36
18/03/2002 11:24:38	7	3.87	28/03/2006 23:50:02	1	4.45
10/04/2002 16:47:43	4	6.94	22/10/2006 20:48:23	2	3.39
22/04/2002 12:18:31	5	3.35	04/11/2006 21:13:18	2	8.19
26/04/2002 02:14:07	4	4.44	05/11/2006 14:11:20	2	6.04
10/05/2002 14:42:19	5	4.69	10/11/2006 02:01:58	4	3.3
23/10/2002 15:51:36	6	3.4	30/11/2006 14:58:31	2	5.1
25/10/2002 19:08:31	3	3.51	17/12/2006 20:22:29	1	6.81
27/10/2002 12:34:34	4	3.89	29/12/2006 01:08:02	2	3.5
16/11/2002 19:45:14	3	4.61	30/12/2006 02:32:11	2	3.23
24/11/2002 20:42:19	3	3.64	02/01/2007 15:47:55	4	6.73
30/11/2002 21:16:30	6	6.53	04/01/2007 13:48:16	2	4.1
03/12/2002 20:50:55	3	3.16	30/01/2007 13:07:56	7	3.38
19/12/2002 00:44:08	6	7.3	31/01/2007 22:16:43	6	3.48
22/12/2002 13:01:40	6	3.9	03/02/2007 22:22:36	5	3.11
21/01/2003 18:04:16	4	6.53	09/02/2007 12:23:10	6	4.11
23/01/2003 09:28:00	5	5.67	14/02/2007 16:11:49	6	6.9
25/01/2003 20:52:20	6	4.11	19/02/2007 12:31:04	2	3.03
05/02/2003 04:34:45	5	4.68	24/02/2007 16:49:33	3	4.22
05/02/2003 20:07:11	5	5.38	28/02/2007 15:03:51	7	3.56
20/02/2003 21:51:56	5	3.4	04/03/2007 13:01:16	7	3.91
21/02/2003 14:40:57	6	5.77	16/03/2007 20:19:42	3	8.76
02/03/2003 12:24:46	4	3.27	11/04/2007 20:02:06	6	3.61
29/10/2003 17:00:14	3	5.1	25/04/2007 12:48:52	3	3.59
09/12/2003 17:25:00	6	5.11	27/04/2007 19:29:45	1	4.18
12/12/2003 15:02:54	6	8.77	05/09/2007 17:12:38	3	3.67
19/12/2003 13:42:24	3	3.08	24/09/2007 16:02:38	3	6.11
24/12/2003 14:58:27	5	5.78	05/10/2007 19:24:16	3	3.18
26/12/2003 19:12:58	3	3.83	30/10/2007 23:10:18	9	14.61
			17/12/2007 12:10:57	4	4.23
			24/12/2007 01:38:10	3	3.29

**DATOS DEL SEHAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION
(i-d-T) 60 minutos**

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna			
				05/01/1996 15:52:34	9	15.05
02/01/1991 00:42:31	19	18.94		06/01/1996 14:28:55	16	11.7
06/01/1991 03:18:33	14	5.21		19/01/1996 12:48:49	6	6
10/01/1991 14:19:35	14	6.77		22/01/1996 23:58:02	11	6.2
25/01/1991 12:20:24	14	8.3		25/01/1996 20:49:16	10	5.59
25/01/1991 16:44:26	15	5.12		13/02/1996 16:25:14	9	8.93
20/03/1991 05:06:18	16	8.58		03/03/1996 21:16:48	11	10.57
21/03/1991 13:14:35	8	5.17		04/03/1996 22:12:22	9	9.5
10/04/1991 15:02:04	13	8.8		21/11/1996 05:18:56	11	5.02
06/05/1991 01:13:07	14	7.84		18/12/1996 17:22:22	11	6.13
18/01/1992 23:02:54	4	6		04/01/1997 23:11:03	12	6.2
18/02/1992 16:36:22	11	6.77		05/02/1997 22:43:12	11	5.95
12/03/1992 00:21:42	9	7.7		15/02/1997 17:48:49	10	7.93
26/04/1992 13:38:46	8	5.34		06/03/1997 15:27:00	11	10
13/10/1992 11:36:38	5	10.2		14/03/1997 00:23:55	9	5.38
24/02/1993 16:27:34	14	5.8		14/03/1997 21:21:43	6	6.7
26/03/1993 04:59:26	8	6.79		13/10/1997 13:48:50	17	12.55
13/04/1993 13:25:21	8	6.46		02/11/1997 19:14:00	10	8
15/04/1993 22:08:00	6	7.5		03/11/1997 19:04:15	7	5.9
09/09/1993 20:51:37	7	5.06		05/11/1997 19:22:39	11	8.84
02/10/1993 12:18:28	7	6		22/12/1997 10:56:07	9	9.01
07/10/1993 16:52:11	13	7.84		08/01/1998 22:14:04	10	7.44
30/10/1993 18:48:03	9	6.25		25/01/1998 13:42:03	9	6.06
10/12/1993 14:03:54	8	6.95		17/02/1998 21:49:36	8	5.85
23/12/1993 22:34:26	8	5.9		23/02/1998 15:32:42	8	10.34
26/12/1993 17:54:59	12	21.21		28/02/1998 20:23:15	8	9.25
18/01/1994 23:22:49	10	5.46		16/03/1998 23:35:20	5	5.47
21/01/1994 17:20:14	11	5.54		02/04/1998 01:59:12	9	9.11
10/02/1994 12:56:25	4	5.58		02/04/1998 05:02:28	8	5.85
13/02/1994 16:07:45	9	14.8		19/10/1998 18:49:57	8	5.27
17/02/1994 13:08:24	6	8.2		17/11/1998 21:38:52	11	9.56
18/02/1994 13:40:38	5	6.1		21/11/1998 20:02:07	7	6.77
13/04/1994 12:56:47	7	5		22/11/1998 22:03:27	12	11.12
07/05/1994 14:32:41	5	5.26		28/11/1998 06:17:55	10	9.54
20/11/1994 00:14:19	9	7.24		30/11/1998 14:38:49	8	5.25
18/12/1994 16:10:07	7	5.4		08/12/1998 22:45:13	11	8.7
28/12/1994 06:53:58	7	5.4		10/12/1998 07:13:30	10	8.6
09/01/1995 22:42:52	13	8.46		29/01/1999 22:09:01	10	7.47
16/01/1995 16:08:03	14	9.31		01/02/1999 16:35:40	15	8.44
11/02/1995 02:18:48	5	5.24		04/03/1999 03:32:18	13	6.89
15/02/1995 17:44:58	16	9.3		04/03/1999 21:15:20	9	6.63
23/02/1995 15:11:18	11	7.02		28/04/1999 15:26:48	14	15.3
24/02/1995 00:12:19	11	7.47		19/09/1999 23:28:48	6	5.31
24/02/1995 03:29:25	9	5.69		29/12/1999 21:30:30	6	6.24
08/03/1995 00:51:48	19	14.29		30/12/1999 22:29:12	8	7.72
29/03/1995 15:25:03	17	14.09		11/01/2000 02:29:56	7	5.3
16/07/1995 20:26:27	9	5.1		18/01/2000 14:33:19	12	8.4
14/09/1995 14:29:14	10	5.5		19/01/2000 12:14:06	7	6.07
08/11/1995 20:57:52	4	5.15		24/01/2000 22:39:52	8	6.97
07/12/1995 16:49:56	12	7.27		01/02/2000 12:40:28	11	6.6
08/12/1995 14:30:26	11	11.5		16/04/2000 16:02:17	11	7.24
26/12/1995 20:21:32	10	5.96		15/08/2000 20:33:16	10	6.71
27/12/1995 21:22:05	9	7.15		09/12/2000 22:09:20	10	6.51
29/12/1995 20:44:36	9	5.37		10/12/2000 19:24:39	9	9.55
				15/12/2000 19:01:40	9	5.67
				25/12/2000 17:21:47	9	11

02/01/2001 12:43:47	9	5.83			02/01/2005 06:18:54	7	8.01
04/01/2001 04:07:06	10	9.52			14/01/2005 18:17:50	8	8.43
12/01/2001 14:14:24	7	5.33			21/01/2005 12:55:55	8	7.13
15/01/2001 21:30:15	7	5.33			08/02/2005 04:35:53	7	5.66
18/01/2001 04:25:24	5	5.02			05/10/2005 22:33:54	10	5.89
23/01/2001 23:58:35	8	5.77			07/10/2005 18:17:57	6	6.95
25/01/2001 23:36:47	6	6.92			14/11/2005 12:09:29	8	5.2
12/02/2001 13:35:52	10	6.93			20/11/2005 00:25:54	10	7.03
16/02/2001 22:56:12	20	14.91			07/12/2005 01:22:49	9	6.43
08/03/2001 21:53:18	12	5.4			29/12/2005 16:09:31	9	11.8
10/09/2001 15:53:05	10	7.7					
17/10/2001 06:25:45	9	5.87			13/01/2006 12:41:02	4	9.53
26/12/2001 21:25:03	7	6.1			21/01/2006 21:41:38	2	7.89
15/01/2002 18:22:59	10	9.7			04/02/2006 13:55:10	4	7.9
17/01/2002 19:55:37	9	6.1			09/02/2006 02:14:09	5	5.8
21/01/2002 14:02:42	14	15.2			12/02/2006 00:37:24	2	12.44
28/01/2002 21:09:53	9	5.88			02/03/2006 22:33:17	3	6.4
29/01/2002 13:01:55	7	6.4			04/03/2006 14:45:22	2	5.5
19/02/2002 15:23:11	16	32.17			21/03/2006 23:32:16	4	6.02
28/02/2002 14:46:26	12	8.6			25/03/2006 13:24:39	2	6.03
10/04/2002 16:47:43	7	7.8			28/03/2006 23:47:42	5	9.46
26/04/2002 02:14:07	6	5.1			22/10/2006 20:43:12	5	8.51
10/05/2002 14:05:03	11	8.56			28/10/2006 00:26:42	3	5.11
27/10/2002 12:29:46	10	6.48			04/11/2006 21:13:18	8	11.67
16/11/2002 19:05:14	7	7.1			05/11/2006 13:45:57	5	6.8
24/11/2002 20:03:19	8	7.01			06/11/2006 23:36:33	7	5.11
30/11/2002 20:52:23	12	9.1			30/11/2006 14:18:31	4	5.4
19/12/2002 00:35:00	9	8.2			17/12/2006 20:22:29	4	15.2
14/01/2003 01:18:12	5	5.45			27/12/2006 00:09:55	5	5.51
21/01/2003 18:09:12	12	10.09					
23/01/2003 08:48:31	6	5.7			01/01/2007 17:53:37	14	6.93
25/01/2003 20:12:20	11	7.88			02/01/2007 15:47:55	8	9.32
05/02/2003 04:21:16	9	7.07			11/01/2007 13:19:25	9	5.7
05/02/2003 19:59:29	10	7.31			31/01/2007 21:57:57	21	6.9
11/02/2003 21:48:15	8	6.23			14/02/2007 15:31:49	6	6.9
13/02/2003 22:42:07	7	5.71			18/02/2007 02:54:21	10	5.26
21/02/2003 14:04:46	8	6.6			19/02/2007 12:21:02	6	5.31
02/03/2003 12:07:33	10	5.2			24/02/2007 16:49:33	8	7.13
29/10/2003 16:45:00	9	7.6			04/03/2007 13:01:16	10	5.41
09/12/2003 17:20:41	9	5.66			16/03/2007 19:44:43	5	9
12/12/2003 14:44:08	12	11.5			25/04/2007 12:12:25	9	6
24/12/2003 14:41:01	9	6.9			27/04/2007 19:28:13	4	10.22
26/12/2003 18:55:33	8	8.43			24/09/2007 16:00:22	8	9.26
01/01/2004 19:59:09	5	5.37			05/10/2007 18:56:42	9	5.1
08/01/2004 11:10:03	9	5.92			30/10/2007 22:32:36	13	17.5
14/01/2004 18:23:44	8	6.28			22/11/2007 23:14:31	5	6.59
19/01/2004 13:30:14	8	6.31			24/12/2007 01:34:33	5	6.31
20/01/2004 23:06:12	6	6.14					
18/02/2004 07:46:42	11	5.4					
21/02/2004 20:37:49	11	5.1					
26/03/2004 23:06:59	11	5.6					
15/11/2004 18:41:12	11	17					

**DATOS DEL SEHAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION
(i-d-T) 120 minutos**

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna			
02/01/1991 00:37:41	30	21.14		09/01/1995 22:40:58	23	13.18
02/01/1991 23:56:24	15	6.27		13/01/1995 16:28:25	18	5.72
06/01/1991 03:13:55	23	6.5		16/01/1995 15:10:33	15	9.4
10/01/1991 14:17:56	16	6.8		28/01/1995 00:25:27	20	7.53
17/01/1991 01:40:58	10	5.4		11/02/1995 01:29:49	12	8.34
22/01/1991 07:36:03	17	6.1		15/02/1995 17:47:53	16	9.56
25/01/1991 11:20:24	14	8.3		23/02/1995 15:03:13	12	7.1
13/03/1991 14:40:08	18	5		24/02/1995 00:12:19	20	12.74
20/03/1991 04:14:57	19	8.8		08/03/1995 00:01:10	32	18.28
21/03/1991 12:22:40	10	5.3		26/03/1995 22:50:43	19	8.13
10/04/1991 14:02:04	20	9.4		29/03/1995 14:58:20	20	14.3
06/05/1991 01:06:43	28	11.87		21/04/1995 00:50:31	15	5.2
08/06/1991 01:38:02	14	5.36		16/07/1995 20:14:23	13	5.5
08/06/1991 22:50:05	15	5.37		16/08/1995 21:00:55	16	5.98
18/01/1992 22:02:54	4	6		14/09/1995 13:29:14	10	5.5
18/02/1992 15:36:22	12	6.8		02/10/1995 20:07:50	17	5.77
19/02/1992 23:46:33	14	5.73		08/11/1995 20:39:31	12	7.27
12/03/1992 00:07:15	13	9.9	*	21/11/1995 02:51:06	13	6.87
26/04/1992 13:33:49	14	6.7		03/12/1995 21:24:30	16	5.17
19/08/1992 19:14:22	16	6.1		07/12/1995 16:29:15	17	11.1
13/10/1992 10:36:38	5	10.2		08/12/1995 05:02:38	11	5.91
23/11/1992 03:02:52	14	8.32		08/12/1995 13:30:26	11	11.5
01/12/1992 20:39:02	19	7.1		26/12/1995 18:33:16	7	7.02
07/12/1992 20:22:27	12	7.43		27/12/1995 19:58:24	17	11.88
13/01/1993 05:45:49	13	5.56		29/12/1995 20:15:58	16	9.21
28/01/1993 00:21:04	13	8.54		05/01/1996 15:52:34	10	15.4
24/02/1993 15:33:52	16	5.9		06/01/1996 13:28:55	16	11.7
26/03/1993 04:33:28	14	8.73		15/01/1996 01:22:23	8	5.76
13/04/1993 13:25:21	14	7.72		16/01/1996 00:13:17	10	6.19
15/04/1993 21:00:25	14	11.34		19/01/1996 12:40:55	10	7.9
20/08/1993 23:28:38	14	7.02		22/01/1996 22:58:02	11	6.2
09/09/1993 20:51:37	13	7.61		25/01/1996 20:49:16	13	5.97
02/10/1993 11:19:31	8	6		13/02/1996 15:25:14	11	9.2
04/10/1993 22:33:09	15	6.01		03/03/1996 21:16:48	17	11.46
07/10/1993 15:55:36	16	8.1		04/03/1996 21:44:31	12	10.6
30/10/1993 18:45:03	14	7.1		26/09/1996 20:59:56	9	5.82
10/12/1993 14:00:28	13	8.8		28/09/1996 02:57:13	10	6.1
23/12/1993 22:34:26	13	10.13		21/11/1996 05:18:56	15	6.14
26/12/1993 18:02:37	16	26.35		10/12/1996 04:58:19	13	5.85
30/12/1993 06:21:52	12	6.61		18/12/1996 17:22:22	20	10.54
07/01/1994 22:19:53	15	6.35		21/12/1996 11:26:47	12	8.29
18/01/1994 23:22:49	16	8.02		04/01/1997 22:11:03	12	6.2
21/01/1994 17:20:14	12	5.8		31/01/1997 22:24:47	8	5.05
10/02/1994 12:34:24	6	5.8		05/02/1997 22:43:12	15	7
13/02/1994 16:07:45	10	14.8		14/02/1997 23:02:23	13	5.58
14/02/1994 16:47:15	10	5.8		15/02/1997 17:30:02	13	8.4
17/02/1994 12:08:24	6	8.2		03/03/1997 11:10:58	13	5.07
18/02/1994 13:40:38	7	6.78		04/03/1997 19:28:49	12	6.72
19/03/1994 21:39:28	7	5.29		06/03/1997 14:27:00	11	10
13/04/1994 11:56:47	7	5		07/03/1997 06:31:44	6	7.02
07/05/1994 14:32:41	8	6.2		08/03/1997 22:57:56	14	6.34
17/06/1994 22:32:08	13	7.41		14/03/1997 00:01:35	12	5.77
16/11/1994 18:49:15	11	6.96		14/03/1997 21:02:54	7	6.8
19/11/1994 23:56:39	14	8.6		27/09/1997 00:56:33	8	5.23
20/11/1994 19:51:46	13	8.23		13/10/1997 13:48:50	20	13.99
14/12/1994 01:25:59	12	5.52		01/11/1997 18:05:49	14	6.5
18/12/1994 15:10:07	7	5.4		02/11/1997 18:14:00	10	8
18/12/1994 22:51:26	9	7.91		03/11/1997 19:04:15	7	5.9
25/12/1994 21:24:23	16	7.78		04/11/1997 21:48:03	14	5.9
28/12/1994 05:53:58	8	5.6		05/11/1997 18:29:08	12	8.9
				18/12/1997 12:44:06	14	5
				22/12/1997 10:56:07	13	9.69

03/01/1998 14:31:07	9	5.5			02/01/2001 12:43:47	12	6.2
05/01/1998 23:07:52	9	6.7			04/01/2001 03:41:48	19	16.27
08/01/1998 21:59:36	15	8			10/01/2001 16:45:46	14	6
23/01/1998 20:06:41	9	7.81			12/01/2001 14:10:12	10	6.1
25/01/1998 13:18:30	12	6.9			15/01/2001 21:18:26	12	8.35
17/02/1998 20:49:36	12	7.6			18/01/2001 04:10:44	8	7.67
23/02/1998 15:32:42	9	10.4			21/01/2001 08:00:00	7	5.48
28/02/1998 20:23:15	14	10.96			23/01/2001 23:58:35	12	7.67
16/03/1998 23:35:20	9	9.47			25/01/2001 23:18:24	13	11.4
02/04/1998 03:21:17	16	15.49			12/02/2001 13:05:19	16	8.3
25/06/1998 20:47:46	9	5.7			16/02/2001 22:37:52	30	22.27
13/10/1998 21:32:19	12	6.15			08/03/2001 21:03:48	13	5.6
19/10/1998 18:19:48	12	7.3			06/07/2001 00:42:15	11	5.7
17/11/1998 21:38:52	13	10.33			16/08/2001 21:09:04	15	8.37
21/11/1998 19:59:15	12	9.27			10/09/2001 15:53:05	10	7.7
22/11/1998 21:41:34	19	13.54			12/10/2001 05:59:04	8	6.35
28/11/1998 05:32:46	11	9.6			17/10/2001 06:10:07	14	8.38
30/11/1998 13:42:08	9	5.3			17/12/2001 19:50:07	8	6.49
08/12/1998 22:49:39	12	8.71			23/12/2001 19:00:09	14	6
10/12/1998 07:13:30	14	10.68			26/12/2001 20:25:03	7	6.1
22/12/1998 06:49:06	11	5.75			15/01/2002 17:22:59	10	9.7
31/12/1998 22:57:01	15	6.96			17/01/2002 03:21:55	11	5.05
02/01/1999 01:39:19	11	5.05			17/01/2002 20:01:48	12	6.47
14/01/1999 05:30:10	15	6.1			21/01/2002 13:37:52	20	17.2
14/01/1999 23:59:07	14	5.07			28/01/2002 21:09:53	14	9.23
24/01/1999 00:57:42	9	8.57			29/01/2002 12:01:55	7	6.4
29/01/1999 21:12:29	11	7.5			19/02/2002 14:47:50	29	37.51
31/01/1999 11:18:47	13	5.45			28/02/2002 13:46:26	12	8.6
01/02/1999 16:32:53	21	9.46			06/03/2002 23:31:23	13	7.11
04/03/1999 02:57:22	16	7.8			19/03/2002 04:32:44	9	5.12
04/03/1999 21:15:20	18	10.07			10/04/2002 16:47:43	9	7.9
22/03/1999 06:05:24	12	5.01			26/04/2002 01:59:10	8	5.3
31/03/1999 14:07:55	13	5.7			10/05/2002 13:05:03	13	9.1
28/04/1999 15:26:48	14	15.3			27/06/2002 23:09:37	15	5.31
15/09/1999 23:51:52	9	6.47			11/10/2002 00:29:50	12	6.5
17/09/1999 00:30:25	10	6.89			27/10/2002 11:32:08	12	7
19/09/1999 22:48:24	11	9.28			16/11/2002 18:05:14	7	7.1
29/12/1999 21:25:44	11	10.1			24/11/2002 19:03:19	12	9.52
30/12/1999 22:40:31	14	10.61			30/11/2002 19:52:23	14	9.2
31/12/1999 21:55:21	9	5.32			03/12/2002 20:49:09	14	8.51
11/01/2000 02:26:13	10	6.89			18/12/2002 23:35:00	9	8.2
18/01/2000 13:33:19	12	8.4			01/01/2003 21:14:07	14	6.3
19/01/2000 11:30:05	10	6.8			12/01/2003 00:51:42	11	5
24/01/2000 22:39:52	11	11.33			14/01/2003 01:07:02	8	7.95
28/01/2000 02:20:51	12	6.63			21/01/2003 17:25:47	15	12.6
01/02/2000 11:40:28	11	6.6			23/01/2003 07:48:31	7	5.7
09/02/2000 11:07:03	11	5.2			24/01/2003 06:29:38	15	5.01
16/04/2000 16:02:17	13	7.6			25/01/2003 19:51:23	22	13.01
13/08/2000 22:22:19	10	5.17			05/02/2003 04:21:16	12	8.11
15/08/2000 19:52:59	12	7.1			05/02/2003 19:59:29	14	9.3
05/12/2000 23:28:50	12	8.97			11/02/2003 21:30:04	15	9.62
08/12/2000 05:25:21	12	6.86			13/02/2003 22:05:29	13	9.03
09/12/2000 21:09:20	12	8.03			21/02/2003 00:02:26	15	6.2
10/12/2000 19:24:39	14	11.81			21/02/2003 13:04:46	8	6.6
15/12/2000 18:41:00	14	7.88			21/02/2003 19:19:21	16	5.38
25/12/2000 16:21:47	9	11			02/03/2003 11:07:33	10	5.2
					03/03/2003 12:26:36	13	5.18
					06/03/2003 12:28:32	16	6.16
					14/03/2003 06:00:00	15	7.4
					17/03/2003 04:20:04	14	7.67
					21/03/2003 08:09:22	12	5.52
					11/09/2003 20:39:17	14	7.6
					29/10/2003 15:45:00	9	7.6
					09/12/2003 16:57:43	12	6
					12/12/2003 14:42:04	16	11.9
					23/12/2003 18:36:26	8	5.6
					24/12/2003 13:41:01	9	6.9
					26/12/2003 19:05:45	12	12.69

01/01/2004	19:32:18	13	8.71		
08/01/2004	10:52:53	11	6.14		
08/01/2004	17:12:30	10	5.2		
13/01/2004	00:46:42	5	5.62		
14/01/2004	18:13:38	12	9.75		
19/01/2004	12:56:59	10	6.5		
20/01/2004	22:24:34	11	8.76		
18/02/2004	07:34:05	15	6.37		
21/02/2004	19:37:49	11	5.1		
26/03/2004	22:06:59	11	5.6		
30/07/2004	03:16:09	13	5.6		
24/08/2004	13:00:14	11	5.27		
27/09/2004	21:07:33	8	6		
01/10/2004	19:34:30	12	6.56		
06/11/2004	15:37:47	10	5.82		
15/11/2004	17:41:12	11	17		
15/12/2004	13:45:44	9	5		
02/01/2005	06:00:00	11	10.2		
14/01/2005	18:17:50	13	10.07		
20/01/2005	21:40:51	10	5.5		
21/01/2005	12:55:55	8	7.19		
08/02/2005	04:31:32	12	6.6		
16/02/2005	19:55:42	12	6.3		
22/02/2005	23:05:52	12	8.09		
05/10/2005	22:33:54	14	8.73		
07/10/2005	17:52:32	14	8.92		
14/11/2005	11:09:29	8	5.2		
19/11/2005	23:51:27	16	10.75		
22/11/2005	21:11:04	11	7.64		
25/11/2005	13:38:58	14	5.6		
07/12/2005	00:45:36	17	12.36		
28/12/2005	02:20:05	8	5.6		
29/12/2005	15:09:31	10	11.8		
11/01/2006	23:12:24	6	5.04		
13/01/2006	12:41:02	7	10.88		
14/01/2006	13:44:58	2	7.14		
14/01/2006	20:12:08	5	5.19		
18/01/2006	11:54:51	4	7.31		
21/01/2006	20:53:19	3	9.77		
25/01/2006	04:23:12	2	5.09		
04/02/2006	12:55:10	4	7.9		
09/02/2006	01:14:09	7	6.1		
10/02/2006	03:48:50	5	7.21		
12/02/2006	00:37:24	6	15.52		
02/03/2006	21:33:17	3	6.4		
04/03/2006	13:45:22	2	5.5		
21/03/2006	23:32:16	6	7.3		
23/03/2006	23:51:34	2	6.32		
25/03/2006	12:24:39	2	6.09		
28/03/2006	23:03:07	10	12		
15/08/2006	20:12:23	3	6.34		
12/10/2006	03:30:38	9	5		
22/10/2006	20:22:38	12	14.17		
28/10/2006	00:26:42	3	5.17		
04/11/2006	20:42:54	11	12.6		
05/11/2006	12:45:57	5	6.8		
06/11/2006	23:36:33	8	7.33		
07/11/2006	08:00:00	7	6.11		
30/11/2006	13:18:31	4	5.4		
07/12/2006	20:51:11	6	7.31		
17/12/2006	20:22:29	7	17.9		
27/12/2006	00:09:55	6	7.54		
29/12/2006	01:19:22	15	6.71*		
01/01/2007	17:05:24	16	7.2		
02/01/2007	05:19:31	9	5.9		
02/01/2007	15:47:55	11	9.7		
11/01/2007	13:18:33	16	6		
13/01/2007	04:44:45	17	5.8		
15/01/2007	23:45:26	19	5.2		
30/01/2007	11:34:24	17	5.37		
31/01/2007	21:57:57	32	9.28		
14/02/2007	14:31:49	6	6.9		
18/02/2007	02:50:31	15	9.05		
19/02/2007	12:15:43	10	6.7		
20/02/2007	04:29:06	17	5.43		
24/02/2007	16:49:33	12	7.67		
04/03/2007	12:16:08	14	6.8		
16/03/2007	18:44:43	5	9		
25/04/2007	11:12:25	9	6		
27/04/2007	18:49:22	9	13.12		
12/09/2007	02:59:58	8	5.13		
23/09/2007	01:15:16	10	6.74		
24/09/2007	15:15:15	10	9.7		
05/10/2007	17:56:42	9	5.1		
30/10/2007	21:32:36	15	17.9		
22/11/2007	22:20:14	9	10.03		
03/12/2007	23:03:02	7	6.99		
17/12/2007	12:02:47	10	5.7		
24/12/2007	00:58:58	7	7.98		

**DATOS DEL SEHAMHI PARA ELABORACION DE LA ECUACION
(i-d-T) 180 minutos**

Fecha Inicio	NoPuntos	Lluvia (mm)	Laguna			
02/01/1991 00:37:41	35	23.28			09/01/1995 22:18:45	33 15
02/01/1991 23:56:24	18	8			12/01/1995 07:30:23	14 5.26
06/01/1991 02:13:55	23	6.5			13/01/1995 14:27:21	22 7.23
10/01/1991 14:17:56	16	6.8			16/01/1995 14:10:33	15 9.4
12/01/1991 02:29:42	17	5.58			27/01/1995 01:06:12	19 6.26
17/01/1991 00:40:58	10	5.4			28/01/1995 00:19:55	26 8.72
22/01/1991 07:08:05	22	6.5			11/02/1995 01:29:49	14 8.59
25/01/1991 10:20:24	14	8.3			15/02/1995 17:47:53	27 12.57
13/03/1991 13:38:35	23	5.6			24/02/1995 00:12:19	23 15.02
20/03/1991 03:14:57	19	8.8			07/03/1995 23:59:30	44 21.76
21/03/1991 11:22:40	10	5.3			26/03/1995 22:42:16	26 9.21
10/04/1991 13:02:04	20	9.4			29/03/1995 13:58:20	20 14.3
06/05/1991 01:01:08	32	12.1			21/04/1995 00:56:37	16 5.27
08/06/1991 00:59:23	20	7.01			16/07/1995 19:14:23	13 5.5
08/06/1991 21:50:05	20	6.67			16/08/1995 20:53:01	19 8.07
18/01/1992 21:02:54	4	6			14/09/1995 14:14:44	13 5.8
19/01/1992 23:12:24	20	5.23			02/10/1995 19:24:06	23 7
18/02/1992 14:36:22	12	6.8			08/11/1995 20:16:33	16 8.07
19/02/1992 23:39:30	20	6.94			21/11/1995 03:06:17	18 9.48
12/03/1992 00:07:15	13	9.9	*		03/12/1995 21:34:46	19 7.48
26/04/1992 13:38:46	17	7.28			07/12/1995 16:26:44	23 13.32
19/08/1992 19:22:56	20	7.05			08/12/1995 12:30:26	11 11.5
13/10/1992 09:36:38	5	10.2			26/12/1995 18:25:41	15 11.12
23/11/1992 02:24:04	19	10.82			27/12/1995 19:58:24	23 15.36
01/12/1992 20:09:47	21	7.3			29/12/1995 19:22:26	25 12.65
07/12/1992 20:09:30	18	8.5			05/01/1996 15:52:34	10 15.4
13/01/1993 04:48:45	14	5.6			06/01/1996 12:28:55	16 11.7
27/01/1993 23:31:54	17	11.55			15/01/1996 01:39:48	14 7.66
24/02/1993 15:33:52	16	5.9			16/01/1996 01:16:25	14 7.7
27/02/1993 18:59:36	18	5.61			19/01/1996 11:40:55	10 7.9
26/03/1993 03:38:22	18	9.4			22/01/1996 21:58:02	11 6.2
13/04/1993 12:42:04	15	7.9			25/01/1996 20:49:16	16 8.34
15/04/1993 20:34:11	22	16.47			26/01/1996 20:46:42	16 5
21/04/1993 18:18:38	14	5			13/02/1996 14:25:14	11 9.2
20/08/1993 22:12:14	17	7.45			17/02/1996 00:57:35	13 6.01
09/09/1993 20:32:59	17	8.5			03/03/1996 21:16:48	20 11.9
02/10/1993 10:19:31	8	6			04/03/1996 20:44:31	12 10.6
04/10/1993 22:10:22	20	6.7			04/04/1996 11:13:14	20 6.99
07/10/1993 17:00:33	19	9.2			26/09/1996 20:59:56	12 7.03
30/10/1993 17:45:03	14	7.1			28/09/1996 02:57:13	10 6.1
14/11/1993 10:21:52	13	6.94			12/10/1996 21:37:34	12 5.29
23/11/1993 05:00:00	14	5.06			10/11/1996 06:15:00	18 5.06
10/12/1993 14:00:28	13	8.8			21/11/1996 04:37:25	16 6.2
23/12/1993 21:52:55	17	11.17			10/12/1996 03:53:15	19 7.18
26/12/1993 17:51:23	20	30.91			18/12/1996 17:22:22	27 12.9
30/12/1993 06:14:11	13	8.71			21/12/1996 11:17:52	14 8.6
07/01/1994 21:30:35	19	7.49				
18/01/1994 23:22:49	23	9.82				
21/01/1994 17:20:14	12	5.8				
10/02/1994 11:34:24	6	5.8				
13/02/1994 16:07:45	10	14.8				
14/02/1994 15:47:15	10	5.8				
17/02/1994 11:08:24	6	8.2				
18/02/1994 12:53:12	8	7				
19/03/1994 21:28:04	10	6.2				
13/04/1994 10:56:47	7	5				
13/04/1994 22:36:55	13	5.75				
07/05/1994 13:34:25	10	6.3				
17/06/1994 22:38:16	16	9.09				
16/11/1994 17:50:59	12	7				
19/11/1994 22:56:39	14	8.6				
20/11/1994 19:21:35	16	9.2				
27/11/1994 13:13:06	5	5				
14/12/1994 01:25:59	14	5.69				
18/12/1994 22:21:09	14	9.28				
25/12/1994 21:18:34	21	9.98				
28/12/1994 04:53:58	8	5.6				

04/01/1997 21:11:03	12	6.2		02/01/1999 00:39:19	13	5.6
31/01/1997 21:37:36	12	5.96		14/01/1999 05:30:10	16	6.1
05/02/1997 22:43:12	18	7.16		14/01/1999 23:16:10	16	5.4
14/02/1997 22:07:08	14	5.6		23/01/1999 23:35:48	18	11.13
15/02/1997 16:30:02	13	8.4		29/01/1999 20:12:29	11	7.5
03/03/1997 10:19:56	17	5.3		31/01/1999 10:27:50	15	5.68
04/03/1997 18:44:56	13	7.4		01/02/1999 14:48:30	20	9.66
06/03/1997 13:27:00	11	10		25/02/1999 00:19:48	17	5.71
07/03/1997 05:56:04	11	9.17		04/03/1999 01:57:22	16	7.8
08/03/1997 22:39:02	15	6.6		04/03/1999 20:43:55	22	11.53
13/03/1997 23:01:35	14	5.9		22/03/1999 05:46:59	15	5.54
14/03/1997 20:02:54	7	6.8		31/03/1999 13:41:57	15	6
27/09/1997 01:36:28	11	6.64		28/04/1999 15:26:48	14	15.3
13/10/1997 13:48:50	26	17.07		15/09/1999 23:51:52	11	7.6
14/10/1997 11:42:17	13	5		17/09/1999 00:30:25	13	7.94
01/11/1997 17:05:49	14	6.5		19/09/1999 22:42:19	15	11.15
02/11/1997 17:14:00	10	8		05/10/1999 11:57:48	17	5.5*
03/11/1997 19:04:15	7	5.9		09/11/1999 19:05:40	18	5.93
04/11/1997 20:48:03	14	5.9		29/12/1999 20:25:44	11	10.1
05/11/1997 17:29:08	12	8.9		30/12/1999 22:29:12	19	12.72
22/11/1997 08:27:45	8	5		31/12/1999 21:55:21	11	5.5
18/12/1997 12:44:06	14	5		11/01/2000 01:39:00	14	7.95
22/12/1997 10:56:07	14	9.7		18/01/2000 12:33:19	12	8.4
03/01/1998 13:31:07	11	5.8		19/01/2000 11:25:45	12	6.9
05/01/1998 22:36:27	13	7.7		24/01/2000 22:14:13	16	12.6
08/01/1998 20:59:36	15	8		28/01/2000 02:20:51	15	9.86
23/01/1998 19:13:14	14	10.25		01/02/2000 10:40:28	11	6.6
25/01/1998 12:18:30	12	6.9		09/02/2000 11:00:00	13	5.3
11/02/1998 02:29:46	11	5.45		17/02/2000 02:25:32	15	5.3
17/02/1998 19:49:36	12	7.6		10/03/2000 02:37:47	12	5.15
23/02/1998 15:32:42	9	10.4		16/04/2000 16:02:17	13	7.6
28/02/1998 19:26:20	15	11		01/06/2000 22:18:16	17	5.09
05/03/1998 13:20:07	9	5.2		09/06/2000 00:00:21	13	5.23
16/03/1998 23:13:22	14	12.32		13/08/2000 22:22:19	15	6.2
02/04/1998 01:59:12	24	23.37		15/08/2000 18:52:59	12	7.1
25/06/1998 21:05:34	10	5.75		05/12/2000 22:36:23	16	13.31
13/10/1998 21:32:19	17	7.03		08/12/2000 05:07:36	17	7.8
19/10/1998 17:19:48	12	7.3		09/12/2000 20:21:16	17	9.89
28/10/1998 02:29:50	15	6.26		10/12/2000 19:24:39	17	13.25
31/10/1998 00:34:56	11	6.29		15/12/2000 17:41:00	17	9.42
17/11/1998 22:21:23	18	12.71		25/12/2000 15:21:47	9	11
21/11/1998 19:58:47	17	10.2		02/01/2001 12:43:47	12	6.2
22/11/1998 21:41:34	22	14.3		04/01/2001 03:22:06	25	18
28/11/1998 04:32:46	11	9.6		10/01/2001 15:45:46	14	6
30/11/1998 12:42:08	9	5.3		12/01/2001 14:10:12	10	6.1
08/12/1998 22:05:11	13	8.8		15/01/2001 21:18:26	15	9.61
10/12/1998 06:29:37	16	11		18/01/2001 04:10:44	12	8.68
22/12/1998 06:46:39	14	6		21/01/2001 07:37:01	10	6
31/12/1998 21:29:07	19	9.64		23/01/2001 23:58:20	16	8.4
				25/01/2001 23:13:43	17	12.6
				12/02/2001 13:05:19	16	8.3
				16/02/2001 22:37:52	36	24.2
				23/02/2001 01:25:27	13	5.2
				08/03/2001 20:03:48	13	5.6
				19/03/2001 17:39:20	13	5.2
				06/07/2001 00:35:14	13	6.06
				16/08/2001 20:19:03	18	9.3
				20/08/2001 03:08:41	7	5.16
				10/09/2001 15:53:05	10	7.7
				12/10/2001 05:20:00	11	7.88
				17/10/2001 05:05:22	18	10.46
				17/12/2001 19:40:20	12	7.42
				23/12/2001 18:00:09	14	6
				26/12/2001 19:25:03	7	6.1

15/01/2002 16:22:59	10	9.7		
17/01/2002 03:32:39	13	7.47		
17/01/2002 19:10:24	13	6.5		
21/01/2002 12:37:52	20	17.2		
28/01/2002 21:09:53	16	9.33		
29/01/2002 11:01:55	7	6.4		
18/02/2002 21:53:21	16	8.92		
19/02/2002 14:17:48	33	38.49		
28/02/2002 12:46:26	12	8.6		
06/03/2002 23:28:10	17	7.9		
19/03/2002 04:06:09	12	5.4		
10/04/2002 16:47:43	9	7.9		
26/04/2002 00:59:10	8	5.3		
27/04/2002 11:19:10	13	5.51		
10/05/2002 12:05:03	13	9.1		
27/06/2002 23:01:52	17	5.5		
04/09/2002 03:41:39	11	5.37		
11/10/2002 00:29:50	13	6.6		
27/10/2002 11:34:18	14	7.2		
16/11/2002 17:05:14	7	7.1		
24/11/2002 18:03:19	16	11.37		
30/11/2002 18:52:23	16	9.4		
03/12/2002 07:07:54	16	6.03		
03/12/2002 20:49:09	16	9.79		
18/12/2002 22:35:00	9	8.2		
01/01/2003 21:14:07	14	6.3		
12/01/2003 00:34:02	15	7.4		
14/01/2003 00:43:29	11	9.27		
21/01/2003 00:22:17	18	7.44		
21/01/2003 16:25:47	17	12.8		
23/01/2003 06:48:31	7	5.7		
24/01/2003 05:33:50	18	5.99		
25/01/2003 20:10:47	21	16.64		
05/02/2003 04:21:16	15	8.45		
05/02/2003 19:59:29	15	9.4		
11/02/2003 21:30:04	19	12.21		
13/02/2003 21:46:30	18	9.9		
20/02/2003 21:51:56	20	8.52		
21/02/2003 12:04:46	8	6.6		
24/02/2003 11:28:17	16	5.8		
02/03/2003 11:59:56	12	5.3		
03/03/2003 12:26:36	14	5.2		
06/03/2003 12:28:32	19	7.02		
14/03/2003 05:00:00	15	7.4		
17/03/2003 03:43:10	19	10.53		
21/03/2003 07:20:46	15	5.7 *		
04/08/2003 03:59:52	14	5.9		
06/09/2003 03:34:32	17	5.37		
11/09/2003 20:17:19	20	10.46		
29/10/2003 14:45:00	9	7.6		
31/10/2003 23:04:58	12	5		
09/12/2003 15:57:43	12	6		
12/12/2003 14:42:04	16	11.9		
23/12/2003 17:36:26	8	5.6		
24/12/2003 12:41:01	9	6.9		
25/12/2003 08:15:58	10	6.61		
26/12/2003 18:55:33	16	18.12		
01/01/2004 19:32:18	18	11.32		
08/01/2004 10:52:53	11	6.19		
13/01/2004 00:17:59	8	7.69		
14/01/2004 18:13:38	16	12.69		
19/01/2004 13:30:14	11	6.56		
20/01/2004 22:10:42	14	9.74		
18/02/2004 07:09:42	17	6.6		
21/02/2004 18:37:49	11	5.1		
26/03/2004 21:06:59	11	5.6		
30/07/2004 03:16:09	13	5.6		
21/08/2004 12:22:25	15	5		
24/08/2004 13:00:14	15	6.92		
27/09/2004 21:07:33	8	6		
01/10/2004 18:52:53	14	6.8		
06/11/2004 15:37:47	11	6.2		
15/11/2004 16:41:12	11	17		
14/12/2004 22:20:39	17	6		
15/12/2004 13:45:44	9	5		
16/12/2004 22:08:12	14	5.92		
02/01/2005 05:00:00	11	10.2		
14/01/2005 18:10:18	19	11.2		
20/01/2005 20:40:51	10	5.5		
21/01/2005 12:55:55	14	10.1		
08/02/2005 04:31:32	12	6.6		
16/02/2005 19:55:42	14	6.4		
22/02/2005 22:50:14	15	8.6		
05/10/2005 22:30:24	22	11.44		
07/10/2005 17:04:44	15	9.1		
24/10/2005 00:58:00	15	5.16		
14/11/2005 10:09:29	8	5.2		
19/11/2005 23:58:58	18	11.34		
22/11/2005 21:08:27	16	9.48		
25/11/2005 12:38:58	14	5.6		
06/12/2005 23:57:35	21	13.3		
26/12/2005 23:58:26	15	5.13		
28/12/2005 01:53:15	12	6.82		
29/12/2005 14:09:31	13	11.8 *		

11/01/2006 23:03:47	9	5.8
13/01/2006 12:19:30	10	11.1
14/01/2006 13:39:59	5	9.47
18/01/2006 11:39:01	7	8.77
21/01/2006 20:34:07	4	10.23
25/01/2006 04:19:16	4	7.6
04/02/2006 11:55:10	4	7.9
09/02/2006 00:14:09	7	6.1
10/02/2006 04:05:55	4	10.52
12/02/2006 00:37:24	7	19.95
12/02/2006 18:29:11	9	7.3
02/03/2006 20:33:17	3	6.4
04/03/2006 12:45:22	2	5.5
21/03/2006 23:32:16	8	7.59
23/03/2006 23:51:34	4	7.37
25/03/2006 12:07:50	4	6.8
28/03/2006 22:03:07	10	12
15/08/2006 20:06:45	5	7.9
12/10/2006 02:30:38	9	5
22/10/2006 20:22:38	14	14.27
28/10/2006 00:10:40	5	5.3
04/11/2006 19:42:54	11	12.6
05/11/2006 11:45:57	5	6.8
06/11/2006 23:22:17	12	9.45
30/11/2006 12:18:31	4	5.4
07/12/2006 20:07:01	8	7.7
17/12/2006 20:22:29	7	17.9
27/12/2006 00:03:54	8	9.56
29/12/2006 01:03:32	19	7.5 *
01/01/2007 16:05:24	16	7.2
02/01/2007 15:47:55	11	9.7
11/01/2007 12:18:33	17	6
13/01/2007 05:13:57	26	7.96
15/01/2007 23:35:12	27	6.19
30/01/2007 11:26:37	21	5.6
31/01/2007 21:57:57	37	11.61
14/02/2007 13:31:49	6	6.9
18/02/2007 02:38:21	20	9.4
19/02/2007 12:15:43	11	6.72
20/02/2007 03:40:15	23	6
24/02/2007 16:28:32	15	8
04/03/2007 11:16:08	14	6.8
16/03/2007 17:44:43	5	9
05/04/2007 12:09:14	18	5.8
25/04/2007 10:12:25	9	6
27/04/2007 17:57:21	14	14
12/09/2007 02:32:48	9	5.25
23/09/2007 01:15:16	11	7
24/09/2007 14:15:15	10	9.7
05/10/2007 16:56:42	9	5.1
30/10/2007 20:32:36	15	17.9
22/11/2007 21:20:14	10	10.1
01/12/2007 04:10:18	10	6.01
03/12/2007 22:45:39	11	9.48
17/12/2007 11:02:47	11	5.7
23/12/2007 23:59:54	8	8

ANEXO 5.- DATOS LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
Progresiva 0+000 – 4+110.

12	XCOORD	YCOORD	ALTURA	Punto	XCOORD	YCOORD	ALTURA
GPS1	598480.197	8171809.730	3380.449	1152	599726.078	8173729.612	3522.677
GPS2	598689.169	8172143.584	3403.178	1153	599730.463	8173735.085	3522.699
GPS3	599917.552	8173991.505	3545.920	E16	599796.151	8173806.717	3528.865
GPS4	600062.397	8174118.566	3559.189	1155	599730.474	8173735.082	3525.590
GPS5	600594.093	8174338.139	3600.755	1156	599726.099	8173729.614	3524.629
GPS6	600935.208	8174551.319	3632.304	1157	599725.561	8173728.938	3524.646
GPS7	599569.881	8172930.992	3477.956	1158	599715.573	8173727.867	3524.253
GPS8	599409.930	8172655.402	3457.089	1159	599721.664	8173723.485	3524.331
GPS2R	598689.175	8172143.588	3403.199	1160	599708.560	8173719.051	3524.105
1	598481.098	8171821.135	3380.867	1161	599715.334	8173714.853	3523.920
2	598493.721	8171813.013	3380.853	1162	599714.944	8173714.404	3523.943
3	598475.357	8171812.190	3380.416	1163	599707.960	8173718.394	3524.136
4	598487.979	8171804.079	3380.454	1164	599708.558	8173706.645	3522.114
5	598481.178	8171821.181	3377.898	1165	599707.822	8173705.786	3522.039
6	598493.727	8171813.095	3377.882	1166	599701.639	8173710.475	3520.876
7	598494.159	8171812.762	3380.892	1167	599702.491	8173711.883	3524.051
8	598493.714	8171813.064	3380.879	1168	599704.041	8173701.214	3521.745
9	598481.084	8171821.217	3381.393	1169	599698.167	8173706.278	3520.689
10	598500.645	8171851.802	3383.504	1170	599696.190	8173691.478	3521.367
11	598501.509	8171853.106	3383.562	1171	599690.202	8173696.635	3519.687
12	598510.350	8171839.188	3382.080	1172	599695.527	8173690.685	3521.350
13	598511.346	8171840.793	3383.130	1173	599689.432	8173695.645	3519.631
14	598511.341	8171840.674	3379.260	1174	599690.694	8173684.852	3520.979
15	598512.623	8171842.680	3380.718	1175	599683.697	8173676.317	3520.681
16	598499.781	8171822.616	3379.190	1176	599683.184	8173675.686	3520.608
17	598487.305	8171830.917	3382.384	1177	599684.436	8173689.572	3519.485
18	598499.763	8171822.608	3381.565	1178	599677.636	8173681.352	3519.285
19	598500.201	8171822.333	3381.578	1179	599677.234	8173668.481	3519.336
20	598487.907	8171831.682	3378.840	1180	599676.777	8173680.326	3518.773
21	598498.847	8171848.796	3379.273	1181	599676.600	8173667.689	3519.222
22	598500.525	8171851.463	3380.766	1182	599671.289	8173673.628	3518.557
23	598518.404	8171851.582	3381.291	1183	599670.592	8173672.755	3518.523
24	598518.450	8171851.618	3383.553	1184	599670.964	8173660.797	3518.966
25	598518.794	8171852.208	3384.452	1185	599664.840	8173665.749	3518.231
26	598506.318	8171860.583	3383.826	1186	599664.452	8173652.949	3518.650
27	598524.229	8171860.797	3384.815	1187	599658.374	8173657.919	3517.923
28	598506.412	8171860.587	3380.960	1188	599657.319	8173656.642	3517.928
29	598524.112	8171860.587	3382.164	1189	599663.733	8173652.082	3518.590
30	598510.522	8171866.987	3381.165	1190	599652.115	8173650.255	3517.734
31	598510.505	8171867.112	3384.122	1191	599657.972	8173645.045	3518.231
32	598510.913	8171867.787	3384.557	1192	599652.107	8173637.841	3517.900
33	598524.120	8171860.580	3384.812	1193	599646.024	8173642.841	3517.477
34	598536.802	8171880.328	3385.609	1194	599651.293	8173636.869	3517.874
35	598537.399	8171881.166	3386.349	1195	599647.452	8173632.161	3517.529
36	598524.563	8171888.937	3385.752	1196	599641.966	8173625.488	3517.139
37	598538.552	8171883.110	3382.548	1197	599639.495	8173634.947	3515.460
38	598526.391	8171891.599	3382.400	E15R	599675.218	8173677.303	3518.026
39	598539.533	8171884.575	3384.294	1198	599719.065	8173733.109	3523.051
40	598539.705	8171884.934	3386.603	1199	599719.197	8173733.289	3525.804
41	598527.040	8171892.779	3386.599	1200	599724.485	8173740.257	3523.469
42	598526.973	8171892.716	3384.278	1201	599737.673	8173742.199	3523.075
43	598546.693	8171895.848	3387.052	1202	599731.932	8173747.487	3523.661
44	598546.586	8171895.593	3384.592	1203	599738.182	8173742.674	3523.778
45	598533.517	8171902.774	3387.054	1204	599732.543	8173748.096	3523.620
46	598533.394	8171902.528	3384.959	1205	599741.058	8173745.354	3523.850
47	598557.761	8171913.161	3387.837	1206	599735.839	8173751.136	3523.621
48	598557.835	8171913.239	3384.955	1207	599745.282	8173749.301	3523.975
49	598541.298	8171914.970	3387.727	1208	599739.320	8173754.425	3523.836
50	598541.299	8171914.966	3385.697	1209	599745.769	8173749.774	3525.141
51	598564.394	8171923.394	3388.204	1210	599740.243	8173755.314	3524.985
52	598564.424	8171923.360	3385.774	1211	599752.829	8173756.375	3525.583
53	598541.825	8171915.771	3388.400	1212	599747.371	8173762.049	3524.971
54	598541.968	8171915.881	3385.987	1213	599759.398	8173762.538	3525.956

55	598552.922	8171933.076	3389.314	1214	599753.813	8173768.024	3525.356
56	598553.058	8171933.136	3386.195	1215	599760.165	8173763.256	3525.982
57	598565.435	8171924.981	3388.569	1216	599754.756	8173768.914	3525.592
58	598565.481	8171925.055	3385.982	1217	599763.841	8173766.696	3526.319
59	598565.348	8171924.816	3385.965	1218	599765.778	8173768.514	3526.289
60	598554.143	8171934.932	3389.332	1219	599760.476	8173774.287	3525.651
61	598554.179	8171934.964	3387.159	1220	599773.143	8173775.394	3526.555
62	598565.516	8171925.126	3389.275	1221	599769.015	8173782.338	3526.193
63	598565.588	8171925.211	3385.952	1222	599774.832	8173776.988	3526.553
64	598566.559	8171926.798	3389.357	1223	599770.096	8173783.291	3526.464
65	598566.547	8171926.692	3387.244	1224	599775.484	8173777.593	3526.546
66	598556.206	8171938.205	3389.478	1225	599781.048	8173782.790	3526.611
67	598556.208	8171938.230	3387.206	1226	599775.593	8173788.471	3526.800
68	598573.107	8171937.051	3389.621	1227	599776.542	8173789.371	3527.623
69	598556.764	8171939.004	3390.256	1228	599782.416	8173784.044	3527.389
70	598556.803	8171938.984	3387.256	1229	599780.245	8173792.789	3527.802
71	598573.068	8171936.932	3388.096	1230	599785.734	8173787.145	3527.521
72	598577.596	8171944.103	3390.085	1231	599777.054	8173789.931	3531.299
73	598577.583	8171944.057	3388.404	1232	599783.077	8173784.519	3531.016
74	598564.907	8171951.676	3390.731	1233	599789.357	8173790.339	3530.988
75	598564.988	8171951.687	3387.677	1234	599783.303	8173795.941	3531.053
76	598577.615	8171944.143	3390.333	1235	599789.798	8173790.963	3527.551
77	598577.847	8171944.340	3388.381	1236	599783.951	8173796.209	3528.213
78	598583.686	8171953.588	3390.575	1237	599795.552	8173797.316	3527.906
79	598583.652	8171953.651	3388.747	1238	599789.137	8173801.770	3528.804
80	598583.716	8171953.666	3391.153	1239	599796.386	8173798.382	3528.076
81	598587.743	8171959.919	3391.330	1240	599789.825	8173802.647	3528.887
82	598587.609	8171959.716	3388.713	1241	599799.416	8173802.360	3528.195
83	598571.050	8171961.242	3391.261	1242	599792.851	8173806.630	3528.825
84	598591.712	8171965.996	3391.490	1243	599803.315	8173809.043	3528.252
85	598592.106	8171966.661	3392.148	1244	599796.252	8173812.224	3529.155
86	598593.395	8171968.648	3392.242	1245	599806.280	8173815.630	3528.631
87	598571.102	8171961.204	3387.980	1246	599798.939	8173818.257	3529.277
88	598591.674	8171966.007	3389.094	1247	599806.678	8173816.670	3528.833
89	598592.177	8171966.825	3389.082	1248	599799.343	8173819.292	3529.227
90	598592.820	8171967.784	3388.872	1249	599809.686	8173825.275	3529.086
91	598593.243	8171968.458	3388.925	1250	599802.272	8173827.749	3529.348
92	598593.388	8171968.687	3390.002	1251	599809.941	8173826.087	3530.487
93	598579.279	8171973.980	3388.937	1252	599802.637	8173828.754	3530.412
94	598579.903	8171975.006	3389.092	1253	599813.461	8173836.166	3531.074
95	598579.903	8171975.006	3389.087	1254	599806.202	8173839.053	3530.685
96	598579.274	8171974.052	3392.106	1255	599815.929	8173843.334	3531.414
97	598579.764	8171974.874	3392.730	1256	599808.410	8173845.451	3530.853
98	598581.095	8171976.872	3390.160	1257	599816.223	8173844.142	3531.406
99	598598.870	8171977.088	3390.161	1258	599808.782	8173846.519	3530.977
100	598586.698	8171985.614	3390.731	1259	599819.945	8173854.916	3531.951
101	598598.665	8171976.764	3392.601	1260	599812.580	8173857.296	3531.134
102	598586.649	8171985.619	3393.215	1261	599822.550	8173862.401	3532.225
103	598602.326	8172010.105	3394.529	1262	599815.091	8173864.563	3531.247
104	598614.588	8172001.729	3393.823	1263	599822.883	8173863.315	3532.093
105	598614.672	8172001.849	3391.560	1264	599815.477	8173865.705	3531.727
106	598602.465	8172010.212	3391.234	1265	599825.670	8173871.295	3531.923
107	598474.785	8171811.324	3376.476	1266	599818.157	8173873.333	3532.264
E1	598450.167	8171748.096	3376.259	1267	599825.967	8173872.139	3532.766
GPS1R	598480.195	8171809.728	3380.452	1268	599818.556	8173874.507	3532.941
108	598473.146	8171808.629	3377.236	1269	599829.608	8173882.484	3533.020
109	598472.484	8171807.614	3376.684	1270	599822.341	8173885.347	3533.591
110	598467.137	8171799.225	3376.179	1271	599832.481	8173890.716	3533.150
111	598459.852	8171787.750	3375.452	1272	599825.112	8173893.271	3534.146
112	598446.641	8171768.418	3374.104	1273	599832.817	8173891.650	3533.464
113	598442.522	8171763.015	3374.379	1274	599825.424	8173894.154	3534.157
114	598437.201	8171756.347	3374.067	1275	599836.214	8173901.304	3533.564
115	598427.071	8171744.700	3372.454	1276	599828.880	8173904.062	3534.400
116	598425.813	8171743.237	3372.326	1277	599839.134	8173909.570	3534.053

117	598413.777	8171731.161	3371.848	1278	599828.855	8173904.067	3534.400
118	598412.827	8171730.306	3370.478	1279	599831.827	8173912.590	3534.326
119	598406.548	8171724.460	3369.733	1280	599839.492	8173910.602	3534.513
120	598399.087	8171718.003	3369.654	1281	599832.180	8173913.536	3534.604
121	598388.963	8171709.893	3369.123	1282	599842.578	8173919.342	3535.046
122	598385.388	8171707.291	3368.963	1283	599835.034	8173921.768	3534.568
123	598446.451	8171744.327	3372.713	1284	599842.919	8173920.411	3536.187
124	598383.660	8171688.050	3367.107	1285	599835.530	8173923.159	3535.501
125	598384.062	8171688.330	3368.715	1286	599844.971	8173926.446	3536.642
126	598396.354	8171696.945	3369.693	1287	599844.975	8173926.447	3536.642
127	598405.876	8171704.290	3370.368	1288	599837.730	8173929.411	3535.503
128	598437.300	8171733.881	3372.358	E17	599850.502	8173941.090	3536.903
129	598408.193	8171706.254	3370.574	1298	599837.774	8173929.492	3538.823
130	598431.976	8171728.151	3372.306	1299	599844.940	8173926.354	3539.831
131	598421.626	8171718.217	3370.646	1300	599835.569	8173923.190	3538.487
132	598375.253	8171700.271	3366.484	1301	599842.941	8173920.456	3539.625
133	598375.766	8171700.614	3368.720	1302	599842.688	8173919.718	3539.601
134	598423.561	8171720.052	3370.687	1303	599835.034	8173921.602	3538.462
135	598423.966	8171720.421	3371.785	1304	599841.084	8173915.105	3537.976
136	598412.873	8171710.400	3370.205	1305	599832.146	8173913.572	3537.167
137	598375.311	8171700.338	3370.824	1306	599839.493	8173910.605	3537.764
138	598375.295	8171700.290	3370.110	1307	599839.183	8173909.730	3537.802
139	598383.967	8171688.169	3371.058	1308	599831.808	8173912.575	3537.129
140	598391.278	8171693.224	3371.315	1309	599828.896	8173904.095	3536.792
141	598387.743	8171709.077	3370.708	1310	599836.111	8173901.118	3537.455
142	598387.751	8171709.099	3371.214	1311	599825.445	8173894.098	3536.387
143	598388.080	8171709.377	3371.267	1312	599832.823	8173891.687	3537.112
144	598396.344	8171696.896	3371.470	1313	599825.157	8173893.260	3536.330
145	598396.437	8171696.903	3372.055	1314	599832.472	8173890.645	3537.068
146	598399.215	8171718.178	3371.667	1315	599822.353	8173885.286	3536.052
147	598401.364	8171700.563	3372.243	1316	599829.582	8173882.430	3536.765
148	598407.289	8171725.224	3372.106	1317	599818.535	8173874.437	3535.657
149	598405.811	8171704.232	3372.376	1318	599825.939	8173872.223	3536.370
150	598405.914	8171704.244	3372.535	1319	599818.163	8173873.428	3535.513
151	598412.158	8171729.702	3373.200	1320	599825.672	8173871.487	3536.360
152	598408.123	8171706.225	3372.648	1321	599815.490	8173865.673	3534.482
153	598408.232	8171706.250	3372.750	1322	599822.856	8173863.261	3534.970
154	598413.691	8171731.173	3373.325	1323	599815.068	8173864.521	3534.446
155	598412.970	8171710.411	3372.949	1324	599822.535	8173862.293	3535.019
156	598421.659	8171718.212	3373.425	1325	599812.549	8173857.355	3534.368
157	598421.739	8171718.241	3373.855	1326	599819.931	8173854.820	3534.747
158	598426.205	8171743.798	3373.804	1327	599808.768	8173846.430	3534.153
159	598427.018	8171744.659	3374.431	1328	599816.193	8173844.137	3534.397
160	598423.871	8171720.240	3373.979	1329	599808.402	8173845.460	3534.121
161	598423.915	8171720.252	3373.987	1330	599815.897	8173843.232	3534.413
162	598437.084	8171756.328	3374.927	1331	599806.214	8173839.021	3533.672
163	598437.440	8171756.796	3375.652	1332	599813.453	8173836.093	3534.182
164	598431.688	8171727.881	3374.400	1333	599802.582	8173828.630	3533.116
165	598435.094	8171731.551	3374.591	1334	599809.918	8173825.998	3533.806
166	598435.157	8171731.574	3374.776	1335	599809.594	8173825.078	3533.932
167	598439.174	8171735.774	3375.068	1336	599802.295	8173827.739	3532.913
168	598446.180	8171743.754	3375.563	1337	599799.340	8173819.272	3531.562
169	598442.484	8171762.984	3376.242	1338	599806.641	8173816.698	3532.593
170	598442.498	8171763.005	3377.451	1339	599806.325	8173815.756	3532.595
171	598446.753	8171768.546	3378.165	1340	599798.942	8173818.316	3531.620
172	598458.062	8171758.707	3376.481	1341	599796.214	8173812.097	3531.496
173	598458.371	8171759.186	3376.929	1342	599803.211	8173808.931	3532.328
174	598455.005	8171780.413	3378.527	1343	599792.897	8173806.645	3531.314
175	598463.647	8171766.588	3377.085	1344	599799.486	8173802.497	3531.982
176	598459.840	8171787.746	3378.986	1345	599789.784	8173802.656	3531.314
177	598459.917	8171787.849	3379.859	1346	599796.316	8173798.269	3531.886
178	598469.296	8171775.231	3377.511	1347	599789.099	8173801.747	3531.190
179	598468.076	8171800.824	3380.326	1348	599795.606	8173797.402	3531.870
180	598468.199	8171800.838	3379.199	1349	599783.957	8173796.196	3531.218

181	598475.498	8171807.433	3376.106	1350	599789.723	8173790.840	3531.841
182	598485.410	8171803.696	3376.731	1351	599780.604	8173793.132	3530.109
183	598487.756	8171803.804	3377.172	1352	599785.509	8173786.949	3530.077
184	598482.266	8171795.271	3376.272	1353	599770.028	8173783.267	3528.830
185	598469.299	8171775.239	3375.745	1354	599775.501	8173777.615	3530.102
186	598469.297	8171775.235	3375.745	1355	599769.027	8173782.298	3528.640
187	598472.626	8171783.800	3374.908	1356	599774.712	8173776.883	3530.093
188	598469.360	8171775.322	3373.953	1357	599760.398	8173774.245	3527.994
189	598464.419	8171767.817	3374.013	1358	599765.522	8173768.163	3529.966
190	598458.241	8171759.102	3373.694	1359	599754.843	8173768.885	3527.737
191	598457.989	8171758.763	3373.586	1360	599763.901	8173766.678	3529.061
192	598454.374	8171754.224	3373.284	1361	599753.852	8173767.999	3527.754
E2	598238.772	8171610.019	3357.817	1362	599760.062	8173763.156	3528.879
E1R	598450.167	8171748.096	3376.288	1363	599759.220	8173762.360	3528.811
193	598258.750	8171616.859	3361.403	1364	599747.342	8173761.989	3527.549
194	598258.671	8171616.841	3358.828	1365	599752.746	8173756.279	3528.534
195	598259.315	8171615.451	3358.707	1366	599740.161	8173755.319	3527.203
196	598265.931	8171614.422	3359.316	1367	599746.012	8173750.073	3528.283
197	598281.338	8171615.836	3360.080	1368	599745.061	8173749.192	3528.235
198	598298.985	8171617.446	3360.844	1369	599739.227	8173754.479	3527.199
199	598299.565	8171611.571	3360.460	1370	599735.721	8173751.197	3527.102
200	598279.046	8171609.728	3359.957	1371	599740.891	8173745.177	3527.960
201	598262.891	8171608.290	3359.302	1372	599732.444	8173748.084	3527.050
202	598244.519	8171605.914	3358.079	1373	599738.033	8173742.581	3527.707
203	598239.782	8171606.570	3357.759	1374	599731.889	8173747.573	3527.063
204	598236.594	8171604.940	3357.622	1375	599737.572	8173742.125	3527.635
205	598233.478	8171602.560	3357.411	1376	599724.282	8173740.140	3525.972
206	598219.289	8171595.320	3356.820	1377	599730.762	8173735.535	3527.235
207	598214.082	8171607.930	3356.753	E18	599953.207	8174028.395	3546.384
208	598213.422	8171608.605	3359.185	E19	599850.683	8173941.080	3536.969
209	598219.365	8171595.154	3360.214	E18R	599953.206	8174028.394	3546.389
210	598234.214	8171602.701	3360.540	1379	599839.988	8173934.190	3535.340
211	598235.454	8171603.336	3361.617	1380	599840.753	8173935.503	3536.296
212	598237.916	8171604.665	3361.682	1381	599846.742	8173930.090	3536.855
213	598244.085	8171605.571	3361.808	1382	599847.271	8173931.105	3536.720
214	598261.195	8171608.063	3362.281	1383	599848.686	8173945.012	3536.530
215	598261.962	8171608.172	3361.613	1384	599851.022	8173936.296	3536.870
216	598275.290	8171609.386	3362.164	1385	599849.510	8173945.696	3536.799
217	598300.587	8171611.641	3363.265	1386	599853.981	8173939.180	3537.062
218	598300.935	8171617.601	3362.830	1387	599854.733	8173939.820	3537.129
219	598281.286	8171615.851	3361.855	1388	599854.680	8173949.960	3537.066
220	598265.987	8171614.449	3361.138	1389	599859.670	8173943.952	3537.463
221	598259.337	8171615.428	3360.993	1390	599860.116	8173954.514	3537.231
222	598269.790	8171623.105	3361.766	1391	599865.322	8173948.625	3537.504
223	598269.587	8171623.030	3359.332	1392	599861.062	8173955.275	3537.833
224	598228.602	8171617.098	3357.481	1393	599866.050	8173949.232	3537.835
225	598228.557	8171617.048	3359.614	1394	599873.168	8173955.108	3538.203
226	598239.361	8171623.201	3360.464	1395	599867.795	8173960.874	3538.178
227	598239.454	8171623.304	3358.108	1396	599873.914	8173955.739	3539.289
228	598252.851	8171630.819	3359.276	1397	599868.796	8173961.704	3539.435
229	598253.165	8171630.996	3361.207	1398	599881.158	8173961.760	3539.729
230	598270.832	8171640.865	3361.796	1399	599876.422	8173968.051	3540.173
231	598270.874	8171640.816	3360.626	1400	599888.305	8173967.896	3539.958
232	598276.193	8171643.902	3360.867	1401	599883.533	8173973.953	3540.511
233	598281.108	8171646.584	3360.875	1402	599889.095	8173968.479	3540.282
234	598288.364	8171650.599	3361.132	1403	599884.282	8173974.556	3540.552
235	598289.005	8171650.800	3363.543	1404	599896.749	8173974.710	3540.183
236	598281.045	8171646.570	3363.191	1405	599891.708	8173980.682	3540.844
237	598276.495	8171644.086	3362.041	1406	599903.782	8173980.551	3540.843
238	598286.405	8171632.339	3362.797	1407	599898.821	8173986.562	3540.790
239	598297.252	8171638.477	3364.516	1408	599904.521	8173981.189	3541.192
240	598296.600	8171638.115	3364.516	1409	599899.777	8173987.341	3541.131
241	598289.683	8171651.363	3363.728	1410	599911.511	8173986.913	3541.441
242	598309.806	8171662.430	3364.260	1411	599906.247	8173992.714	3541.420

243	598322.135	8171669.298	3364.983	1412	599912.200	8173987.523	3542.675
244	598333.895	8171675.933	3366.702	1413	599907.407	8173993.658	3542.533
245	598334.736	8171676.388	3366.796	1414	599920.924	8173994.718	3543.353
246	598349.696	8171684.768	3367.522	1415	599916.010	8174000.834	3542.896
247	598365.906	8171694.145	3368.544	1416	599927.127	8173999.888	3543.555
248	598375.529	8171682.755	3369.314	1417	599927.877	8174000.492	3543.604
249	598356.714	8171671.434	3368.403	1418	599921.992	8174005.809	3542.872
250	598342.205	8171663.532	3367.934	1419	599936.999	8174008.050	3544.246
251	598341.507	8171663.136	3367.919	1420	599923.182	8174006.786	3543.570
252	598338.465	8171661.499	3367.791	1421	599942.502	8174012.623	3544.267
253	598327.802	8171655.564	3365.610	1422	599932.031	8174014.123	3543.687
254	598313.648	8171647.666	3365.061	1423	599943.198	8174013.194	3544.350
255	598297.205	8171638.457	3364.495	1424	599937.007	8174018.281	3544.119
256	598296.624	8171638.124	3364.493	1425	599937.903	8174018.999	3544.291
257	598286.399	8171632.320	3362.832	1426	599949.997	8174018.831	3544.622
258	598286.251	8171632.411	3360.063	1427	599944.647	8174024.603	3545.264
259	598296.690	8171638.191	3361.066	1428	599950.949	8174019.659	3545.886
260	598297.334	8171638.513	3362.190	1429	599945.545	8174025.331	3545.880
261	598289.748	8171651.395	3362.107	1430	599959.860	8174027.049	3546.072
262	598305.765	8171660.167	3362.794	1431	599955.092	8174033.277	3546.627
263	598312.867	8171647.219	3363.192	1432	599965.733	8174031.919	3546.200
264	598327.833	8171655.613	3364.074	1433	599960.278	8174037.583	3546.847
265	598322.281	8171669.247	3363.244	1434	599966.248	8174032.357	3546.724
266	598333.882	8171675.927	3364.448	1435	599961.163	8174038.339	3546.863
267	598334.608	8171676.341	3365.030	1436	599969.220	8174044.750	3547.125
268	598338.738	8171661.726	3364.288	1437	599974.086	8174038.898	3546.473
269	598341.172	8171663.089	3363.951	1438	599975.720	8174050.354	3547.535
270	598342.307	8171663.705	3365.015	1439	599980.834	8174044.509	3547.126
271	598356.879	8171671.637	3365.203	1440	599976.447	8174051.000	3547.513
272	598353.152	8171686.787	3366.161	1441	599981.574	8174045.087	3547.547
273	598365.935	8171694.169	3367.103	1442	599982.936	8174056.401	3547.816
274	598375.747	8171682.850	3366.093	1443	599988.256	8174050.636	3547.819
275	598382.227	8171687.091	3367.132	1444	599984.004	8174057.304	3549.261
GPS1R3	598480.194	8171809.731	3380.469	1445	599989.283	8174051.492	3549.298
E3	598731.922	8172176.854	3404.781	1446	599996.239	8174057.310	3549.570
277	598682.146	8172107.309	3399.574	1447	599991.378	8174063.409	3549.523
278	598674.303	8172095.041	3398.678	1448	600004.196	8174063.902	3550.140
279	598674.010	8172094.616	3397.822	1449	599999.059	8174069.828	3549.814
280	598663.441	8172078.115	3397.738	1450	600004.865	8174064.481	3550.191
281	598651.989	8172060.213	3396.177	1451	599999.829	8174070.477	3550.121
282	598647.387	8172053.021	3395.952	1452	600013.927	8174071.967	3550.790
283	598647.025	8172052.434	3394.527	1453	600008.585	8174077.772	3550.301
284	598634.962	8172033.548	3393.693	1454	600025.311	8174081.415	3551.163
285	598620.447	8172010.919	3392.938	1455	600020.603	8174087.665	3551.412
286	598620.132	8172010.405	3391.815	1456	600026.183	8174082.151	3552.356
287	598620.014	8172010.321	3395.599	1457	600021.508	8174088.424	3552.374
288	598620.431	8172010.990	3395.608	1458	600033.627	8174088.317	3552.612
289	598627.097	8172021.278	3396.026	1459	600027.965	8174093.597	3553.060
290	598636.879	8172036.577	3397.273	1460	600040.014	8174093.646	3552.847
291	598647.016	8172052.356	3398.205	1461	600034.973	8174099.587	3552.996
292	598647.303	8172052.815	3398.253	1462	600040.709	8174094.259	3553.152
293	598652.072	8172060.285	3398.972	1463	600035.849	8174100.332	3553.245
294	598663.493	8172078.132	3400.033	1464	600046.009	8174098.664	3553.284
295	598674.017	8172094.577	3401.068	1465	600049.947	8174101.890	3553.669
296	598674.634	8172095.514	3400.979	1466	600050.626	8174102.494	3554.975
297	598682.253	8172107.479	3401.805	1467	600057.648	8174108.262	3555.093
298	598689.817	8172118.796	3402.660	1468	600057.596	8174108.253	3558.085
299	598695.334	8172126.253	3402.930	1469	600050.609	8174102.440	3557.741
300	598700.118	8172132.164	3403.306	1470	600050.001	8174101.957	3557.464
301	598702.019	8172134.466	3403.965	1471	600045.875	8174098.548	3556.641
302	598702.656	8172135.186	3403.947	1472	600035.815	8174100.342	3554.730
303	598695.553	8172126.529	3400.351	1473	600040.626	8174094.147	3556.414
304	598700.024	8172132.076	3400.510	1474	600035.047	8174099.705	3554.604
305	598702.048	8172134.493	3400.419	1475	600039.986	8174093.654	3556.359

306	598702.472	8172135.006	3401.710	1476	600027.984	8174093.515	3554.755
GPS2R3	598689.172	8172143.586	3403.181	1477	600033.624	8174088.343	3556.087
307	598728.381	8172180.413	3404.814	1478	600021.494	8174088.433	3554.835
308	598727.752	8172179.941	3403.099	1479	600027.742	8174083.425	3555.828
309	598716.535	8172170.456	3403.193	1480	600020.475	8174087.633	3554.598
310	598705.859	8172160.240	3402.530	1481	600025.384	8174081.494	3554.658
311	598698.218	8172152.477	3402.070	1482	600017.281	8174084.926	3553.274
312	598691.219	8172144.729	3401.646	1483	600008.636	8174077.769	3552.923
313	598690.375	8172143.760	3400.140	1484	600013.824	8174071.859	3553.457
314	598677.457	8172127.107	3399.381	1485	600004.880	8174064.462	3552.933
315	598667.060	8172111.192	3398.953	1486	599999.764	8174070.433	3552.569
316	598661.803	8172103.097	3398.737	1487	600004.167	8174063.873	3552.927
317	598661.396	8172102.484	3397.332	1488	599998.880	8174069.685	3552.476
318	598647.255	8172080.333	3396.522	1489	599996.227	8174057.232	3552.493
319	598634.900	8172061.017	3395.841	1490	599989.493	8174051.615	3551.946
320	598634.413	8172060.304	3394.714	1491	599984.013	8174057.334	3551.295
321	598623.436	8172043.091	3394.473	1492	599988.265	8174050.605	3551.510
322	598614.290	8172028.816	3393.383	1493	599983.080	8174056.577	3551.305
323	598607.937	8172018.928	3393.032	1494	599980.731	8174044.407	3550.202
324	598607.421	8172018.111	3391.936	1495	599976.414	8174050.950	3549.670
325	598605.539	8172015.108	3391.585	1496	599981.614	8174045.103	3550.339
326	598607.419	8172018.149	3395.407	1497	599975.675	8174050.352	3549.613
327	598607.998	8172018.997	3395.417	1498	599980.813	8174044.487	3550.315
328	598614.221	8172028.714	3395.926	1499	599969.061	8174044.900	3549.275
329	598622.559	8172041.689	3396.805	1500	599974.083	8174038.857	3549.965
330	598632.991	8172058.054	3397.668	1501	599961.163	8174038.315	3548.863
331	598634.893	8172061.043	3398.381	1502	599966.174	8174032.294	3549.143
332	598649.016	8172083.055	3399.446	1503	599960.250	8174037.549	3548.813
333	598659.819	8172100.031	3400.492	1504	599965.709	8174031.913	3549.084
334	598661.749	8172103.044	3401.177	1505	599955.027	8174033.229	3548.515
335	598677.372	8172126.839	3402.494	1506	599965.771	8174031.967	3549.086
336	598687.265	8172140.033	3403.325	GPS4R2	600062.401	8174118.566	3559.156
337	598686.463	8172139.841	3404.968	1507	599959.855	8174027.063	3548.836
338	598690.643	8172144.089	3404.235	1508	599945.549	8174025.335	3547.748
339	598691.406	8172144.968	3404.275	1509	599951.139	8174019.738	3548.489
340	598705.852	8172160.186	3404.982	1510	599944.643	8174024.575	3547.451
341	598713.552	8172167.787	3405.606	1511	599950.381	8174019.129	3548.127
342	598725.738	8172178.286	3406.361	1512	599937.861	8174018.973	3546.473
343	598728.549	8172180.585	3407.113	1513	599943.175	8174013.173	3547.128
344	598727.818	8172180.006	3407.068	1514	599936.970	8174018.218	3546.451
345	598744.751	8172192.141	3407.578	1515	599942.462	8174012.582	3547.092
346	598758.988	8172201.120	3408.512	1516	599931.978	8174014.086	3546.196
347	598769.750	8172207.805	3409.890	1517	599937.002	8174008.009	3546.814
348	598768.587	8172207.058	3409.276	1518	599923.161	8174006.748	3545.757
349	598770.447	8172208.225	3409.891	1519	599927.827	8174000.426	3546.303
350	598780.931	8172214.863	3410.629	1520	599921.971	8174005.780	3545.658
351	598780.977	8172214.840	3411.655	1521	599927.099	8173999.831	3546.258
352	598779.694	8172214.028	3410.526	1522	599916.014	8174000.840	3545.381
353	598791.255	8172221.255	3411.966	1523	599920.930	8173994.707	3546.009
354	598812.847	8172234.779	3413.055	1524	599907.321	8173993.620	3544.597
355	598813.637	8172235.264	3413.122	1525	599912.262	8173987.523	3545.388
356	598826.225	8172243.213	3414.192	1526	599906.061	8173992.555	3544.181
357	598826.847	8172243.555	3414.864	1527	599911.667	8173987.033	3545.104
358	598843.549	8172254.012	3415.304	1528	599899.765	8173987.348	3543.979
359	598844.690	8172254.663	3416.311	1529	599898.795	8173986.551	3543.898
360	598846.718	8172255.927	3416.371	1530	599891.699	8173980.698	3543.623
361	598847.826	8172256.632	3416.457	1531	599884.205	8173974.498	3543.280
362	598853.162	8172260.011	3416.610	1532	599883.488	8173973.902	3543.231
363	598865.840	8172267.936	3417.617	1533	599876.378	8173967.988	3542.891
364	598878.766	8172276.078	3418.466	1534	599888.126	8173967.643	3542.971
365	598880.638	8172277.175	3419.072	1535	599868.731	8173961.656	3542.524
366	598886.565	8172263.271	3417.818	1536	599881.163	8173961.689	3542.035
367	598870.975	8172253.519	3417.031	1537	599867.976	8173961.007	3542.509
368	598860.978	8172247.250	3416.541	1538	599873.911	8173955.730	3541.790

369	598855.761	8172243.972	3416.235	1539	599873.014	8173955.023	3541.922
370	598854.040	8172242.917	3415.974	1540	599861.016	8173955.290	3540.137
371	598851.753	8172241.474	3415.138	1541	599860.066	8173954.480	3540.151
372	598838.266	8172233.028	3414.520	1542	599865.996	8173949.157	3541.007
373	598822.053	8172222.915	3413.381	1543	599865.285	8173948.565	3541.058
374	598819.800	8172221.480	3413.317	1544	599854.649	8173949.990	3539.884
375	598808.841	8172214.629	3412.743	1545	599859.599	8173943.898	3540.694
376	598807.104	8172213.489	3411.702	1546	599849.532	8173945.715	3539.644
377	598792.082	8172204.193	3411.178	1547	599854.689	8173939.767	3540.512
378	598778.537	8172195.747	3410.809	1548	599848.683	8173945.021	3539.568
379	598774.665	8172193.393	3409.195	1549	599853.946	8173939.141	3540.414
380	598757.964	8172182.907	3408.437	1550	599840.725	8173935.373	3539.109
381	598746.777	8172175.545	3407.881	1551	599851.005	8173936.281	3540.312
382	598737.265	8172168.456	3407.588	1552	599840.040	8173934.211	3539.032
383	598736.090	8172167.577	3407.479	1553	599847.306	8173931.079	3540.093
384	598735.227	8172166.900	3406.692	1554	599846.674	8173929.964	3540.097
385	598723.665	8172156.991	3405.727	E19R	599850.683	8173941.083	3536.996
386	598723.246	8172156.609	3405.196	1555	599890.373	8173969.459	3543.179
387	598712.722	8172146.260	3404.801	1556	599896.614	8173974.580	3544.181
388	598707.175	8172140.312	3404.620	1557	599903.601	8173980.398	3544.511
389	598707.105	8172140.242	3404.076	1558	599904.312	8173981.003	3544.526
390	598702.680	8172135.257	3403.960	1559	600057.623	8174117.893	3557.924
391	598701.981	8172134.469	3403.957	1560	600050.842	8174112.879	3557.258
392	598702.432	8172134.989	3401.709	1561	600038.427	8174102.526	3554.802
393	598701.877	8172134.306	3400.410	1562	600044.309	8174107.413	3556.180
394	598744.756	8172192.155	3405.308	1563	600046.721	8174109.506	3556.370
395	598743.855	8172173.453	3405.094	1564	600044.305	8174107.455	3553.513
396	598754.772	8172180.952	3405.713	1565	600038.401	8174102.475	3553.269
397	598763.936	8172186.735	3406.601	1566	600046.760	8174109.495	3554.481
398	598774.434	8172193.254	3406.492	1567	600050.862	8174112.846	3554.907
399	598777.629	8172195.211	3406.563	1568	600057.656	8174117.879	3555.293
400	598778.390	8172195.697	3407.698	1569	600061.366	8174110.958	3555.144
401	598756.784	8172199.754	3405.884	1570	600061.202	8174120.263	3559.213
402	598769.152	8172207.486	3406.280	1571	600063.185	8174112.112	3559.157
403	598770.438	8172208.240	3407.767	1572	600069.564	8174115.601	3559.176
404	598772.757	8172209.730	3407.753	1573	600067.585	8174123.547	3559.224
405	598777.326	8172215.267	3410.553	1574	600091.330	8174130.208	3558.087
406	598777.344	8172215.265	3409.164	1575	600090.193	8174130.059	3556.089
407	598779.690	8172214.040	3408.003	1576	600083.483	8174128.815	3555.871
408	598790.437	8172220.733	3408.255	1577	600084.547	8174120.997	3556.158
409	598795.350	8172206.197	3408.432	1578	600076.929	8174127.072	3555.779
410	598807.614	8172213.824	3408.889	1579	600079.543	8174119.726	3556.301
411	598820.544	8172221.914	3409.473	1580	600092.329	8174122.436	3557.989
412	598812.969	8172234.887	3409.425	1581	600091.320	8174122.386	3556.070
413	598813.801	8172235.374	3410.858	E20	600093.401	8174128.298	3558.003
414	598826.293	8172243.237	3411.596	GPS4R4	600062.399	8174118.567	3559.195
415	598821.962	8172222.825	3410.808	1582	600064.095	8174112.830	3555.130
416	598838.408	8172233.143	3411.238	1583	600061.213	8174120.128	3555.009
417	598846.398	8172255.822	3412.197	1584	600069.590	8174115.709	3555.413
418	598854.898	8172243.489	3412.125	1585	600067.192	8174123.285	3555.202
419	598848.021	8172256.812	3413.300	1586	600075.994	8174118.466	3556.016
420	598855.839	8172244.085	3413.157	1587	600072.672	8174125.600	3555.692
421	598861.200	8172247.444	3413.365	1588	600081.812	8174128.437	3555.704
422	598877.563	8172257.732	3414.683	1589	600103.381	8174122.442	3557.990
423	598864.807	8172267.322	3413.765	1590	600103.540	8174130.323	3558.278
424	598880.763	8172277.322	3414.483	1591	600113.393	8174122.089	3558.319
425	598886.451	8172263.213	3414.876	1592	600113.521	8174129.957	3558.631
426	598881.485	8172277.762	3416.392	1593	600123.695	8174121.303	3558.877
427	598901.935	8172290.531	3417.418	1594	600123.715	8174129.198	3558.713
428	598912.064	8172279.252	3416.961	1595	600124.729	8174121.204	3560.780
429	598889.532	8172265.160	3416.302	1596	600125.417	8174129.049	3560.823
430	598920.465	8172302.135	3418.167	1597	600131.828	8174120.701	3560.932
431	598931.217	8172291.222	3418.221	1598	600132.979	8174128.512	3560.830
432	598927.740	8172289.025	3418.306	1599	600141.964	8174119.924	3561.185

433	598924.086	8172304.380	3419.276	1600	600142.947	8174127.747	3561.168
434	598923.398	8172304.004	3418.197	1601	600151.426	8174119.211	3561.469
435	598931.945	8172291.666	3419.260	1602	600151.854	8174127.062	3561.582
436	598943.316	8172316.375	3420.005	1603	600158.566	8174118.641	3561.607
437	598952.565	8172304.592	3420.275	1604	600158.924	8174126.535	3561.753
445	598737.191	8172168.410	3404.849	1605	600159.674	8174118.602	3563.328
446	598736.673	8172168.002	3403.766	1606	600160.258	8174126.414	3563.443
447	598735.185	8172166.793	3403.806	1607	600169.788	8174117.847	3563.535
448	598723.451	8172156.847	3402.372	1608	600170.863	8174125.593	3563.544
449	598712.197	8172145.783	3402.074	1609	600181.404	8174124.842	3563.974
450	598707.073	8172140.244	3401.833	1610	600181.460	8174116.968	3563.680
451	598702.399	8172134.925	3401.702	1611	600189.300	8174124.255	3564.260
452	598701.892	8172134.296	3400.408	1612	600189.709	8174116.324	3563.991
E3R	598731.920	8172176.852	3404.776	1613	600197.127	8174123.689	3564.349
453	598965.269	8172330.234	3421.144	1614	600198.353	8174115.840	3564.391
454	598973.022	8172317.343	3421.456	1615	600199.497	8174115.808	3564.911
455	598974.295	8172318.124	3421.922	1616	600209.807	8174116.431	3565.387
456	598988.914	8172327.275	3422.660	1617	600218.405	8174118.006	3565.591
457	598981.812	8172340.399	3422.960	1618	600219.792	8174118.397	3565.897
458	599008.116	8172356.780	3424.096	E21	600225.012	8174121.097	3566.035
459	599020.116	8172346.782	3424.173	1619	600219.755	8174118.329	3568.638
460	599054.045	8172367.846	3425.561	1620	600218.325	8174117.954	3568.631
461	599046.581	8172380.706	3426.151	1621	600209.753	8174116.405	3568.317
462	599063.428	8172391.220	3427.204	1622	600199.674	8174115.798	3567.489
463	599071.798	8172378.851	3427.087	1623	600204.867	8174115.855	3568.200
464	599092.983	8172391.982	3428.612	1624	600196.219	8174123.716	3567.054
465	599080.961	8172402.287	3428.375	1625	600203.665	8174115.768	3567.608
466	599084.868	8172404.734	3428.612	1626	600189.113	8174124.242	3567.087
467	599105.529	8172417.688	3429.513	1627	600189.601	8174116.304	3566.858
468	599107.128	8172415.824	3428.683	1628	600181.384	8174124.820	3566.031
469	599113.256	8172407.403	3428.788	1629	600181.479	8174116.974	3566.647
470	599114.157	8172405.211	3429.542	1630	600183.522	8174124.586	3566.855
471	599091.996	8172393.728	3427.659	1631	600169.794	8174117.854	3565.990
E5	599145.337	8172427.848	3431.642	1632	600170.804	8174125.619	3565.673
475	599092.996	8172392.014	3432.405	1633	600159.580	8174118.609	3565.699
476	599084.781	8172404.653	3432.437	1634	600160.322	8174126.443	3565.359
477	599065.404	8172392.308	3431.460	1635	600158.589	8174118.656	3565.688
478	599063.305	8172391.072	3430.799	1636	600158.833	8174126.494	3565.026
479	599073.150	8172379.724	3431.420	1637	600157.533	8174118.725	3565.611
480	599071.510	8172378.708	3430.472	1638	600151.819	8174127.067	3563.860
481	599058.668	8172370.717	3429.711	1639	600156.043	8174118.843	3564.455
482	599046.891	8172380.834	3429.654	1640	600151.435	8174119.174	3564.306
483	599023.646	8172366.413	3428.011	1641	600142.940	8174127.740	3563.636
484	599029.114	8172352.364	3427.712	1642	600141.844	8174119.862	3563.950
485	599008.012	8172356.661	3427.046	1643	600133.017	8174128.528	3563.290
486	599016.166	8172344.291	3426.951	1644	600133.621	8174120.543	3563.661
487	598991.004	8172328.593	3425.605	1645	600131.681	8174120.681	3562.430
488	598981.762	8172340.391	3425.557	1646	600125.436	8174129.058	3562.976
489	598965.923	8172330.576	3424.663	1647	600124.720	8174121.209	3562.250
490	598964.748	8172329.849	3424.640	1648	600124.197	8174129.231	3562.949
491	598963.601	8172329.184	3424.061	1649	600123.576	8174121.332	3562.126
492	598974.499	8172318.260	3424.816	1650	600119.100	8174121.650	3561.380
493	598973.287	8172317.510	3424.838	1651	600121.108	8174129.393	3561.317
494	598971.665	8172316.493	3423.941	1652	600113.361	8174122.099	3560.984
495	598952.366	8172304.430	3423.042	1653	600113.479	8174129.944	3560.965
496	598942.505	8172315.952	3422.977	1654	600103.414	8174122.423	3560.584
E4R	598946.343	8172307.623	3420.286	1655	600103.599	8174130.309	3560.628
497	599113.308	8172404.627	3432.142	1656	600092.271	8174122.384	3560.249
498	599093.514	8172391.780	3431.306	1657	600091.547	8174130.256	3560.214
499	599083.771	8172405.747	3431.886	1658	600091.549	8174130.254	3560.222
500	599105.037	8172417.535	3432.408	1659	600091.213	8174122.255	3560.235
501	599130.099	8172415.255	3430.666	1660	600090.561	8174130.138	3560.156
502	599141.426	8172422.372	3431.466	1661	600089.327	8174121.989	3559.583
503	599142.619	8172423.150	3432.224	1662	600087.920	8174129.757	3558.748

504	599140.521	8172425.039	3430.739	1663	600084.358	8174120.905	3559.408
505	599141.163	8172425.510	3431.432	1664	600083.410	8174128.858	3558.508
506	599134.914	8172436.140	3432.145	1665	600081.778	8174128.466	3558.269
507	599134.076	8172435.595	3431.590	1666	600079.403	8174119.674	3559.220
508	599121.626	8172427.786	3430.590	1667	600076.865	8174127.074	3558.084
509	599160.714	8172434.460	3432.941	1668	600075.978	8174118.489	3559.102
510	599152.044	8172446.868	3432.999	1669	600072.752	8174125.659	3558.111
511	599151.397	8172446.395	3435.996	1670	600067.661	8174123.580	3558.378
512	599161.000	8172434.622	3436.103	1671	600069.478	8174115.553	3558.330
513	599142.813	8172423.271	3435.026	E20R	600093.404	8174128.298	3558.006
514	599141.928	8172422.725	3434.947	1672	600198.375	8174123.664	3564.114
515	599134.941	8172436.221	3435.499	1673	600199.256	8174123.627	3564.997
516	599134.186	8172435.774	3435.464	1674	600204.871	8174115.877	3565.131
517	599122.080	8172428.173	3434.654	1675	600206.406	8174123.848	3565.167
518	599106.850	8172418.521	3433.419	1676	600216.138	8174125.568	3565.569
519	599115.238	8172405.907	3433.416	1677	600214.340	8174117.200	3565.551
520	599128.837	8172414.494	3434.233	1678	600217.493	8174125.901	3565.882
GPS7R	599569.879	8172930.989	3477.925	1679	600227.748	8174120.927	3566.120
E6	599459.646	8172732.851	3459.724	1680	600225.149	8174128.286	3565.949
E7	599389.674	8172597.731	3450.720	1681	600231.481	8174130.874	3566.488
E8	599355.519	8172559.885	3447.923	1682	600236.674	8174124.734	3566.390
E7R	599389.674	8172597.731	3450.721	1683	600237.952	8174134.374	3566.615
521	599353.549	8172555.850	3447.705	1684	600242.493	8174128.020	3566.475
522	599352.513	8172555.224	3446.504	1685	600238.990	8174135.042	3567.154
523	599345.781	8172568.507	3447.595	1686	600243.631	8174128.889	3567.214
524	599344.977	8172567.989	3446.807	1687	600243.616	8174138.498	3567.269
525	599332.466	8172542.645	3445.774	1688	600247.811	8174131.781	3567.125
526	599325.882	8172556.067	3446.660	1689	600248.509	8174142.501	3567.580
527	599304.164	8172542.348	3444.923	1690	600253.932	8174136.823	3567.512
528	599311.977	8172529.752	3445.006	1691	600254.779	8174137.518	3569.148
529	599303.206	8172541.759	3443.724	1692	600249.800	8174143.515	3569.189
530	599310.529	8172528.763	3444.281	1693	600264.782	8174145.846	3569.296
531	599281.407	8172528.067	3442.220	1694	600258.454	8174150.809	3569.448
532	599289.192	8172515.425	3442.697	1695	600271.028	8174151.054	3569.548
533	599270.350	8172503.590	3441.611	1696	600265.977	8174157.037	3569.609
534	599261.257	8172515.370	3441.662	1697	600282.333	8174160.478	3570.182
535	599260.192	8172514.748	3440.679	1698	600277.948	8174166.954	3570.036
536	599268.528	8172502.377	3440.853	1699	600291.947	8174168.405	3570.535
537	599238.539	8172501.150	3439.758	1700	600287.058	8174174.551	3570.442
538	599245.748	8172488.068	3439.683	1701	600288.271	8174175.455	3572.467
539	599218.644	8172488.708	3438.459	1702	600293.119	8174169.391	3572.423
540	599226.504	8172475.973	3438.462	1703	600298.016	8174183.604	3572.551
541	599217.279	8172487.862	3436.977	1704	600303.731	8174178.197	3572.818
542	599224.797	8172476.003	3437.753	1705	600306.624	8174190.838	3573.056
543	599197.379	8172475.377	3436.436	1706	600313.273	8174186.126	3573.619
544	599205.071	8172463.227	3436.549	1707	600323.329	8174204.501	3573.844
545	599186.155	8172450.598	3438.188	1708	600321.411	8174192.911	3573.622
546	599177.467	8172462.858	3437.762	1709	600325.649	8174206.502	3573.933
547	599202.250	8172460.715	3439.123	1710	600326.509	8174207.342	3576.153
548	599193.874	8172473.141	3438.466	1711	600330.886	8174200.738	3574.002
549	599222.595	8172473.513	3440.404	1712	600331.596	8174201.317	3575.886
550	599225.047	8172475.066	3441.134	1713	600337.318	8174216.307	3576.477
551	599215.025	8172486.398	3439.882	1714	600342.075	8174209.993	3576.402
552	599217.450	8172487.960	3441.025	1715	600343.474	8174211.133	3576.471
553	599226.563	8172475.989	3441.215	1716	600349.890	8174226.741	3577.073
554	599218.626	8172488.678	3441.049	1717	600355.143	8174220.875	3576.933
555	599245.656	8172487.985	3442.439	1718	600369.110	8174232.413	3578.155
556	599238.450	8172501.126	3442.034	1719	600363.462	8174237.941	3578.088
557	599256.986	8172512.696	3443.025	1720	600369.951	8174233.074	3579.340
558	599260.282	8172514.737	3444.100	1721	600364.926	8174239.153	3579.333
559	599268.892	8172502.593	3443.971	1722	600379.551	8174241.024	3579.803
560	599270.305	8172503.426	3444.143	1723	600374.931	8174247.434	3579.481
561	599261.345	8172515.408	3444.217	1724	600387.704	8174247.825	3580.186
562	599277.277	8172507.863	3444.514	1725	600382.807	8174253.999	3579.790

563	599278.130	8172508.384	3445.068	1726	600393.969	8174262.785	3580.501
564	599278.353	8172526.096	3444.853	1727	600395.565	8174254.208	3580.466
565	599287.317	8172514.237	3445.622	E22	600397.817	8174263.532	3582.428
566	599310.768	8172528.944	3447.018	1728	600394.419	8174263.149	3584.718
567	599303.318	8172541.802	3446.341	1729	600395.499	8174254.143	3583.494
568	599311.998	8172529.701	3447.145	1730	600382.745	8174253.908	3582.137
569	599313.902	8172530.877	3447.142	1731	600387.716	8174247.828	3582.819
570	599304.323	8172542.448	3446.375	1732	600379.450	8174240.988	3582.164
571	599305.910	8172543.497	3447.203	1733	600370.538	8174233.555	3581.835
572	599326.931	8172539.103	3448.459	1734	600364.838	8174239.085	3581.397
573	599323.846	8172554.733	3447.637	1735	600369.046	8174232.313	3580.807
574	599343.363	8172566.933	3449.269	1736	600363.484	8174237.977	3581.382
575	599350.895	8172554.144	3449.924	1737	600363.120	8174227.465	3580.545
576	599344.633	8172567.738	3450.368	1738	600349.929	8174226.769	3578.837
577	599351.681	8172554.641	3450.488	1739	600355.123	8174220.870	3579.766
578	599345.859	8172568.528	3450.312	1740	600343.452	8174211.156	3579.258
579	599353.636	8172555.846	3450.475	1741	600337.293	8174216.262	3578.213
580	599356.547	8172575.909	3451.022	1742	600342.116	8174210.020	3578.181
581	599366.432	8172564.798	3451.086	1743	600331.610	8174201.307	3577.677
582	599363.110	8172581.274	3451.451	1744	600326.499	8174207.338	3577.724
583	599372.349	8172569.652	3451.376	1745	600330.823	8174200.658	3577.643
584	599369.835	8172587.630	3451.850	1746	600321.346	8174192.804	3577.160
585	599379.425	8172576.396	3451.857	1747	600325.656	8174206.562	3577.689
586	599374.910	8172593.218	3452.157	1748	600314.069	8174186.752	3576.587
587	599385.471	8172583.065	3452.244	1749	600313.117	8174185.978	3575.720
588	599378.618	8172597.833	3452.630	1750	600303.754	8174178.181	3575.195
589	599390.027	8172588.429	3452.544	1751	600293.112	8174169.391	3574.471
590	599380.039	8172599.674	3453.173	1752	600288.252	8174175.506	3574.046
591	599390.795	8172589.478	3453.218	1753	600292.167	8174168.587	3574.471
592	599380.659	8172600.522	3453.351	1754	600287.160	8174174.456	3573.737
593	599392.354	8172591.548	3453.350	1755	600277.960	8174166.978	3571.529
594	599380.697	8172600.573	3450.443	1756	600285.739	8174163.275	3574.172
595	599392.351	8172591.530	3450.552	1757	600284.669	8174162.379	3573.342
596	599391.610	8172590.487	3449.670	1758	600282.320	8174160.451	3573.222
597	599379.897	8172599.539	3449.027	1759	600265.866	8174156.960	3571.139
598	599385.584	8172583.064	3449.554	1760	600271.505	8174151.444	3572.736
599	599374.651	8172592.988	3448.377	1761	600270.417	8174150.530	3572.084
600	599379.512	8172576.471	3448.560	1762	600258.511	8174150.758	3570.986
601	599369.895	8172587.813	3448.356	1763	600264.680	8174145.771	3571.869
602	599371.511	8172568.913	3448.433	1764	600249.790	8174143.472	3570.703
603	599363.044	8172581.259	3448.220	1765	600256.149	8174138.685	3571.339
604	599364.618	8172563.337	3448.122	1766	600254.808	8174137.516	3570.680
605	599356.526	8172575.875	3448.025	1767	600248.273	8174142.206	3570.245
606	599345.846	8172568.515	3447.603	1768	600253.943	8174136.816	3570.364
607	599353.670	8172555.885	3447.737	1769	600252.113	8174135.291	3570.544
GPS8R2	599409.926	8172655.399	3457.088	1770	600247.133	8174141.372	3570.370
620	599465.146	8172728.853	3459.710	1771	600243.449	8174138.328	3570.050
621	599451.908	8172735.633	3459.603	1772	600238.943	8174135.054	3569.271
622	599464.565	8172727.632	3458.013	1773	600247.729	8174131.787	3569.896
623	599451.290	8172734.454	3458.070	1774	600237.963	8174134.403	3569.216
624	599449.511	8172730.907	3458.142	1775	600243.685	8174128.865	3570.010
625	599462.672	8172723.965	3457.610	1776	600242.676	8174128.160	3569.943
626	599440.064	8172712.424	3457.384	1777	600231.469	8174130.880	3568.921
627	599452.481	8172704.286	3457.101	1778	600236.660	8174124.714	3569.691
628	599429.125	8172691.318	3456.454	1779	600225.122	8174128.231	3568.793
629	599444.644	8172689.076	3456.579	1780	600229.843	8174121.687	3569.360
630	599442.327	8172684.583	3456.498	1781	600217.298	8174125.797	3568.002
631	599428.553	8172690.138	3454.987	1782	600227.525	8174120.847	3568.839
632	599441.712	8172683.359	3455.221	1783	600216.229	8174125.546	3568.337
633	599418.151	8172669.977	3453.995	1784	600206.313	8174123.839	3567.480
634	599431.514	8172663.415	3454.455	1785	600198.193	8174123.561	3566.159
635	599410.814	8172655.681	3454.046	1786	600205.366	8174123.725	3567.350
636	599423.852	8172648.629	3453.899	1787	600205.443	8174123.743	3565.143
637	599406.384	8172647.096	3453.583	GPS6R	600935.212	8174551.317	3632.306

638	599419.429	8172640.057	3453.562	E23	600750.109	8174423.654	3610.191
639	599405.900	8172646.210	3452.171	E24	600563.561	8174311.849	3597.167
640	599418.695	8172638.583	3452.133	GPS5R	600594.092	8174338.138	3600.743
641	599405.180	8172644.826	3452.034	E25	600514.492	8174287.028	3592.245
642	599417.485	8172636.317	3452.316	1788	600558.111	8174314.097	3596.971
643	599394.530	8172624.003	3451.147	1789	600561.931	8174307.273	3596.972
644	599407.047	8172616.748	3451.754	1790	600560.802	8174306.648	3595.258
645	599392.370	8172591.549	3450.527	1791	600556.742	8174313.296	3595.298
646	599406.692	8172616.242	3454.679	1792	600549.574	8174299.921	3594.348
647	599394.750	8172624.495	3454.476	1793	600546.284	8174307.025	3594.711
648	599417.473	8172636.409	3455.523	1794	600532.418	8174298.658	3594.176
649	599405.093	8172644.694	3455.613	1795	600536.379	8174291.858	3594.205
650	599405.868	8172646.158	3456.223	1796	600531.394	8174298.009	3593.164
651	599417.790	8172637.058	3456.185	1797	600535.290	8174291.211	3592.992
652	599406.393	8172647.153	3456.193	1798	600521.835	8174292.811	3592.573
653	599419.491	8172640.201	3456.371	1799	600526.259	8174286.227	3592.797
654	599409.921	8172654.042	3456.329	1800	600520.750	8174283.848	3592.605
655	599423.120	8172647.108	3456.793	1801	600514.344	8174281.737	3592.104
656	599411.372	8172656.836	3457.089	1802	600575.811	8174315.586	3597.351
657	599424.554	8172650.040	3457.153	1803	600571.485	8174322.153	3597.228
658	599431.312	8172663.038	3457.567	1804	600578.003	8174316.925	3597.453
659	599418.165	8172669.999	3457.403	1805	600584.578	8174329.994	3597.870
660	599440.135	8172680.263	3458.386	1806	600589.076	8174323.606	3597.992
661	599427.397	8172687.875	3458.277	1807	600593.877	8174335.600	3598.499
662	599440.985	8172681.954	3458.946	1808	600597.532	8174328.678	3598.232
663	599428.566	8172690.128	3459.178	1809	600596.471	8174337.198	3598.561
664	599442.333	8172684.637	3459.052	1810	600600.290	8174330.344	3598.315
665	599429.177	8172691.364	3459.210	1811	600601.421	8174331.025	3599.368
666	599444.583	8172688.957	3459.215	1812	600597.325	8174337.693	3599.412
667	599444.889	8172689.615	3459.668	1813	600613.157	8174338.089	3599.796
668	599452.495	8172704.325	3460.298	1814	600609.207	8174344.846	3599.868
669	599440.024	8172712.297	3460.456	1815	600622.498	8174343.711	3600.033
670	599464.448	8172727.409	3461.799	1816	600619.263	8174350.938	3599.982
671	599449.508	8172730.817	3461.583	1817	600634.175	8174350.736	3600.620
672	599462.539	8172723.769	3461.162	1818	600629.700	8174357.234	3600.743
673	599450.119	8172732.080	3462.178	1819	600644.363	8174356.848	3600.861
674	599451.219	8172734.279	3462.286	1820	600640.440	8174363.708	3601.167
675	599462.906	8172724.514	3461.568	1821	600645.357	8174357.431	3601.003
676	599451.984	8172735.710	3462.334	1822	600641.365	8174364.238	3601.197
677	599465.226	8172728.954	3461.785	1823	600654.093	8174362.694	3601.034
GPS8R3	599409.927	8172655.398	3457.086	1824	600649.468	8174368.967	3601.855
678	599473.791	8172745.616	3460.429	1825	600662.735	8174367.893	3601.688
679	599460.822	8172752.693	3460.629	1826	600658.645	8174374.644	3601.740
680	599479.832	8172757.297	3460.573	1827	600668.783	8174371.536	3601.896
681	599466.867	8172764.418	3461.222	1828	600664.509	8174378.153	3602.117
682	599485.423	8172768.412	3461.163	1829	600669.855	8174372.164	3603.218
683	599473.495	8172777.341	3461.568	1830	600665.788	8174378.876	3603.240
684	599487.155	8172772.178	3460.967	1831	600681.152	8174378.956	3603.895
685	599474.472	8172779.250	3461.600	1832	600676.912	8174385.597	3603.554
686	599474.941	8172780.193	3463.120	1833	600693.173	8174386.175	3604.347
687	599488.084	8172773.329	3463.128	1834	600689.383	8174393.122	3603.593
688	599489.334	8172775.708	3463.273	1835	600703.123	8174392.168	3604.541
689	599486.538	8172802.645	3463.521	1836	600698.993	8174398.902	3604.582
690	599499.480	8172795.448	3464.061	1837	600704.138	8174392.780	3606.186
691	599503.792	8172803.797	3464.585	1838	600700.090	8174399.513	3606.185
692	599497.106	8172823.202	3465.043	1839	600712.540	8174397.809	3606.496
693	599510.238	8172816.266	3464.863	1840	600708.886	8174404.838	3606.882
694	599497.824	8172824.537	3466.530	1841	600723.817	8174404.590	3606.490
695	599510.856	8172817.598	3466.511	1842	600719.850	8174411.422	3607.220
696	599503.778	8172836.067	3467.097	1843	600735.803	8174411.823	3607.579
697	599516.027	8172827.494	3466.998	1844	600731.207	8174418.263	3607.393
698	599512.255	8172852.509	3467.856	1845	600736.509	8174412.232	3609.345
699	599525.370	8172845.619	3467.612	1846	600737.631	8174412.929	3609.383
700	599531.307	8172857.173	3468.402	1847	600732.670	8174419.089	3609.401

701	599518.930	8172864.979	3468.133	1848	600733.485	8174419.582	3609.505
702	599532.677	8172860.205	3468.593	1849	600745.364	8174417.619	3609.777
703	599520.179	8172867.439	3468.270	1850	600741.554	8174424.384	3609.695
704	599533.857	8172862.118	3469.918	1851	600753.857	8174422.715	3610.428
705	599520.474	8172868.533	3469.893	1852	600750.126	8174429.512	3609.933
706	599536.592	8172867.411	3470.163	1853	600762.671	8174428.303	3610.459
707	599523.367	8172874.178	3469.956	1854	600758.802	8174434.534	3610.320
708	599531.747	8172890.403	3470.795	1855	600763.952	8174428.753	3611.865
709	599545.401	8172884.586	3471.180	1856	600759.935	8174435.486	3611.868
710	599542.048	8172909.943	3471.921	1857	600773.722	8174434.623	3612.099
711	599554.832	8172903.274	3471.880	1858	600769.924	8174441.509	3612.225
712	599543.231	8172912.212	3471.870	1859	600782.065	8174439.632	3612.309
713	599543.602	8172913.432	3473.370	1860	600777.955	8174446.375	3612.721
714	599556.948	8172906.773	3473.322	1861	600782.381	8174449.018	3612.960
715	599549.599	8172925.001	3473.896	1862	600788.618	8174443.867	3613.042
716	599561.021	8172914.716	3473.559	1863	600784.711	8174450.188	3613.000
717	599552.230	8172930.583	3474.124	1864	600789.653	8174444.165	3614.376
718	599564.539	8172922.084	3473.593	1865	600785.674	8174451.023	3614.444
719	599567.095	8172926.517	3473.621	1866	600732.717	8174419.159	3610.060
720	599552.070	8172930.280	3477.903	1867	600732.720	8174419.160	3611.570
721	599567.099	8172926.613	3477.799	1868	600731.205	8174418.262	3610.338
722	599551.359	8172928.834	3477.055	1869	600719.825	8174411.395	3609.436
723	599565.403	8172923.271	3477.724	1870	600704.182	8174392.782	3608.382
724	599548.323	8172922.599	3476.760	1871	600708.839	8174404.818	3609.116
725	599564.661	8172921.859	3476.865	1872	600700.053	8174399.536	3608.124
726	599561.437	8172915.546	3476.681	1873	600693.165	8174386.178	3607.354
727	599560.987	8172914.717	3475.646	1874	600698.932	8174398.876	3607.769
728	599543.521	8172913.372	3476.417	1875	600696.619	8174397.371	3606.886
729	599543.159	8172912.661	3476.448	1876	600689.418	8174393.144	3606.614
730	599556.820	8172906.595	3475.433	1877	600681.155	8174378.927	3606.844
731	599541.623	8172909.724	3474.899	1878	600676.778	8174385.521	3606.023
732	599556.028	8172905.091	3475.446	1879	600669.716	8174372.072	3606.214
733	599554.977	8172903.154	3474.415	1880	600665.834	8174378.937	3605.659
734	599531.733	8172890.414	3474.054	1881	600668.811	8174371.494	3606.081
735	599545.352	8172884.559	3473.752	1882	600664.540	8174378.173	3605.685
736	599520.540	8172868.708	3472.454	1883	600662.594	8174367.822	3605.148
737	599537.140	8172868.552	3473.386	1884	600658.672	8174374.480	3604.601
738	599523.327	8172874.089	3473.379	1885	600654.069	8174362.674	3604.734
739	599522.817	8172873.167	3472.770	1886	600649.340	8174368.910	3604.331
740	599536.491	8172867.354	3472.576	1887	600641.312	8174364.260	3603.803
741	599520.076	8172867.796	3472.395	1888	600640.381	8174363.692	3603.777
742	599533.987	8172862.374	3472.511	1889	600635.606	8174360.811	3603.643
743	599532.994	8172860.472	3472.452	1890	600629.723	8174357.271	3603.911
744	599518.856	8172865.433	3472.256	1891	600622.367	8174343.636	3603.359
745	599531.273	8172857.191	3470.677	1892	600619.250	8174350.934	3603.494
746	599518.357	8172864.547	3471.574	1893	600613.128	8174338.071	3603.038
747	599525.386	8172845.672	3470.525	1894	600609.238	8174344.910	3603.132
748	599512.179	8172852.359	3470.918	1895	600601.358	8174330.961	3602.621
749	599504.309	8172837.204	3470.036	1896	600597.389	8174337.742	3602.748
750	599516.570	8172828.573	3470.053	1897	600600.514	8174330.449	3602.584
751	599503.679	8172835.973	3469.096	1898	600596.508	8174337.213	3602.679
752	599516.048	8172827.581	3469.374	1899	600593.890	8174335.460	3600.923
753	599498.156	8172825.264	3468.808	1900	600597.414	8174328.642	3601.412
754	599510.967	8172817.759	3469.049	1901	600584.589	8174330.059	3600.542
755	599496.646	8172822.355	3467.920	1902	600588.991	8174323.555	3600.912
756	599510.078	8172816.019	3469.012	1903	600571.462	8174322.158	3599.500
757	599504.752	8172805.671	3467.969	1904	600577.913	8174316.845	3600.571
758	599503.757	8172803.899	3466.977	1905	600572.209	8174322.586	3600.005
759	599490.637	8172810.700	3467.452	1906	600575.793	8174315.562	3599.525
760	599499.404	8172795.406	3466.341	1907	600558.092	8174314.157	3598.969
761	599486.626	8172802.831	3466.986	1908	600561.987	8174307.320	3598.482
762	599489.860	8172776.730	3465.527	1909	600556.784	8174313.344	3598.883
763	599488.098	8172773.265	3464.638	E24R	600563.563	8174311.850	3597.178
764	599474.917	8172780.119	3465.883	1920	600526.462	8174295.124	3592.773

765	599474.525	8172779.320	3465.855	1921	600517.179	8174290.964	3592.363
766	599485.231	8172767.752	3464.330	1922	600529.888	8174288.030	3592.942
767	599478.828	8172755.389	3462.311	1923	600512.419	8174289.362	3592.204
768	599466.860	8172764.340	3464.132	1924	600513.464	8174281.501	3591.107
769	599473.781	8172745.601	3463.160	1925	600511.203	8174289.041	3590.883
770	599460.712	8172752.539	3463.400	1926	600506.156	8174279.863	3590.666
GPS8R	599409.929	8172655.399	3457.097	1927	600506.753	8174287.995	3590.589
GPS7RR	599409.929	8172655.399	3457.089	1928	600500.139	8174278.880	3590.464
771	599553.496	8172934.034	3474.425	1929	600499.225	8174286.722	3590.358
772	599558.120	8172947.364	3474.951	1930	600494.661	8174278.037	3590.274
773	599560.342	8172956.242	3474.877	1931	600493.617	8174285.882	3590.250
774	599571.552	8172953.799	3475.334	1932	600491.835	8174285.597	3588.426
775	599575.896	8172951.924	3474.977	1933	600493.263	8174277.857	3588.506
776	599578.604	8172949.882	3474.939	1934	600482.509	8174284.163	3588.091
777	599579.637	8172950.640	3476.718	1935	600483.421	8174276.303	3587.839
778	599576.145	8172952.376	3476.796	1936	600473.595	8174282.770	3587.553
779	599586.298	8172969.016	3477.359	1937	600473.832	8174274.827	3587.667
E9	599568.604	8172936.479	3474.331	1938	600463.949	8174281.278	3587.386
788	599571.567	8172954.487	3476.862	1939	600464.876	8174273.439	3587.471
789	599560.724	8172957.984	3476.859	1940	600462.530	8174281.068	3586.186
790	599563.023	8172970.712	3477.185	1941	600463.562	8174273.246	3585.783
791	599571.660	8172969.946	3477.584	1942	600453.016	8174279.596	3585.234
792	599563.825	8172979.750	3477.365	1943	600452.397	8174271.509	3585.671
793	599571.737	8172979.074	3477.651	1944	600445.057	8174278.368	3585.116
794	599563.893	8172982.333	3477.667	1945	600444.807	8174270.350	3585.222
795	599563.894	8172983.161	3478.013	1946	600434.165	8174276.683	3584.828
796	599571.740	8172983.213	3478.013	1947	600435.368	8174268.904	3584.858
797	599571.764	8172983.041	3477.657	1948	600432.715	8174276.453	3583.514
798	599563.979	8172993.610	3478.612	1949	600434.349	8174268.734	3583.629
799	599571.825	8172994.406	3478.152	1950	600428.686	8174275.831	3583.433
800	599571.922	8173008.295	3478.556	1951	600427.394	8174267.679	3583.337
801	599571.906	8173009.777	3480.183	1952	600419.369	8174274.012	3583.141
802	599572.021	8173023.512	3480.635	E26	600425.277	8174274.198	3583.424
803	599564.196	8173025.298	3480.620	1960	600428.710	8174275.796	3586.482
804	599564.232	8173038.335	3480.834	1961	600427.359	8174267.711	3585.847
805	599572.100	8173038.060	3480.918	1962	600418.506	8174265.704	3585.820
806	599564.261	8173058.288	3481.637	1963	600419.691	8174274.114	3586.648
807	599572.184	8173050.795	3481.435	1964	600432.157	8174276.067	3587.457
808	599572.155	8173057.915	3481.613	1965	600432.236	8174276.341	3587.468
GPS7R3	599569.881	8172930.991	3477.967	1966	600429.677	8174275.946	3587.118
E9R	599568.505	8173088.137	3484.330	1967	600432.979	8174276.480	3587.618
809	599579.236	8172949.905	3474.977	1968	600434.279	8174268.753	3587.488
810	599572.675	8172937.405	3474.427	1969	600435.352	8174268.923	3587.568
811	599587.649	8172964.087	3477.166	1970	600434.253	8174276.668	3587.212
812	599586.757	8172969.500	3477.354	1971	600444.791	8174270.348	3587.966
813	599586.561	8172969.352	3479.035	1972	600452.458	8174271.508	3588.323
814	599589.612	8172967.229	3479.670	1973	600444.961	8174278.352	3587.948
815	599579.702	8172950.750	3478.652	1974	600463.516	8174273.246	3589.835
816	599579.319	8172950.092	3478.600	1975	600452.748	8174279.515	3588.248
817	599576.148	8172952.375	3478.134	1976	600453.553	8174279.642	3588.828
818	599572.517	8172937.174	3478.023	1977	600462.479	8174281.038	3589.063
819	599571.614	8172955.858	3479.742	1978	600464.896	8174273.454	3590.205
820	599560.842	8172958.564	3479.300	1979	600464.064	8174281.291	3590.062
821	599561.089	8172959.462	3479.377	1980	600473.804	8174274.827	3590.618
822	599556.038	8172941.071	3478.035	1981	600473.667	8174282.744	3590.468
823	599558.868	8172949.757	3478.211	1982	600483.476	8174276.317	3591.019
824	599559.895	8172954.030	3478.460	1983	600482.586	8174284.138	3590.847
825	599563.747	8172979.188	3480.297	1984	600493.476	8174277.842	3592.515
826	599571.713	8172978.913	3480.451	1985	600490.455	8174277.430	3591.361
827	599563.855	8172982.334	3480.301	1986	600488.991	8174285.154	3591.130
828	599571.737	8172981.917	3480.539	1987	600494.591	8174278.013	3592.624
829	599563.862	8172983.621	3480.417	1988	600500.067	8174278.863	3593.773
830	599571.753	8172983.072	3480.570	1989	600492.295	8174285.643	3592.515
831	599571.824	8172994.180	3480.954	1990	600506.110	8174279.852	3594.000

GPS8R4	599409.932	8172655.404	3457.060	1991	600493.634	8174285.877	3592.616
E10	599567.293	8172995.034	3478.453	1992	600513.517	8174281.520	3594.350
E11	599568.335	8173308.386	3495.834	1993	600499.273	8174286.726	3592.759
GPS7R4	599569.879	8172930.988	3477.951	1994	600514.305	8174281.724	3594.403
832	599563.841	8172982.308	3480.645	1995	600507.001	8174288.058	3593.080
833	599563.842	8172983.252	3480.755	1996	600511.120	8174289.020	3594.802
834	599571.778	8172982.175	3480.502	1997	600520.675	8174283.825	3595.616
835	599571.794	8172983.096	3480.485	1998	600526.312	8174286.264	3595.788
836	599571.866	8172993.443	3480.924	1999	600512.368	8174289.412	3594.890
837	599563.947	8172993.910	3481.541	2000	600529.768	8174287.983	3595.906
838	599571.913	8173004.206	3481.278	2001	600517.079	8174290.954	3595.045
839	599564.068	8173003.809	3481.323	2002	600535.142	8174291.111	3596.119
840	599571.943	8173008.931	3482.994	2003	600521.952	8174292.917	3595.305
841	599571.959	8173009.694	3482.980	2004	600531.189	8174297.903	3596.321
842	599564.083	8173008.775	3482.733	2005	600536.373	8174291.824	3596.262
843	599564.093	8173009.901	3482.774	2006	600532.544	8174298.715	3596.370
844	599572.081	8173025.722	3483.409	2007	600549.569	8174299.815	3597.714
845	599564.191	8173024.811	3483.841	2008	600546.344	8174307.056	3597.389
846	599572.160	8173039.561	3483.845	2009	600560.796	8174306.625	3598.392
847	599564.231	8173039.902	3484.774	2010	600547.896	8174307.970	3598.073
848	599572.219	8173050.884	3484.225	2011	600556.798	8174313.303	3598.905
849	599564.273	8173058.228	3485.887	E25R	600514.495	8174287.028	3592.252
850	599572.212	8173058.007	3485.870	2012	600423.771	8174267.005	3583.084
851	599564.280	8173059.454	3485.911	2013	600418.556	8174265.734	3582.896
852	599572.273	8173059.104	3485.948	2014	600412.267	8174263.614	3582.633
853	599564.354	8173072.320	3486.128	2015	600407.233	8174261.358	3582.571
854	599572.367	8173073.291	3486.360	2016	600400.557	8174257.630	3582.444
855	599564.435	8173089.411	3486.559	2017	600396.224	8174264.263	3582.365
856	599572.476	8173090.517	3486.909	2018	600395.257	8174263.644	3581.199
857	599564.469	8173103.873	3487.132	2019	600399.506	8174256.920	3581.146
858	599572.544	8173106.902	3487.558	2020	600403.486	8174268.254	3582.710
859	599564.501	8173108.266	3488.274	2021	600409.788	8174271.001	3583.044
860	599572.576	8173107.995	3487.748	2022	600413.902	8174272.488	3583.070
861	599572.575	8173109.158	3488.011	2023	600413.901	8174272.488	3585.296
862	599564.526	8173128.525	3489.099	2024	600409.791	8174271.032	3585.096
863	599564.576	8173137.638	3489.417	2025	600403.542	8174268.302	3584.843
864	599572.557	8173107.816	3487.754	2026	600396.264	8174264.274	3584.604
865	599572.593	8173109.730	3488.173	2027	600395.318	8174263.627	3584.554
866	599572.921	8173148.204	3490.744	2028	600400.498	8174257.544	3584.622
867	599564.821	8173166.414	3491.271	2029	600399.518	8174256.925	3584.276
E12	599568.602	8173088.145	3484.324	2030	600407.267	8174261.362	3584.883
E12R	599568.597	8173088.147	3484.346	2031	600412.194	8174263.566	3585.157
E13	599592.597	8173458.625	3504.831	GPS5R2	600594.092	8174338.139	3600.753
868	599572.309	8173073.230	3483.483	2040	600797.808	8174449.403	3614.896
869	599564.347	8173072.392	3483.653	2041	600793.724	8174455.720	3614.974
870	599572.409	8173090.420	3483.978	2042	600798.837	8174449.971	3614.998
871	599564.395	8173089.363	3484.220	2043	600794.764	8174456.358	3614.915
872	599564.438	8173103.853	3484.675	2044	600805.764	8174454.054	3615.124
873	599572.532	8173108.274	3484.609	2045	600801.429	8174460.405	3615.129
874	599564.430	8173108.285	3484.912	2046	600814.241	8174459.169	3615.786
875	599572.547	8173109.167	3485.090	2047	600811.755	8174457.646	3615.790
876	599564.437	8173109.379	3485.087	2048	600810.154	8174465.344	3615.728
877	599572.743	8173128.033	3485.783	2049	600815.368	8174459.795	3617.213
878	599572.842	8173138.644	3486.192	2050	600811.486	8174466.367	3617.183
879	599572.932	8173149.216	3486.527	2051	600819.669	8174462.494	3617.315
880	599572.977	8173165.948	3486.843	2052	600817.536	8174470.094	3617.319
881	599564.656	8173128.369	3485.671	2053	600821.391	8174463.492	3617.419
882	599564.640	8173137.324	3485.599	2054	600818.841	8174470.824	3617.433
883	599564.870	8173149.755	3486.466	2055	600829.272	8174468.255	3617.866
884	599572.982	8173166.344	3486.833	2056	600825.823	8174475.013	3617.522
885	599564.866	8173166.424	3487.082	2057	600837.738	8174473.310	3618.233
886	599565.039	8173184.372	3487.684	2058	600834.215	8174480.082	3618.287
887	599573.006	8173184.611	3487.660	2059	600840.120	8174474.707	3618.146
888	599565.171	8173204.842	3488.458	2060	600841.087	8174475.276	3619.809

889	599573.043	8173204.650	3488.600	2061	600836.929	8174481.662	3619.702
890	599573.046	8173205.625	3489.585	2062	600847.723	8174479.254	3619.901
891	599565.188	8173205.963	3489.611	2063	600843.398	8174485.596	3620.020
892	599573.154	8173223.412	3490.258	2064	600854.315	8174483.283	3619.918
893	599565.323	8173223.388	3489.740	2065	600849.671	8174489.386	3620.366
894	599573.281	8173243.754	3490.497	2066	600855.406	8174483.914	3619.901
895	599565.389	8173245.538	3491.043	2067	600850.671	8174489.984	3620.396
896	599573.281	8173245.404	3491.029	E27	600878.610	8174507.427	3624.069
897	599565.441	8173254.579	3491.316	2068	600855.462	8174483.689	3624.127
898	599573.327	8173254.407	3491.214	2069	600850.658	8174489.968	3622.517
899	599565.342	8173242.545	3493.443	2070	600854.476	8174483.020	3623.432
900	599573.322	8173256.285	3492.783	2071	600843.278	8174485.532	3622.222
901	599565.429	8173255.563	3492.799	2072	600847.761	8174479.088	3623.090
902	599565.532	8173272.159	3493.522	2073	600836.754	8174481.609	3621.964
903	599573.356	8173275.114	3493.041	2074	600841.034	8174475.167	3622.646
904	599573.405	8173293.513	3493.987	2075	600834.084	8174479.980	3620.463
905	599565.598	8173293.744	3493.848	2076	600840.153	8174474.697	3622.281
906	599565.622	8173294.748	3494.043	2077	600825.728	8174474.975	3619.960
907	599573.433	8173294.885	3494.223	2078	600837.916	8174473.052	3621.207
908	599565.660	8173304.027	3494.137	2079	600817.540	8174470.075	3618.818
909	599573.500	8173303.747	3494.327	2080	600829.351	8174467.956	3620.887
910	599565.726	8173305.598	3495.650	2081	600821.445	8174463.276	3620.424
911	599573.503	8173305.277	3495.781	2082	600811.399	8174466.404	3618.499
912	599565.831	8173318.334	3495.774	2083	600819.764	8174462.229	3619.641
913	599573.632	8173318.507	3496.244	2084	600815.459	8174459.653	3619.476
914	599566.188	8173326.459	3495.939	2085	600809.962	8174465.513	3618.435
915	599574.164	8173325.649	3496.770	2086	600814.356	8174459.020	3619.434
916	599566.269	8173327.423	3496.651	2087	600811.795	8174457.393	3618.488
917	599574.273	8173326.795	3496.759	2088	600805.769	8174453.803	3618.107
918	599567.480	8173337.513	3496.443	2089	600801.493	8174460.425	3617.879
919	599575.197	8173336.301	3497.340	2090	600798.912	8174449.692	3617.752
920	599568.615	8173345.181	3497.076	2091	600798.060	8174449.163	3617.671
921	599576.264	8173343.552	3497.519	2092	600794.589	8174456.263	3617.547
922	599568.810	8173346.551	3497.388	2093	600789.629	8174444.106	3616.724
923	599576.530	8173344.988	3497.476	2094	600793.666	8174455.695	3617.469
924	599570.477	8173355.191	3497.528	2095	600785.741	8174450.984	3616.675
925	599578.141	8173353.388	3497.989	2096	600788.744	8174443.547	3616.668
926	599578.420	8173354.817	3498.523	2097	600784.558	8174450.273	3616.581
927	599570.743	8173356.390	3498.616	2098	600781.993	8174439.516	3615.949
928	599574.269	8173374.599	3499.621	2099	600777.980	8174446.312	3615.481
929	599582.109	8173373.747	3499.245	2100	600773.664	8174434.504	3614.670
930	599577.847	8173393.076	3499.959	2101	600771.176	8174442.193	3615.225
931	599585.380	8173390.743	3499.771	2102	600769.934	8174441.465	3614.176
932	599578.009	8173393.960	3500.007	2103	600763.939	8174428.673	3614.247
933	599585.630	8173392.083	3500.050	2104	600759.976	8174435.418	3613.785
934	599579.574	8173402.254	3500.203	2105	600758.988	8174434.830	3613.699
935	599587.229	8173400.667	3500.370	2106	600762.879	8174428.012	3614.230
936	599587.530	8173401.964	3501.739	2107	600756.584	8174433.401	3612.419
937	599579.850	8173403.564	3501.579	2108	600753.856	8174422.651	3613.439
938	599591.509	8173422.931	3502.531	2109	600750.174	8174429.572	3612.157
939	599583.909	8173424.613	3501.967	2110	600751.133	8174421.074	3613.346
940	599594.507	8173438.592	3503.024	2111	600749.558	8174420.033	3612.386
941	599586.411	8173437.846	3502.628	2112	600741.544	8174424.386	3611.784
942	599594.907	8173440.748	3503.180	2113	600745.405	8174417.533	3612.260
943	599596.475	8173448.929	3503.377	2114	600737.566	8174412.844	3612.056
944	599596.408	8173448.964	3507.679	2115	600723.851	8174404.626	3610.911
945	599594.925	8173440.653	3506.752	2116	600722.061	8174403.532	3610.041
946	599586.237	8173436.943	3504.938	2117	600712.512	8174397.789	3609.732
947	599594.505	8173438.533	3506.585	2118	600707.513	8174394.757	3609.628
948	599591.528	8173422.866	3506.167	2119	600705.321	8174393.429	3608.381
949	599584.147	8173424.149	3504.406	2120	600703.434	8174392.296	3608.360
950	599587.540	8173401.935	3505.172	2121	600700.438	8174390.507	3607.698
951	599579.812	8173403.475	3503.774	GPSR3	600594.092	8174338.143	3600.735
952	599587.395	8173401.214	3505.026	E28	600918.950	8174542.323	3627.772

953	599579.598	8173402.204	3503.726	2122	600965.765	8174544.828	3630.551
954	599585.604	8173392.071	3503.975	2123	600959.270	8174545.335	3630.244
955	599585.351	8173390.706	3503.863	2124	600952.857	8174545.456	3630.107
956	599578.020	8173393.903	3502.773	2125	600947.157	8174545.162	3629.528
957	599582.059	8173373.717	3503.293	2126	600940.588	8174544.262	3629.385
958	599574.259	8173374.567	3501.958	GPS6RS	600935.210	8174551.320	3632.303
959	599578.359	8173354.696	3502.477	2127	600967.844	8174549.565	3630.629
960	599570.738	8173356.379	3501.288	2128	600933.789	8174547.737	3628.951
961	599578.177	8173353.807	3502.481	2129	600952.777	8174550.325	3629.868
962	599570.518	8173355.176	3501.274	2130	600937.652	8174548.681	3629.199
963	599576.259	8173343.478	3501.841	2131	600946.735	8174550.022	3629.831
964	599575.236	8173336.305	3501.284	2132	600940.864	8174549.314	3629.274
965	599567.433	8173337.468	3500.712	2133	600936.396	8174543.347	3629.051
966	599574.182	8173325.620	3500.504	ABC	600935.210	8174551.319	3632.298
967	599574.278	8173326.726	3500.510	2134	600928.912	8174550.472	3628.757
968	599566.226	8173326.745	3500.407	2135	600925.391	8174555.275	3628.732
969	599573.623	8173318.296	3500.186	2136	600929.962	8174551.519	3629.399
970	599565.909	8173318.512	3499.769	2137	600926.121	8174555.958	3629.307
971	599573.484	8173305.046	3499.707	2138	600933.672	8174554.871	3629.789
972	599565.750	8173305.717	3499.502	2139	600929.882	8174559.309	3629.765
973	599573.505	8173304.475	3499.740	2140	600937.434	8174558.216	3630.004
974	599573.376	8173294.753	3498.164	2141	600933.697	8174562.690	3630.118
975	599565.610	8173295.236	3498.360	2142	600940.677	8174561.095	3630.261
976	599573.436	8173293.410	3498.094	2143	600936.731	8174565.419	3630.410
977	599565.489	8173275.155	3497.752	2144	600941.344	8174561.689	3630.480
978	599573.417	8173274.926	3497.460	2145	600937.446	8174566.050	3630.606
979	599565.395	8173255.625	3497.012	2146	600945.024	8174564.973	3630.925
980	599573.280	8173256.209	3496.780	2147	600941.086	8174569.307	3630.770
981	599565.381	8173254.989	3496.843	2148	600947.788	8174567.441	3631.046
982	599573.295	8173255.031	3496.675	2149	600944.776	8174572.595	3631.396
983	599565.287	8173245.418	3495.225	2150	600948.649	8174568.172	3631.415
984	599573.230	8173245.193	3495.404	2151	600920.562	8174550.734	3628.513
985	599565.242	8173244.638	3495.076	2152	600931.835	8174542.062	3628.701
986	599573.265	8173243.332	3495.491	2153	600919.737	8174549.971	3628.094
987	599573.097	8173223.166	3494.302	2154	600925.557	8174539.696	3628.379
988	599565.210	8173223.318	3494.247	2155	600915.794	8174546.289	3627.702
989	599565.157	8173206.077	3493.781	2156	600924.275	8174539.105	3627.941
990	599572.997	8173205.664	3493.705	2157	600913.143	8174543.630	3627.730
991	599572.961	8173204.741	3493.644	2158	600920.736	8174537.378	3627.730
992	599564.889	8173184.575	3492.009	2159	600912.214	8174542.909	3627.089
993	599572.897	8173184.373	3491.981	2160	600917.837	8174535.727	3627.509
994	599564.798	8173166.616	3491.359	2161	600916.671	8174535.094	3627.218
995	599572.955	8173166.326	3491.526	2162	600906.256	8174537.617	3627.225
996	599572.885	8173149.095	3490.917	2163	600913.659	8174533.160	3627.205
997	599564.633	8173149.829	3490.927	2164	600910.906	8174531.166	3626.928
998	599572.850	8173138.500	3490.459	2165	600905.477	8174536.913	3626.438
999	599564.851	8173139.714	3489.429	2166	600910.061	8174530.528	3626.594
1000	599564.653	8173128.425	3488.856	2167	600906.987	8174527.997	3626.414
1001	599572.755	8173128.253	3490.030	2168	600899.339	8174531.471	3626.303
1002	599572.596	8173110.465	3489.315	2169	600904.361	8174525.709	3626.335
1003	599564.844	8173149.797	3486.496	2170	600898.562	8174530.797	3626.030
1004	599564.828	8173166.438	3487.093	2171	600903.578	8174525.007	3626.092
1005	599565.065	8173184.537	3487.706	2172	600900.763	8174522.467	3625.843
1006	599565.164	8173205.016	3488.450	2173	600895.924	8174528.449	3625.661
1007	599565.192	8173205.912	3489.626	2174	600898.100	8174520.094	3625.760
1008	599565.328	8173223.391	3489.746	2175	600893.102	8174525.921	3625.724
1009	599565.442	8173255.558	3492.791	2176	600897.321	8174519.411	3625.301
1010	599565.422	8173254.771	3491.362	2177	600892.268	8174525.196	3625.346
1011	599565.532	8173272.265	3493.529	2178	600894.712	8174517.069	3625.258
E11R	599568.335	8173308.386	3495.832	2179	600889.478	8174522.690	3625.262
1012	599587.010	8173441.025	3502.684	2180	600891.779	8174514.494	3625.118
1013	599587.276	8173442.468	3502.855	2181	600886.850	8174520.379	3625.139
1014	599588.884	8173450.773	3503.302	2182	600890.946	8174513.733	3624.224
1015	599596.786	8173450.582	3504.516	2183	600885.967	8174519.609	3624.431

1016	599589.173	8173452.259	3504.456	2184	600885.367	8174508.802	3624.191
1017	599592.900	8173471.929	3505.538	2185	600873.336	8174510.668	3623.907
1018	599600.690	8173470.569	3504.687	2186	600869.638	8174507.474	3623.582
1019	599596.347	8173489.679	3505.901	2187	600879.703	8174503.734	3623.920
1020	599604.189	8173488.904	3505.537	2188	600867.535	8174504.802	3623.355
1021	599596.764	8173491.921	3505.921	2189	600866.828	8174503.934	3623.049
1022	599604.410	8173489.956	3505.844	2190	600873.498	8174498.242	3623.276
1023	599598.316	8173499.931	3506.193	2191	600872.752	8174497.560	3623.003
1024	599606.022	8173498.642	3506.364	2192	600861.633	8174498.516	3622.741
1025	599598.604	8173501.554	3507.468	2193	600867.094	8174492.520	3622.732
1026	599606.134	8173499.473	3507.414	2194	600860.868	8174497.791	3621.419
1027	599602.007	8173518.685	3507.729	2195	600865.088	8174490.951	3621.301
1028	599609.712	8173517.577	3508.175	2196	600858.510	8174485.676	3620.584
1029	599602.323	8173520.507	3508.022	2197	600858.299	8174485.547	3624.245
1030	599609.964	8173518.898	3508.256	2198	600865.089	8174490.790	3624.767
1031	599606.086	8173539.110	3508.630	2199	600867.087	8174492.572	3624.927
1032	599613.585	8173537.735	3508.596	2200	600853.719	8174492.070	3622.683
1033	599607.695	8173548.446	3509.356	2201	600853.724	8174492.062	3622.699
1034	599615.447	8173547.156	3508.943	2202	600858.856	8174495.989	3622.977
1035	599615.650	8173548.237	3510.427	2203	600860.788	8174497.683	3624.521
1036	599607.987	8173549.900	3510.553	2204	600861.631	8174498.486	3624.613
1037	599611.772	8173569.797	3511.347	2205	600872.795	8174497.554	3626.033
1038	599619.471	8173568.497	3511.095	2206	600873.437	8174498.136	3626.023
1039	599615.808	8173589.518	3511.990	2207	600878.783	8174502.926	3626.633
1040	599615.488	8173588.430	3511.962	2208	600879.735	8174503.777	3626.689
1041	599622.971	8173586.096	3511.600	2209	600885.371	8174508.812	3627.240
1042	599623.260	8173587.128	3511.941	2210	600890.819	8174513.579	3627.761
1043	599618.086	8173597.847	3512.354	2211	600891.771	8174514.422	3627.880
1044	599618.552	8173599.177	3513.853	2212	600894.714	8174517.055	3628.105
E14	599621.263	8173599.050	3513.533	2213	600897.335	8174519.410	3628.335
1055	599618.552	8173599.198	3515.675	2214	600866.847	8174503.914	3624.862
1056	599618.098	8173597.852	3515.653	2215	600898.111	8174520.120	3628.421
1057	599615.688	8173588.988	3514.117	2216	600867.592	8174504.859	3624.917
1058	599611.726	8173569.821	3513.358	2217	600900.763	8174522.478	3628.685
1059	599623.148	8173586.973	3515.112	2218	600869.691	8174507.546	3625.094
1060	599607.987	8173549.901	3512.749	2219	600903.618	8174524.995	3628.948
1061	599619.527	8173568.796	3514.299	2220	600904.391	8174525.663	3629.023
1062	599615.645	8173548.093	3513.596	2221	600906.958	8174527.981	3629.299
1063	599607.732	8173548.332	3512.480	2222	600871.683	8174510.035	3625.493
1064	599615.373	8173546.765	3513.322	2223	600910.007	8174530.435	3629.573
1065	599613.610	8173537.698	3512.137	2224	600886.034	8174519.657	3626.112
1066	599609.620	8173517.416	3511.287	2225	600910.884	8174531.111	3629.625
1067	599606.074	8173539.161	3511.205	2226	600886.862	8174520.368	3626.727
1068	599606.147	8173499.552	3510.658	2227	600913.591	8174533.085	3629.945
1069	599601.950	8173518.522	3510.324	2228	600889.415	8174522.623	3628.499
1070	599598.612	8173501.564	3509.741	2229	600916.657	8174535.046	3630.202
1071	599605.919	8173498.592	3510.594	2230	600892.254	8174525.145	3628.795
1072	599598.449	8173500.700	3509.688	2231	600917.607	8174535.598	3630.321
1073	599604.307	8173489.885	3509.736	2232	600893.133	8174525.901	3628.613
1074	599596.761	8173491.936	3508.203	2233	600896.528	8174528.964	3629.185
1075	599596.335	8173489.637	3508.014	2234	600899.433	8174531.523	3629.011
1076	599604.163	8173489.060	3509.548	2235	600905.551	8174536.877	3629.395
1077	599600.907	8173471.568	3508.895	2236	600906.175	8174537.532	3629.451
1078	599592.918	8173472.008	3507.307	2237	600912.190	8174542.879	3629.431
1079	599596.731	8173450.613	3508.123	2238	600912.967	8174543.620	3629.525
1080	599589.191	8173452.389	3506.617	2239	600920.589	8174537.310	3630.524
1081	599588.896	8173450.799	3506.525	2240	600924.179	8174539.089	3630.825
1082	599587.288	8173442.443	3505.318	2241	600925.494	8174539.660	3630.971
1083	599587.048	8173441.147	3505.183	2242	600931.645	8174541.991	3631.427
1084	599594.892	8173440.533	3506.714	2243	600936.374	8174543.302	3631.704
E13R	599592.598	8173458.626	3504.836	2244	600940.484	8174544.241	3631.863
1085	599625.724	8173595.496	3512.320	2245	600947.097	8174545.135	3632.112
1086	599626.013	8173596.428	3513.523	2246	600963.931	8174549.862	3632.535
1087	599637.680	8173619.892	3514.904	2247	600967.850	8174549.572	3632.737

1088	599631.509	8173624.731	3514.158	2248	600952.805	8174550.342	3632.121
1089	599644.986	8173641.594	3515.210	2249	600946.715	8174550.007	3632.094
1090	599645.926	8173642.775	3516.228	2250	600941.143	8174549.345	3632.045
1091	599657.942	8173657.411	3516.967	2251	600937.412	8174548.607	3631.985
E15	599675.216	8173677.300	3518.032	2252	600933.826	8174547.717	3631.941
1092	599658.245	8173657.763	3519.394	2253	600933.771	8174547.708	3630.473
1093	599645.981	8173642.803	3518.892	2254	600931.299	8174547.799	3630.600
1094	599644.931	8173641.517	3518.214	2255	600928.907	8174550.435	3631.148
1095	599639.562	8173635.023	3516.885	2256	600929.927	8174551.494	3631.673
1096	599631.529	8173624.756	3516.503	2257	600933.680	8174554.863	3632.353
1097	599637.569	8173619.749	3518.295	2258	600937.368	8174558.151	3632.786
1098	599627.140	8173617.066	3516.334	2259	600940.618	8174561.032	3633.154
1099	599632.725	8173610.706	3517.877	2260	600941.314	8174561.666	3633.270
1100	599629.429	8173604.292	3517.605	2261	600944.968	8174564.921	3633.708
1101	599623.101	8173608.996	3516.055	2262	600947.658	8174567.336	3634.005
1102	599626.618	8173598.169	3517.399	2263	600948.589	8174568.147	3634.116
1103	599625.998	8173596.377	3517.301	2264	600944.762	8174572.588	3634.200
1104	599625.724	8173595.606	3517.311	2265	600943.831	8174571.744	3634.098
1105	599618.120	8173597.917	3515.659	2266	600941.037	8174569.311	3633.830
1106	599626.658	8173598.268	3513.765	2267	600937.439	8174566.132	3633.485
1107	599629.484	8173604.324	3513.685	2268	600936.645	8174565.390	3633.344
1108	599623.068	8173608.952	3513.737	2269	600933.660	8174562.695	3632.966
1109	599632.691	8173610.770	3514.001	2270	600929.858	8174559.303	3632.568
1110	599627.147	8173617.048	3513.939	2271	600926.185	8174556.024	3632.290
1112	599642.014	8173625.607	3515.244	2272	600925.398	8174555.281	3631.993
1113	599647.379	8173632.098	3515.039	2273	600921.249	8174551.431	3630.382
1114	599651.313	8173636.871	3515.099	2274	600920.604	8174550.794	3630.284
1115	599652.080	8173637.850	3516.385	2275	600919.664	8174549.926	3630.234
1116	599645.972	8173642.732	3516.227	2276	600915.764	8174546.213	3629.599
1117	599658.008	8173645.058	3516.377	2277	600927.722	8174557.923	3632.656
1118	599652.123	8173650.296	3516.445	2278	600927.095	8174557.438	3632.628
1119	599663.623	8173651.879	3516.475	2279	600936.718	8174543.370	3632.115
1120	599657.350	8173656.633	3516.944	2280	600937.585	8174543.548	3632.127
1121	599664.487	8173652.925	3516.648	E1R3	598450.167	8171748.095	3376.266
1122	599658.384	8173657.892	3517.043	2282	598487.442	8171803.384	3377.492
1123	599670.923	8173660.782	3516.773	2283	598484.830	8171799.292	3377.264
1124	599665.002	8173665.994	3517.301	2284	598481.573	8171794.223	3376.706
1125	599676.641	8173667.731	3517.046	2285	598478.182	8171788.962	3376.086
1126	599670.588	8173672.795	3517.535	2286	598474.249	8171782.844	3375.567
1127	599677.257	8173668.502	3517.572	2287	598473.535	8171781.720	3375.098
1128	599671.265	8173673.587	3517.755	2288	598470.471	8171777.004	3374.054
1129	599683.125	8173675.616	3517.939	2289	598469.530	8171775.562	3373.958
1130	599676.895	8173680.433	3517.924	2290	598464.095	8171767.273	3374.038
1131	599683.712	8173676.348	3518.878	2291	598458.267	8171758.992	3373.203
1132	599677.649	8173681.320	3519.008	2292	598457.515	8171758.083	3373.435
1133	599690.677	8173684.794	3519.135	2293	598450.437	8171749.127	3372.965
1134	599684.522	8173689.694	3518.915	2294	598448.210	8171746.307	3372.841
1135	599695.563	8173690.746	3519.717	2295	598440.420	8171737.377	3372.607
1136	599689.541	8173695.787	3518.918	2296	598440.551	8171737.431	3373.575
1137	599696.173	8173691.516	3519.840	2297	598446.876	8171744.693	3374.089
1138	599690.257	8173696.615	3519.518	2298	598448.137	8171746.243	3374.431
1139	599704.061	8173701.131	3520.375	2299	598450.457	8171749.117	3374.666
1140	599698.175	8173706.313	3519.865	2300	598457.528	8171758.119	3374.906
1141	599707.942	8173705.857	3520.341	2301	598458.228	8171758.995	3375.287
1142	599701.667	8173710.509	3520.083	2302	598464.002	8171767.240	3375.528
1143	599708.615	8173706.639	3520.417	2303	598469.472	8171775.479	3376.090
1144	599702.369	8173711.297	3520.396	2304	598470.466	8171777.101	3377.180
1145	599714.807	8173714.194	3520.668	2305	598473.523	8171781.740	3377.290
1146	599707.927	8173718.108	3520.533	2306	598474.148	8171782.720	3377.268
1147	599715.396	8173714.929	3521.938	2307	598478.121	8171788.901	3377.475
1148	599708.671	8173719.115	3521.992	2308	598481.499	8171794.077	3377.640
1149	599721.592	8173723.557	3522.078	2309	598484.802	8171799.240	3378.408
1150	599715.694	8173727.837	3522.413	2310	598487.479	8171803.331	3378.523
1151	599725.542	8173728.903	3522.269				

ANEXO 6.- PLANOS PROYECTO

Lámina 1 de 4: Plano de la cuenca del proyecto.

Lámina 2 de 4: Topografía del proyecto Progresiva 0+000 – 4+110

Lamina 3 de 4: Tramo del proyecto que trabaja a capacidad máxima para T = 30 años. Progresiva 1+953 – 4+110

Lámina: 4 de 4: Plano de inundación. Progresiva 0+000 – 4+110