

**Ministerio de Agricultura
República de Perú**

**ESTUDIO PREPARATORIO
SOBRE EL
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES
EN
LA REPÚBLICA DEL PERÚ**

**INFORME FINAL
INFORME PRINCIPAL
I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO,
HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA
(Versión Pública)**

Marzo de 2013

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**Yachiyo Engineering Co., Ltd.
Nippon Koei Co., Ltd
Nippon Koei Latin America – Caribbean Co., Ltd.**

GE
JR
13 - 099

**Ministerio de Agricultura
República de Perú**

**ESTUDIO PREPARATORIO
SOBRE EL
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y
VULNERABLES ANTE INUNDACIONES
EN
LA REPÚBLICA DEL PERÚ**

**INFORME FINAL
INFORME PRINCIPAL
I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO,
HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Marzo de 2013

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Yachiyo Engineering Co., Ltd.
Nippon Koei Co., Ltd
Nippon Koei Latin America – Caribbean Co., Ltd.



Figura Área del Estudio

**ESTUDIO PREPARATORIO
SOBRE EL
PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES RURALES Y VULNERABLES
ANTE INUNDACIONES
EN
LA REPÚBLICA DEL PERÚ**

**INFORME FINAL
INFORME PRINCIPAL
I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Índice

Mapa del Área del Estudio

Capítulo I.....	Introducción
.....	1
1.1 Antecedentes del proyecto	1
1.2 Objetivo del Proyecto.....	1
Capítulo II Meteorología e hidrología	3
2.1 Temperatura	3
2.1.1 Río Chira.....	3
2.1.2 Río Cañete.....	4
2.1.3 Río Chincha	5
2.1.4 Río Pisco	7
2.1.5 Río Yauca	8
2.1.6 Río Majes-Camaná.....	9
2.2 Precipitaciones	11
2.2.1 Cuenca del río Chira	12
2.2.2 Cuenca del río Cañete	16
2.2.3 Cuenca del río Chincha	21
2.2.4 Cuenca del río Pisco.....	27
2.2.5 Cuenca del río Yauca.....	32
2.2.6 Cuenca del río Majes-Camaná	38
2.3 Caudal	45

Capítulo III	Análisis de descarga	57
3.1	Caudal de inundaciones según el periodo de retorno calculado a partir de los datos del aforo	57
3.2	Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS).....	61
3.2.1	Resumen del sistema HEC-HMS	61
3.2.2	Elaboración de un modelo de cuenca.....	62
3.2.3	Análisis de precipitaciones.....	63
3.2.4	Cálculo de precipitaciones efectivas según el método SSC	69
3.2.5	Cálculo de caudal de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno.....	78
3.3	Observaciones de los resultados del análisis.....	81
Apéndice -1 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Majes-Camaná		
Apéndice -2 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Cañete		
Apéndice -3 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Chincha		
Apéndice -4 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Pisco		
Apéndice -5 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Chira		
Apéndice -6 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Yauca		

Lista de Tablas

Tabla 2.1.2-1 Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Cañete y las cercanas.....	5
Tabla 2.1.3-1 Temperatura media mensual (°C) en las estaciones de la cuenca del río Chíncha y en las cercanas.....	6
Tabla 2.1.4-1 Temperatura media mensual (°C) en las estaciones de la cuenca del río Pisco y en las cercanas	7
Tabla 2.1.5-1 Temperatura media mensual (°C) en la estación Yauca	8
Tabla 2.1.6-1 Altitud y temperatura media anual en las estaciones ubicadas en la cuenca del río Majes-Camaná	10
Tabla-2.2.1-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Chira).....	12
Tabla-2.2.1-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Chira).....	13
Tabla 2.2.1-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas ...	14
Tabla 2.2.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Chira	15
Tabla-2.2.2-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Cañete).....	17
Tabla-2.2.2-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Cañete)	17
Tabla 2.2.2-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas ...	19
Tabla 2.2.2-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Cañete.....	20
Tabla-2.2.3-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Chíncha)	22
Tabla-2.2.3-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Chíncha)	22
Tabla 2.2.3-3 Precipitaciones medias mensuales en la cuenca del río Chíncha y las cuencas cercanas	24
Tabla 2.2.3-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Chíncha.....	25
Tabla-2.2.4-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Pisco)	28
Tabla-2.2.4-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Pisco).....	28
Tabla 2.2.4-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas ...	30
Tabla 2.2.4-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco	31
Tabla-2.2.5-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Yauca)	33
Tabla-2.2.5-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Yauca).....	33
Tabla 2.2.5-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Yauca y las cercanas.....	35

Tabla 2.2.5-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Yauca	36
Tabla-2.2.6-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Majes-Camaná).....	39
Tabla-2.2.6-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Majes-Camaná)	40
Tabla 2.2.6-3 Precipitaciones mensuales de la estación TISCO	42
Tabla 2.2.6-4 (1) Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Majes-Camaná (1/2)	43
Tabla 2.2.6-4 (2) Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Majes-Camaná (2/2)	43
Tabla 2.3 Ubicación y periodo de medición de cada uno de las estaciones de aforo de caudales de cada uno de los valles.....	47
Tabla 2.3.1-1 Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Chira	48
Tabla 2.3.1-2 Caudal diario máximo/año	48
Tabla 2.3.2-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Cañete	49
Tabla 2.3.2-2 Caudal diario máximo/año en la estación SOCSI CAÑETE de la cuenca del río Cañete	49
Tabla 2.3.3-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Chinchá	51
Tabla 2.3.3-2 Caudal máximo/año en la estación CONTA de la cuenca del río Chinchá (m ³ /s).....	51
Tabla 2.3.4-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río	53
Tabla 2.3.4-2 Caudal máximo/año en la estación LETRAYOC de la cuenca del río Pisco (m ³ /s).....	53
Tabla 2.3.5-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Yauca.....	54
Tabla 2.3.5-2 Caudal máximo/año en la estación SAN FRANCISCO ALTO de la cuenca del río Yauca (m ³ /s).....	54
Tabla2.3.6-1 Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Majes-Camaná.....	55
Tabla 2.3.6-2 Caudal máximo/año en las estaciones de la cuenca del río Majes-Camaná (m ³ /s)	56
Tabla 3.1-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia	57
(m ³ /s).....	57
Tabla 3.2.3-1 Precipitación probabilística máxima en 24 horas de cada estación pluviométrica para cada periodo de retorno (m ³ /s).....	64
Tabla 3.2.3-2 Precipitación probabilística para cada sub-cuenca calculados a partir de precipitaciones probabilísticas con precipitaciones máximas en 24 horas. (Majes-Camaná).....	66
Tabla 3.2.3-3 Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm.....	67
Tabla 3.2.4-1 Valores utilizados de CN.....	71

Tabla 3.2.4-2(1) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)	72
Tabla 3.2.4-3(2) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)	73
Tabla 3.2.4-4(3) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)	74
Tabla 3.2.4-5 CN para la cuenca del valle del Rio Ica	77
Tabla 3.2.4-6 CN para la cuenca del valle del Rio Grande	77
Tabla 3.2.5-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno	78
Tabla 3.2.5-2 Caudal específico de inundaciones según el periodo de retorno	78
Tabla 3.2.5-3 Comparación entre el caudal máximo histórico y el caudal pico para 50 años de retorno	79
Tabla 3.3.2-1 Características de descarga de cada río	85
Tabla 3.3.2-2 Comparación de descarga según el periodo de retorno (m^3/s) en los puntos de referencia de cada río	85
Tabla 3.3.2-3 Precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno (mm) en los puntos de referencia de cada río	86
Tabla 3.3.2-4 Precipitaciones totales de 24 horas (mil m3) en los puntos de referencia de cada río	86
Tabla 3.3.2-5 Caudales según el periodo de retorno (m^3/s) en los puntos de referencia/ Área de la cuenca (km^2)	87
Tabla 3.3.2-6 Caudales según el periodo de retorno (m^3/s) en los puntos de referencia/ Precipitaciones totales (mil m3)	87
Tabla 3.3.2-7 Caudales según el periodo de retorno (m^3/s) en los puntos de referencia/ Precipitaciones totales (mil m3)	88
Tabla 3.3.2-8 Comparación de caudales según el periodo de retorno en el río Cañete	89

Lista de figuras

Figura 2.1.1-1 Temperatura media mensual en las estaciones de La Esperanza, Chilaco y Mallares.....	3
Figura 2.1.1-2 Temperatura media mensual en las estaciones de La Toma Catamayo, Vilcabamba, Malactos y Quinara	4
Figura 2.1.1-3 Temperatura media mensual en las estaciones de Zapotillo; Macara y Sausal de Culucan	4
Figura 2.1.2-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Cañete y en las cercanas	5
Figura 2.1.3-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Chincha .	6
Figura 2.1.4-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Pisco	8
Figura 2.1.5-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Majes-Camaná	9
Figura 2.1.6-1 Relación entre la altitud y la temperatura media anual en las estaciones.....	11
Figura 2.1.6-2 Temperatura media anual y altitud (más de 2,000m)	11
Figura-2.2.1-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Chira).....	13
Figura 2.2.1-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas	14
Figura 2.2.1-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Chira)	16
Figura-2.2.2-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Cañete)	18
Figura 2.2.2-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Cañete y las cuencas cercanas	19
Figura 2.2.2-3 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Cañete)	21
Figura-2.2.3-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Chincha)	23
Figura 2.2.3-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chincha y las cuencas cercanas	24
Figura 2.2.3-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Chincha).....	27
Figura-2.2.4-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Pisco).....	29
Figura 2.2.4-2 Distribución de precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas	30
Figura 2.2.4-3 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Pisco).....	32
Figura-2.1-5 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Yauca).....	34
Figura 2.2.5-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Yauca y las cercanas.....	35

Figura 2.2.5-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Yauca)	37
Figura-2.2.6-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Majes-Camaná)	41
Figura 2.2.6-2 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Majes-Camaná)	44
Figura-2.2.6-3 Duración de tormenta (cuenca del río Majes-Camaná).....	45
Figura-3.1-1 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Chira.....	58
Figura-3.1-2 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Cañete.....	58
Figura-3.1-3 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Chíncha	59
Figura-3.1-3 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Pisco	59
Figura-3.1-4 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Yauca	60
Figura-3.1-5 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Majes-Camaná	60
Figura-3.2.2-1 División de sub-cuencas de la cuenca del valle de Majes-Camaná	62
Figura 3.2.2-2 Modelo HEC-HMS de la cuenca del río Majes-Camaná	63
Figura 3.2.3-1 Isoyetas para 50 años de retorno en base a precipitaciones máximas en 24 horas (Majes-Camaná).....	65
Figura 3.2.3-2 Polígonos de Thiessen y distribución de estaciones pluviométricas	65
Figura 3.2.3-3 Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas.....	68
Figura 3.2.3-4 Distribución de precipitaciones de 24 horas.....	68
Figura 3.2.3-5 Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación	69
Figura 3.2.4-1 Relación entre los números de curva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas P y precipitaciones efectivas P_e	70
Figura 3.2.4-2 Valores de CN seleccionados para la cuenca del río Majes-Camaná	71
Figura 3.2.4-3 Ubicación de las cuencas cercanas.....	76
Figura-3.2.5-1 Hidrograma de inundaciones en el río Chira.....	79
Figura -3.2.5-2 Hidrograma de inundaciones en el río Cañete	79
Figura -3.2.5-3 Hidrograma de inundaciones en el río Chíncha	80
Figura -3.2.5-4 Hidrograma de inundaciones en el río Pisco.....	80
Figura -3.2.5-5 Hidrograma de inundaciones en el río Yauca.....	80
Figura -3.2.5-6 Hidrograma de inundaciones en el río Majes-Camaná	81
Figura 3.3.1-1 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (10 años de periodo de retorno)	82
Figura 3.3.1-2 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (20 años de periodo de retorno)	82

Figura 3.3.1-3 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (50 años de periodo de retorno)	83
Figura 3.3.1-4 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (100 años de periodo de retorno)	83
Figura 3.3.2-1 Corte seccional del río en la estación de monitoreo de caudal Socsi	84

Capítulo I Introducción

1.1 Antecedentes del proyecto

La República del Perú (en adelante se denominará “Perú”) es un país expuesto a un alto riesgo de desastres naturales, como terremotos, maremotos, etc., destacando también las inundaciones. Sobre todo, en los años en que aparece el fenómeno El Niño, que se produce con una cierta periodicidad anual, ocurren numerosas inundaciones y derrumbamientos, debido a las lluvias torrenciales, en los diferentes puntos del país. En el pasado, el Perú sufrió grandes daños en las épocas de lluvia de los años 1982-1983 y 1997-1998 a causa de dicho fenómeno. Las inundaciones y derrumbamientos producidos en esta última de 1997-1998 fueron los más graves, causando una pérdida total de 35.000 millones de dólares en todo el país. Las inundaciones más recientes ocurrieron en enero de 2010, en las cercanías del patrimonio mundial Machu Picchu, Cuzco, a raíz de las intensas lluvias que interrumpieron el tránsito de la vía férrea y de las carreteras, dejando aisladas a aproximadamente 2.000 personas, entre las cuales la mayoría eran turistas.

En vista de esta situación, el Ministerio de Agricultura inició el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación (PERPEC) en 1999, con el fin de proteger los poblados, tierras de cultivo, infraestructuras agrícolas, etc., ubicados dentro de las zonas de riesgo de inundaciones. Dicho programa consistió en el aporte de recursos financieros del gobierno central y la contrapartida de los gobiernos locales para ejecutar las obras de protección de las márgenes de los ríos. Sin embargo, las obras ejecutadas han sido de tamaño reducido y no se han podido mitigar suficientemente los riesgos.

El Ministerio de Agricultura, a través de la Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH), elaboró en el año 2009 el Proyecto de “Protección de Valles y Poblaciones Rurales y Vulnerables ante Inundaciones”, dirigido a nueve cuencas hidrográficas. Sin embargo, ante la limitada disponibilidad de experiencias, técnicas y recursos financieros para implementar un estudio de pre inversión para un proyecto de control de inundaciones de tal magnitud, solicitó a JICA su apoyo.

En respuesta a dicha solicitud, JICA y el Ministerio de Agricultura (MINAG) sostuvieron discusiones, bajo la premisa de implementarlo en el esquema de un estudio preparatorio para la formulación de un proyecto de préstamo de AOD de JICA. El contenido y alcance del estudio, calendario de implementación, obligaciones y compromisos de ambas partes, etc., fueron plasmados en las Minutas de Discusiones firmadas el 21 de enero y el 16 de abril de 2010. El presente Estudio se desarrolla en base a esos acuerdos establecidos y convenidos por JICA.

1.2 Objetivo del Proyecto

①Meta superior

El Proyecto tiene por objetivo mitigar la vulnerabilidad de los valles y los habitantes locales

ante las inundaciones, para promover el desarrollo socioeconómico regional.

②Objeto del Proyecto

El presente Proyecto consta de los componentes abajo indicados y mediante la realización de cada uno de los mismos se logrará el objetivo del Proyecto.

- Medidas estructurales
- Medidas no estructurales (forestación y control de tierra y arena)
- Asistencia técnica (educación sobre la prevención de desastres y desarrollo de capacidades)

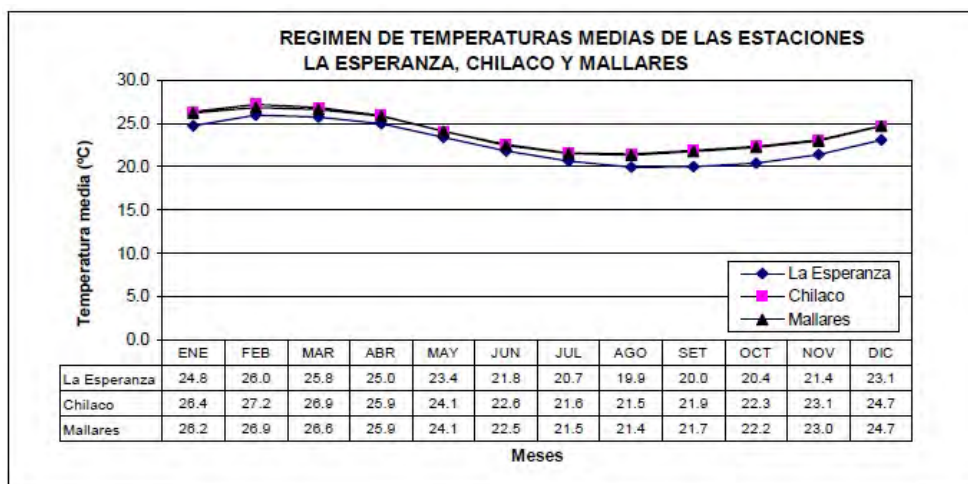
Capítulo II Meteorología e hidrología

2.1 Temperatura

A continuación se presenta el resumen de los datos de la temperatura en cada cuenca. El monitoreo de la temperatura se da en las estaciones de monitoreo pluvial y de caudal que se mencionan posteriormente.

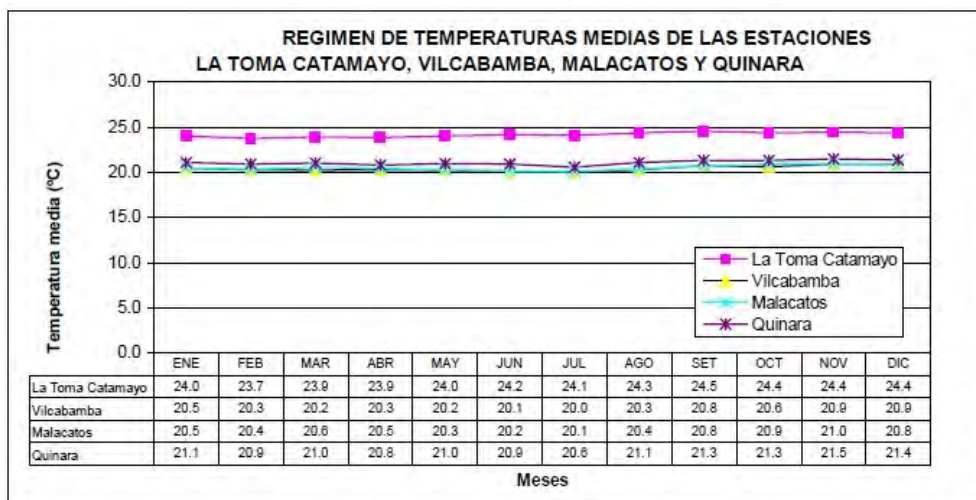
2.1.1 Río Chira

La temperatura media en la cuenca del río Chira es de 24°C tanto en la cuenca baja como en la media y baja a medida que eleva la altitud alcanzando 13°C en la cuenca alta. La temperatura máxima se registra entre las 13 y 15 horas y en las zonas bajas llega a 38°C (en febrero o marzo) y en las zonas altas, a 27°C. La temperatura mínima se da entre junio y agosto en la zona costera con 15 °C y entre junio y septiembre en la zona alta con 8° C. Las figuras 2.1.1-1 – 2.1.1-3 presentan la temperatura media mensual en cada estación de monitoreo.



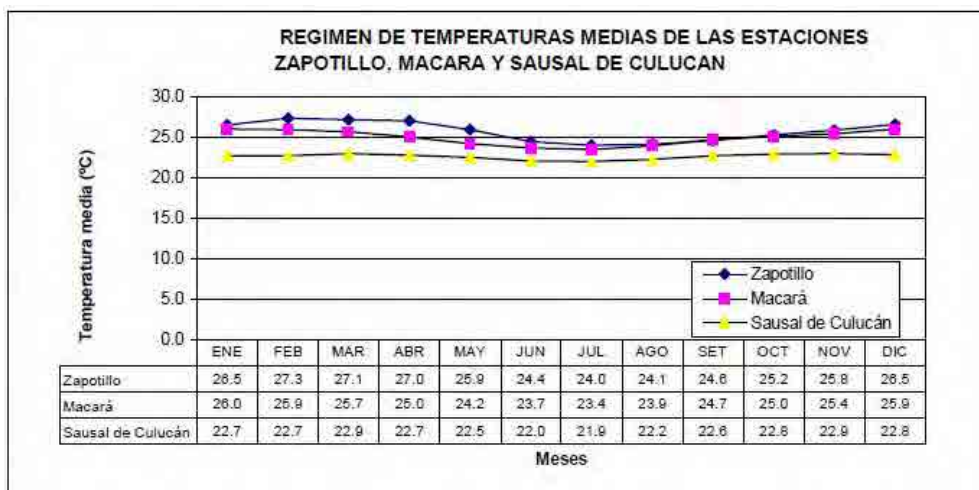
Fuente: Proyecto Binacional Catamayo – Chira

Figura 2.1.1-1 Temperatura media mensual en las estaciones de La Esperanza, Chilaco y Mallares



Fuente: Proyecto Binacional Catamayo – Chira

Figura 2.1.1-2 Temperatura media mensual en las estaciones de La Toma Catamayo, Vilcabamba, Malactos y Quinara



Fuente: Proyecto Binacional Catamayo – Chira

Figura 2.1.1-3 Temperatura media mensual en las estaciones de Zapotillo; Macara y Sausal de Culucan

2.1.2 Río Cañete

La temperatura media mensual registrada en las estaciones Cañete, Pacarán y Yauyos de la cuenca del río Cañete se presentan en la tabla 2.1.2-1 y la Figura 2.1.2-1.

Las estaciones Pacarán y Cañete presentan un promedio anual casi igual de la temperatura media mensual con 20.7 °C y 20.0 °C respectivamente. La estación Yauyos, por ubicarse a una altitud de 2290m, da una temperatura algo inferior con 17.6°C.

Tal como se observa en la figura, Pacarán y Cañete presentan una tendencia similar que es alta entre enero y abril. En Yauyos, ubicada a mayor altitud, se registra poca variación durante el año, menos en los meses de septiembre y noviembre con una temperatura algo mayor.

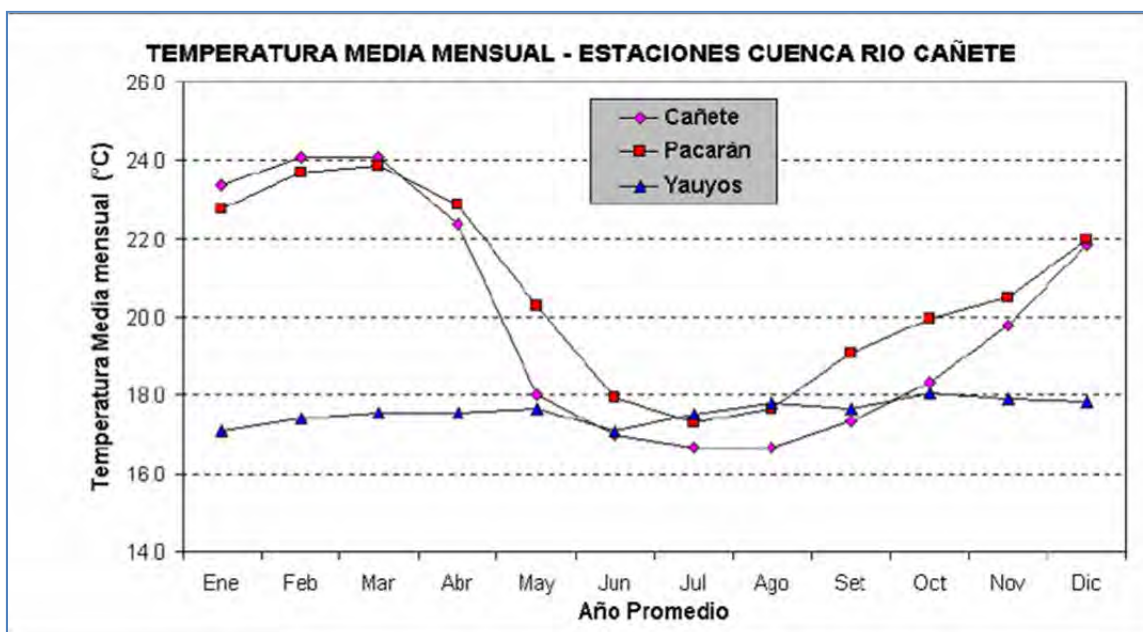
La temperatura media mensual máxima en el valle de Cañete se da en enero y abril con 28°C. La temperatura media mensual mínima se da entre junio y septiembre con 14°C. Las temperaturas máximas y mínimas históricas fueron 33 °C (enero) y 11.6 °C (septiembre).

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.1.2-1 Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Cañete y las cercanas

ESTACION : YAUYOS													ALTITUD : 2.290 msnm
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	MEDIA
Máx	18.6	18.9	18.3	18.7	18.6	17.9	18.7	18.3	17.9	18.6	18.8	18.8	18.2
Min	15.6	16.5	16.6	16.9	17.1	16.6	16.9	17.5	17.3	17.1	17.1	17.3	17.1
Prom.Mes	17.1	17.4	17.5	17.5	17.7	17.1	17.5	17.8	17.7	18.1	17.9	17.8	17.6
ESTACION : PACARAN													ALTITUD : 700 msnm
Máx	24.2	25.0	25.0	23.8	20.9	19.5	19.2	19.0	20.0	20.5	20.9	22.8	21.2
Min	21.8	22.9	23.2	22.2	19.9	16.5	16.0	17.0	18.6	19.5	19.7	21.5	20.2
Prom.Mes	22.8	23.7	23.9	22.9	20.3	17.9	17.3	17.6	19.1	20.0	20.5	22.0	20.7
ESTACION : CAÑETE													ALTITUD : 150 msnm
Máx	23.4	24.1	24.0	22.8	21.9	22.1	21.4	21.0	21.0	20.7	22.0	24.7	22.3
Min	22.6	23.6	23.4	21.2	18.4	15.8	15.6	16.2	16.6	17.6	18.3	21.1	19.2
Prom.Mes	23.4	24.1	24.1	22.4	18.0	17.0	16.7	16.7	17.3	18.3	19.8	21.8	20.0

Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Cañete River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003



Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Cañete River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003

Figura 2.1.2-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Cañete y en las cercanas

2.1.3 Río Chíncha

La temperatura media mensual registrada en las estaciones Fonagro, Chíncha de Castrovirreyna, Chíncha de Yanac, Villa de Arma y San Pedro de Huacarpana en la cuenca del río Chíncha y en las estaciones Huáncano y Agnococha en la cuenca del río Pisco de cercanía se presentan en la

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

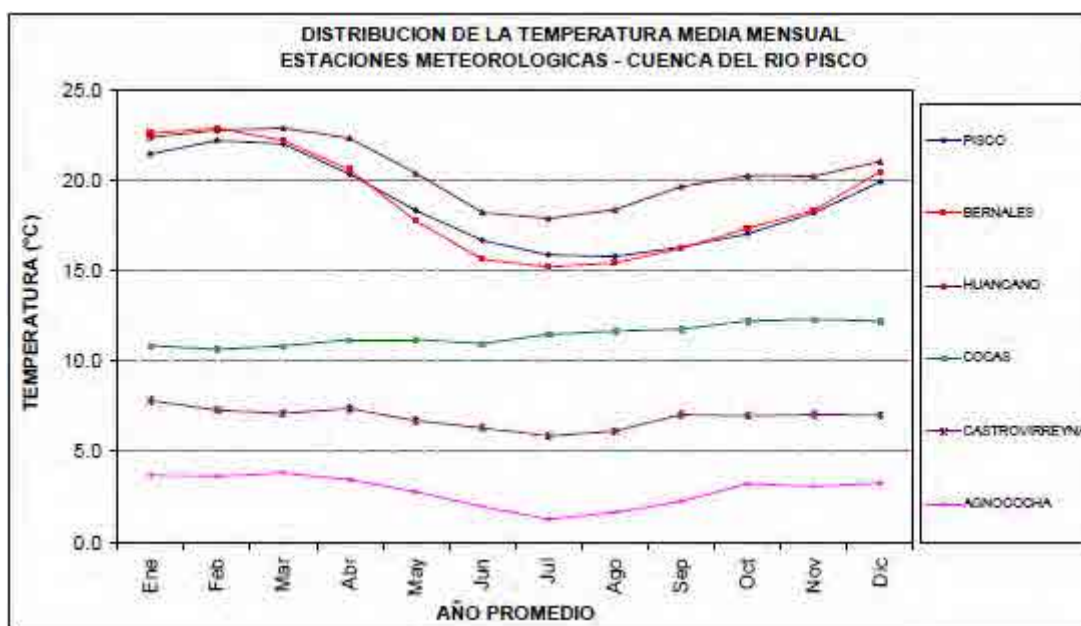
tabla 2.1.3-1 y la Figura 2.1.3-1.

Según la tabla 2.1.3-1, existe una correlación inversa entre la temperatura y la altitud. El valor del promedio de la temperatura media anual es alto en Fonagro (20.3 °C) y Huancano (20.6 °C) y se da el mínimo en Acnococho (2.8 °C). Tal como se observa de la distribución de la temperatura media anual en la Figura 2.1.3-1, en San Juan se registran temperaturas altas y en Acnococho, las mínimas.

Tabla 2.1.3-1 Temperatura media mensual (°C) en las estaciones de la cuenca del río Chíncha y en las cercanas

ESTACION METEOROLÓGICA	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												MEDIA ANUAL
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
FONAGRO	50	23.6	24.3	23.8	22.3	19.9	17.9	17.4	17.4	17.5	18.4	19.4	21.6	20.3
HUANCANO (*)	1006	22.4	22.8	22.9	22.4	20.4	18.3	17.9	18.4	19.7	20.3	20.3	21.1	20.6
SAN JUAN DE CASTROMIRREYNA	2150	19.7	19.3	19.9	19.4	19.8	18.9	19.5	19.3	19.6	19.4	19.2	19.4	19.4
SAN JUAN DE YANAC	2400	14.8	14.9	15.0	14.9	15.9	15.5	15.5	16.1	15.8	15.8	15.4	16.1	15.5
HUACHOS	2680	15.1	14.7	14.7	14.7	15.2	15.2	14.9	15.9	15.8	15.8	15.1	16.0	15.2
VILLA DE ARMA	3280	11.8	10.4	11.3	12.0	12.6	12.3	13.0	12.6	13.2	12.8	11.7	11.4	12.1
S.P.HUACARPANA	3680	9.1	8.6	9.5	9.4	9.8	9.3	9.6	9.2	9.5	10.2	9.6	10.1	9.5
AGNOCOCHA (*)	4650	3.7	3.6	3.8	3.4	2.8	2.0	1.3	1.6	2.2	3.2	3.1	3.3	2.8

Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Chíncha River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003



Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Chíncha River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003

Figura 2.1.3-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Chíncha

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

2.1.4 Río Pisco

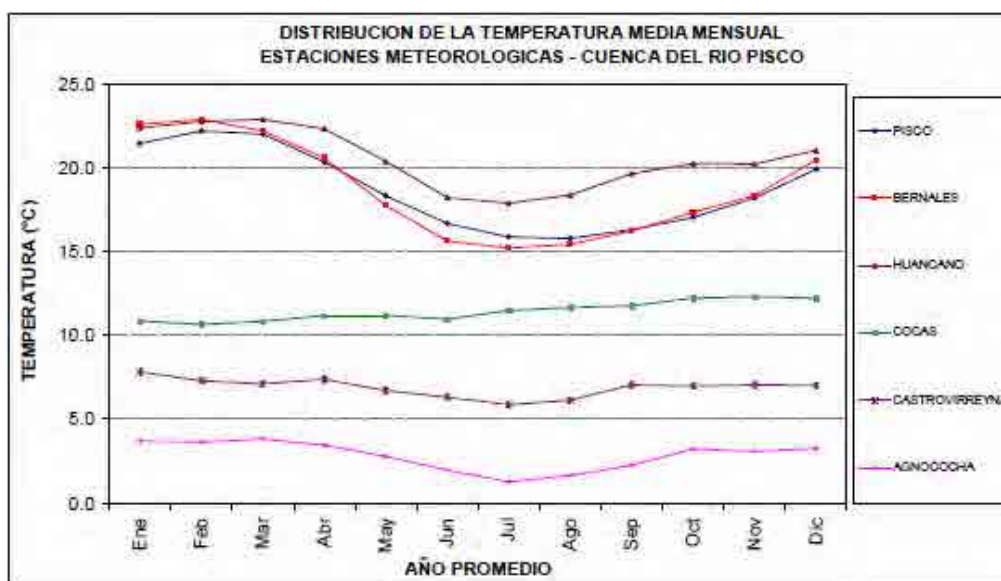
La temperatura media mensual registrada en las estaciones Pisco, BERNALES, Huáncano, Cokes, Acnococho y Castrovirreyna en la cuenca del río Pisco y en las estaciones Huamaní, Acora, Túnel Cero y San Pedro de Huacarpana en la cuenca del río Ica de cercanía se presentan en la tabla 2.1.4-1 y la Figura 2.1.4-1.

Según la tabla 2.1.4-1, existe una correlación inversa entre la temperatura y la altitud. El valor del promedio de la temperatura media anual es alto en Huamaní (20.5 °C) y Huancano (20.6 °C) y se da el mínimo en Túnel Cero (3.7 °C) y Acnococho (2.8 °C). Tal como se observa de la distribución de la temperatura media anual en la Figura 2.1.4-1, en Pisco y Huancano BERNALES se registran temperaturas altas y en Acnococho, las mínimas.

Tabla 2.1.4-1 Temperatura media mensual (°C) en las estaciones de la cuenca del río Pisco y en las cercanas

N°	ESTACION METEOROLÓGICA	ALTITUD msnm	AÑO PROMEDIO												MEDIA ANUAL
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	PISCO	7	21.5	22.2	22.0	20.4	18.3	16.7	15.9	15.8	16.3	17.1	18.2	20.0	18.7
2	BERNALES	250	22.8	22.9	22.2	20.6	17.8	15.7	15.2	15.5	16.3	17.4	18.5	20.6	18.8
3	HUAMANI	800	23.0	23.8	23.7	22.0	20.1	17.5	16.6	17.5	18.8	19.9	20.7	22.0	20.5
4	HUANCANO	1006	22.4	22.8	22.9	22.4	20.4	18.3	17.9	18.4	19.7	20.3	20.3	21.1	20.6
5	ACORA	1800	17.2	17.4	17.8	17.3	16.7	16.2	16.5	16.6	16.8	17.3	17.2	17.5	17.0
6	COCAS	3246	10.9	11.0	10.8	11.2	11.2	11.0	11.5	11.7	11.9	12.2	12.3	12.2	11.5
7	S.P. HUACARPANA	3680	9.1	8.6	9.5	9.4	9.8	9.3	9.6	9.2	9.5	10.2	9.6	10.1	9.5
8	CASTROVIRREYNA	3956	7.8	7.3	7.1	7.4	6.7	6.3	5.9	6.1	7.1	7.0	7.1	7.0	6.9
9	TUNEL CERO	4425	4.3	4.4	4.5	4.1	3.5	2.5	2.3	2.9	3.5	4.1	4.5	4.4	3.7
10	ACNOCOCHO	4650	3.7	3.6	3.8	3.4	2.8	2.0	1.3	1.6	2.2	3.2	3.1	3.3	2.8

Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Pisco River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003



Fuente: Assessment and Management of Water Resources of the Pisco River Basin. IRH-INRENA-MINAG, 2003

Figura 2.1.4-1 Distribución de Temperatura media mensual en las estaciones de la cuenca del río Pisco

2.1.5 Río Yauca

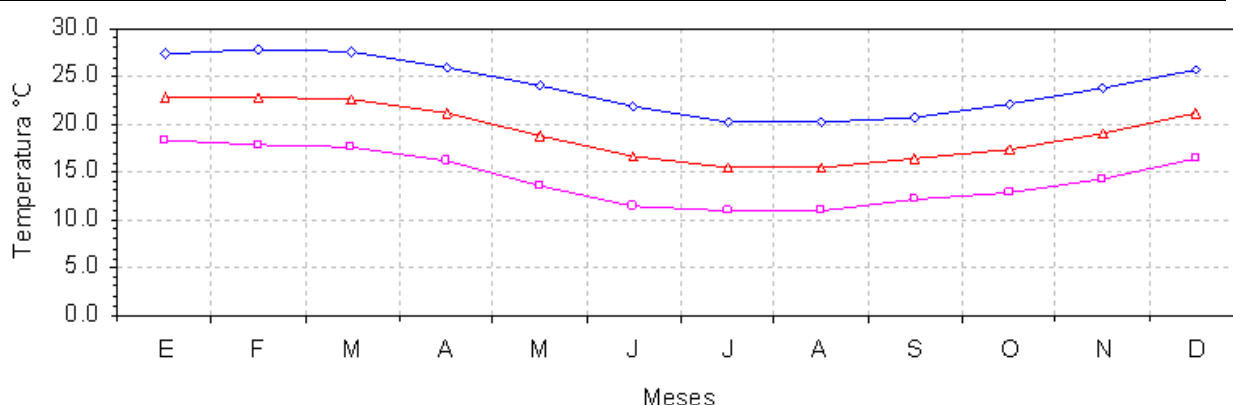
La temperatura tiene que ver con la variación de la altitud. En la cuenca del río Yauca la temperatura varía desde la zona costera que es un área semi cálida (19°C aprox.) hacia el alto andino que es un área fría (5°C aprox.). Entre las estaciones de monitoreo existentes, las que cuentan con datos confiables son 3 estaciones: Coracora, Chavin y Sancos, ubicadas en la Sierra y una zona montañosa y la estación Yauca de la zona costera.

Las 3 estaciones arriba mencionadas están muy apartadas del área objeto del Estudio, por lo que la temperatura media mensual registrada en la estación Yauca, ubicada más cerca, se presenta en la tabla 2.1.5-1 y la Figura 2.1.5-1.

Tabla 2.1.5-1 Temperatura media mensual (°C) en la estación Yauca

TEMPERATURA	Mes												Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Maxima	27.40	27.90	27.60	26.00	24.00	21.90	20.30	20.10	20.70	22.10	23.90	25.80	23.98
Minima	18.30	17.80	17.70	16.30	13.60	11.30	10.90	11.00	12.20	12.80	14.40	16.40	14.39

Fuente: Asignación de Agua en Bloque en el Valle Yauca, ATDR Acari-Yauca-Puquio, 2006



Fuente: Asignación de Agua en Bloque en el Valle Yauca, ATDR Acari-Yauca-Puquio, 2006

Figura 2.1.5-1 Distribución de Agua en Bloque en el Valle Yauca, ATDR Acari-Yauca-Puquio, 2006 por lo
q

2.1.6 Río Majes-Camaná

En la cuenca del río Majes-Camaná, se registra una temperatura media anual semi cálida del orden de 19°C en la cuenca baja hasta 800m de altitud y a partir de dicha altitud la temperatura va bajando gradualmente. En las estaciones Pampacolca y Chuquibamba, ubicadas entre 2,200m y 3,100m de altitud, se registran temperaturas entre 10.8 °C y 12.9°C y en la estación Sibayo (a 3,800m), 7.8°C. En cuanto a la temperatura media mensual máxima es de 20°C y la mínima de -6.8°C. La temperatura media anual en la estación Pañe, ubicada entre 3,900m y 4,800m de altitud, es de 3.1°C.

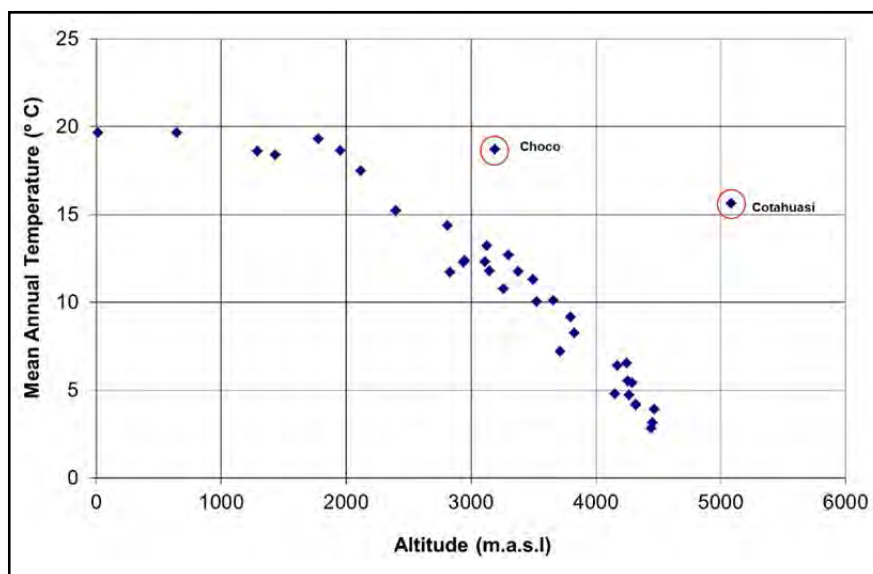
La tabla 2.1.6-1 presenta la temperatura media anual y la altitud de cada estación. Asimismo la Figura 2.1.6-1 muestra la relación entre la altitud y la temperatura media anual. La Figura 2.1.6-2 indica la relación entre la altitud y la temperatura media anual en las estaciones ubicadas por encima de 2,000m de altitud, de lo que se puede ver una acentuada correlación.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.1.6-1 Altitud y temperatura media anual en las estaciones ubicadas en la cuenca del río Majes-Camaná

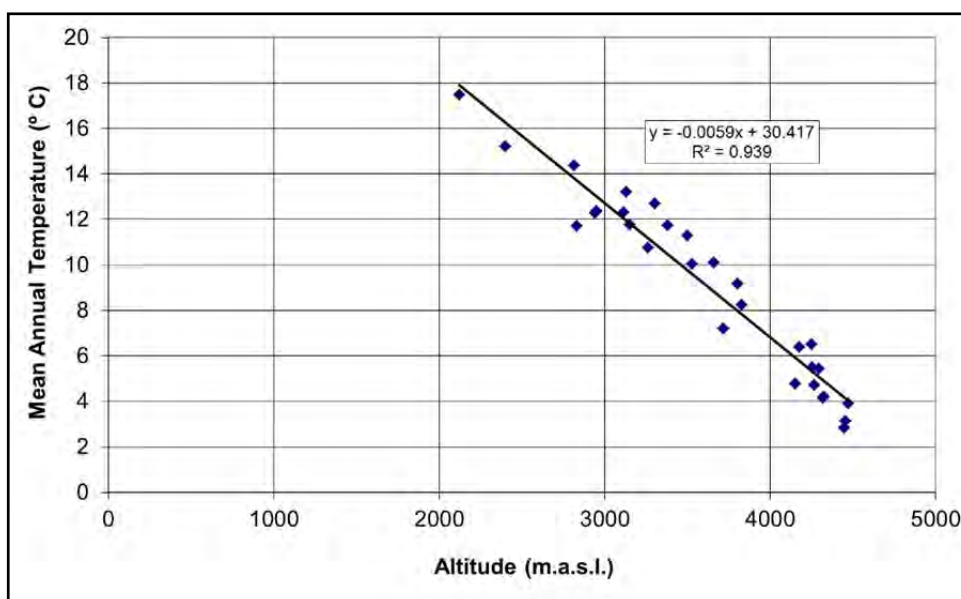
Weather Station	Altitude (m.a.s.l.)	Mean Annual Temperature (° C)
Andahua	3528	10.05
Aplao	645	19.67
Ayo	1956	18.64
Cabanaconde	3379	11.74
Camaná	15	19.67
Caravelí	1779	19.29
Chachas	3130	13.20
Chichas	2120	17.47
Chiguata	2943	12.27
Chivay	3661	10.09
Choco	3192	18.70
Chuquibamba	2832	11.71
Cotahuasi	5088	15.62
Crucero Alto	4470	3.91
El Frayle	4267	4.72
Huambo	3500	11.30
Imata	4445	2.83
La Angostura	4256	5.50
La Joya	1292	18.59
La Pampilla	2400	15.20
Lagunillas	4250	6.52
Las Salinas	4322	4.20
Machahuay	3150	11.76
Madrigal	3262	10.75
Orcopampa	3801	9.16
Pampa de Arrieros	3715	7.18
Pampa de Majes	1434	18.40
Pampacolca	2950	12.37
Pampahuta	4320	4.16
Pillones	4455	3.13
Porpera	4152	4.79
Pullhuay	3113	12.30
Salamanca	3303	12.68
Sibayo	3827	8.23
Sumbay	4294	5.42
Tisco	4175	6.39
Yanaquihua	2815	14.38

Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMHI)



Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMHI)

Figura 2.1.6-1 Relación entre la altitud y la temperatura media anual en las estaciones



Fuente: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMHI)

Figura 2.1.6-2 Temperatura media anual y altitud (más de 2,000m)

2.2 Precipitaciones

Tuvimos conocimiento de la situación del monitoreo pluvial que son datos a utilizar en el análisis de descarga en el área objeto del estudio y recopilamos y pusimos en orden los datos de precipitaciones necesarios para dicho análisis. Los datos de precipitaciones fueron obtenidos principalmente de SENAMHI. Casi todas las estaciones de monitoreo pertenecen a SENAMHI. El monitoreo automático de precipitaciones se realiza únicamente en la estación de Chivay, y en las otras estaciones se realiza un monitoreo periódico manual. En la estación de Chivay se instaló un

sistema automático de monitoreo telemétrico en el año 2001. El Equipo de Estudio recopiló la información de precipitación de los periodos de febrero 2011 y febrero 2012 (temporada de lluvias).

2.2.1 Cuenca del río Chira

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las tablas 2.2.1-1 y 2.2.1-2 y la Figura 2.2.1-1 presentan las estaciones de monitoreo de precipitaciones y el periodo de toma de datos pluviales.

En la cuenca del río Chira, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 14 estaciones de monitoreo (incluyendo las inoperativas actualmente), y el periodo más largo de monitoreo es 47 años desde 1964 hasta 2010.

Tabla-2.2.1-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Chira)

Código	Estación de monitoreo	Departamento	Longitud	Latitud	Institución
152202	ARDILLA (SOLANA BAJA)	PIURA	80° 26'1	04° 31'1	SENAMHI
150003	EL CIRUELO	PIURA	80° 09'1	04° 18'1	SENAMHI
152108	FRIAS	PIURA	79° 51'1	04° 56'1	SENAMHI
230	LA ESPERANZA	PIURA	81° 04'4	04° 55'55	SENAMHI
152125	LAGUNA SECA	PIURA	79° 29'1	04° 53'1	SENAMHI
152104	LAS LOMAS 1	PIURA	80° 15'1	04° 38'1	SENAMHI
140	LAS LOMAS 2	PIURA	80° 15'1	04° 38'1	SENAMHI
208	MALLARES	PIURA	80° 44'44	04° 51'51	SENAMHI
152144	MONTERO	PIURA	79° 50'1	04° 38'1	SENAMHI
152101	PANANGA	PIURA	80° 53'53	04° 33'33	SENAMHI
152135	SAN JUAN DE LOS ALISOS	PIURA	79° 32'1	04° 58'1	SENAMHI
203	SALALA	PIURA	79° 27'27	05° 06'6	SENAMHI
152110	SANTO DOMINGO	PIURA	79° 53'1	05° 02'1	SENAMHI

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla-2.2.1-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Chira)

RIO CHIRA	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ALAMOR																																																			
ARDILLA																																																			
EL CIRUELO																																																			
FRIAS																																																			
LA ESPERANZA																																																			
LAGUNA SECA																																																			
LAS LOMAS 1																																																			
LAS LOMAS 2																																																			
MALLARES																																																			
MONTERO																																																			
PANANGA																																																			
SAN JUAN DE LOS ALISOS																																																			
SALALA																																																			
SANTO DOMINGO																																																			

Año de El Niño

Año de El Niño

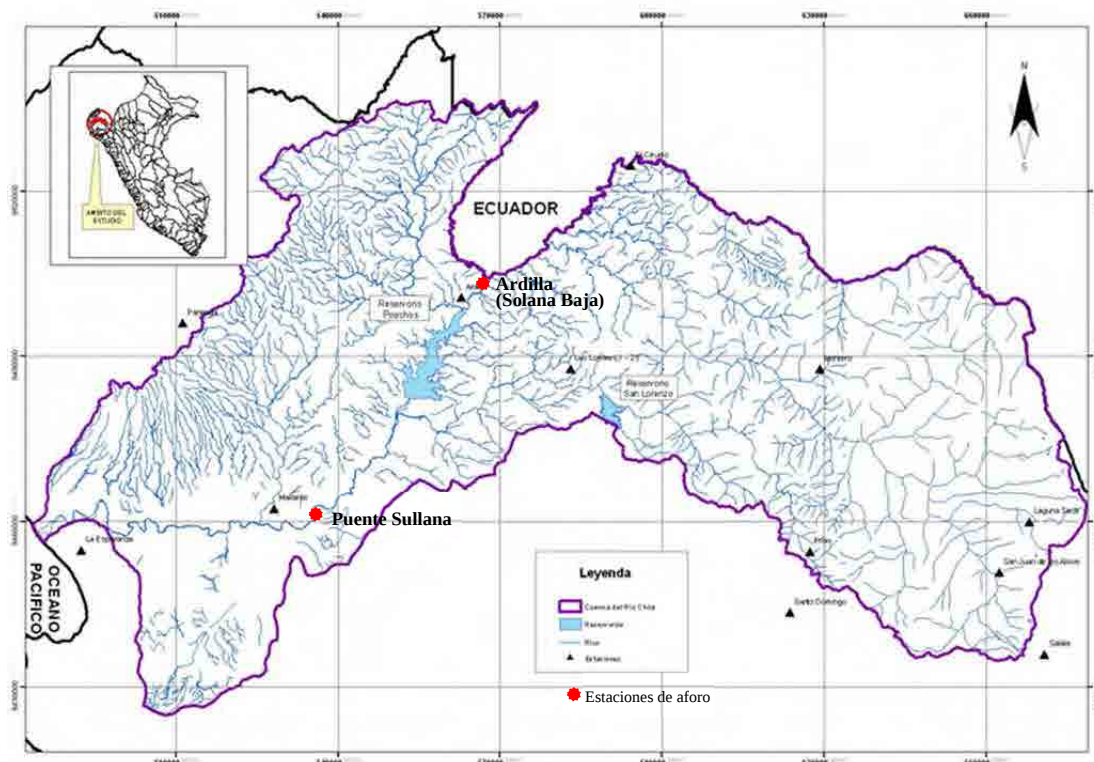


Figura-2.2.1-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Chira)

(2) Precipitaciones mensuales

La tabla 2.2.1-3 y la Figura 2.2.1-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del río Chira y su distribución.

Según la tabla y la figura, las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 100mm en la estación La Esperanza a 1,584mm en la estación Laguna Seca.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla 2.2.1-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ARDILLA	58.0	114.2	184.1	92.4	26.8	21.5	0.0	0.4	0.1	2.6	1.5	6.9	594.1
EL CIRUELO	102.2	161.0	231.1	141.0	22.1	8.1	1.3	0.2	0.6	2.6	4.4	30.3	680.3
FRIAS	180.3	251.8	308.4	155.7	54.1	12.6	4.0	5.3	10.3	19.2	19.2	74.1	1145.9
LA ESPERANZA	14.7	17.7	28.1	17.3	12.8	7.2	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	3.1	100.8
LAGUNA SECA	240.2	278.2	261.0	236.0	124.1	45.0	39.7	33.8	33.8	104.7	99.2	195.5	1584.1
LAS LOMAS 1	36.8	59.7	136.9	70.6	48.9	11.0	0.1	0.1	0.5	2.5	1.5	10.1	380.0
LAS LOMAS 2	8.3	86.9	123.0	53.0	5.7	0.6	0.1	0.1	0.0	0.2	2.2	5.9	287.6
MALLARES	30.2	46.3	69.6	37.5	15.0	0.4	0.2	0.2	0.3	1.0	0.9	8.2	221.5
MONTERO	123.7	181.2	296.1	191.1	79.9	29.3	5.5	5.8	7.8	17.6	15.1	45.7	987.4
PANANGA	39.3	59.9	95.2	43.8	14.3	3.9	0.1	0.0	0.2	0.8	0.9	11.4	272.5
SAN JUAN DE LOS ALISOS	186.7	222.7	229.5	184.7	68.9	33.9	18.3	18.8	22.1	67.2	72.7	145.4	1291.0
SALALA	104.4	138.9	128.0	114.7	82.4	58.4	51.4	27.1	33.3	81.1	84.0	104.0	1029.3
SANTO DOMINGO	169.0	263.7	370.6	217.4	74.5	12.7	2.8	4.3	10.7	16.6	28.6	76.7	1233.1

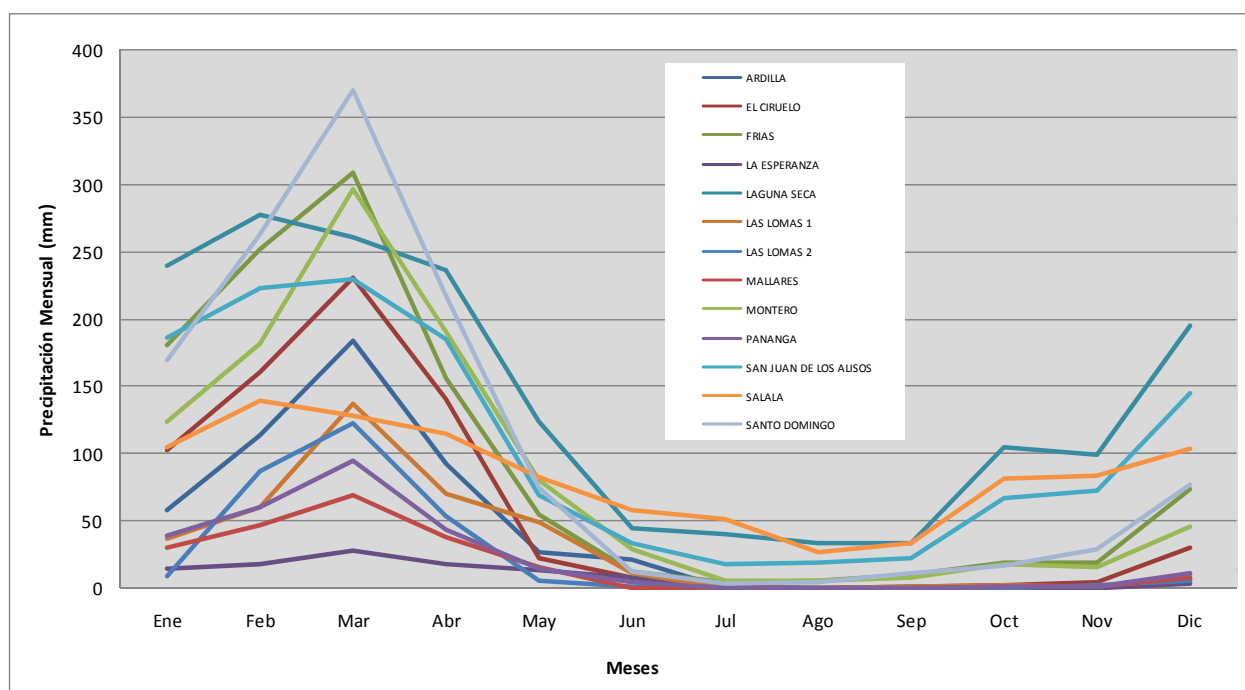


Figura 2.2.1-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.1-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Chira.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

**Tabla 2.2.1-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la
cuenca del río Chira**

Year	ARDILLA (SOLANA BAJA)	EL CIRUELO	FRIAS	LA ESPERANZ A	LAGUNA SECA	LAS LOMAS 1	LAS LOMAS 2	MALLARES	MONTERO	PANANGA	SAN JUAN DE LOS ALISOS	SALALA	SANTO DOMINGO
1964						5.8				3.2			20.0
1965			13.8			102.0				154.0			65.6
1966			14.7			30.1				25.3			49.9
1967			12.2			59.3				11.6			64.6
1968			18.6	2.8		4.0				2.7			18.4
1969			75.2	20.0		40.0				40.0			58.4
1970				0.9		44.0				1.9			36.9
1971			69.0	0.0		57.2			93.7	21.5			82.6
1972	68.4		80.2			73.0		50.5	113.5	64.4			98.4
1973	95.8		90.7	22.0	162.3	56.0		31.0	48.4	34.6	79.2		91.2
1974	14.4			2.0	48.9	6.5		3.5	35.3	7.0	55.0		44.0
1975	47.5		53.4	18.9	90.0			10.9	57.8	62.0	64.5		51.5
1976			73.2					67.3	106.1	19.4	54.5		75.4
1977	107.1	135.9	88.4	13.9	106.0			10.8	69.1		91.4		85.9
1978		28.0	49.1	8.7	80.0	46.0		25.6	46.3	27.7	65.8		51.5
1979	24.1	30.0	88.5	2.0	50.0	12.2		2.7	43.3	4.5	55.4		41.9
1980	38.7	72.9	70.3	10.7	60.1	20.8			51.3	7.8	51.7		54.1
1981		93.2	66.7	3.2	65.0	84.9		9.6	55.5	14.0	63.8		90.9
1982		100.8	68.0	1.8	70.0	60.7		11.5	40.7	15.3	98.4		62.4
1983	151.9	209.1	120.6	134.8	77.0	165.0		148.1	74.0	85.5	65.8		119.5
1984	102.1	82.5	52.3	4.6	55.0	37.4		47.3	53.8	53.0	56.3		73.9
1985	35.1	49.7	66.6	11.3		8.5			25.9	10.0	43.2		42.3
1986	18.3	100.5	40.8	3.8	44.7	21.5		4.7	81.2	24.3	55.4		39.5
1987	152.4	152.3	78.4	32.8	41.3			64.0	80.4	82.2	90.0		55.1
1988	126.3	16.1	37.9	3.2	50.0		24.2	15.7	29.9	22.7	46.4		29.8
1989	152.5	91.0	66.8	9.3			117.3		55.5	37.8	79.1		68.0
1990		18.3	41.4	2.1			11.5	2.6	40.2	4.3			28.5
1991		105.3	164.0	1.5			21.8	15.4	36.9	11.4	60.1		60.3
1992							138.3			8.3			85.3
1993							51.3			67.2			60.4
1994		116.5	122.0		59.9		58.2	11.7	58.3	15.4	57.4		60.4
1995		85.0		8.8	65.7		37.0	1.8	59.0	23.7			76.4
1996				2.9						10.0			60.3
1997				24.7				85.8		71.4			59.8
1998				96.6				201.0		150.1		40.8	118.1
1999				22.8						55.0			71.1
2000				6.2				19.7		26.7		33.9	86.5
2001				14.5				62.5		60.2		34.2	49.0
2002				22.4				47.1		60.5		37.3	60.9
2003				8.6				12.9		41.8		34.4	46.2
2004				5.3				7.3		46.1		40.5	63.3
2005				1.5				6.1		28.3		29.5	80.8
2006				10.0				25.8		29.9			103.0
2007				3.7				8.4		36.4		44.2	61.1
2008				72.0				79.0		96.3		56.0	
2009				8.7						34.0		34.9	127.9
2010													

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 2.2.1-3 se presenta un mapa de isoyetas de las precipitaciones anuales (promedio de 10 años) elaborado por SENAMHI a partir de los datos pluviales monitoreados en la cuenca del río Chira.

En la cuenca del río Chira, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 50mm y máximo de 1000 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son de 50 a 200mm, que no son muy grandes, pero entre las 6 cuencas objeto del presente estudio es la cuenca que presenta mayores precipitaciones en su parte baja.

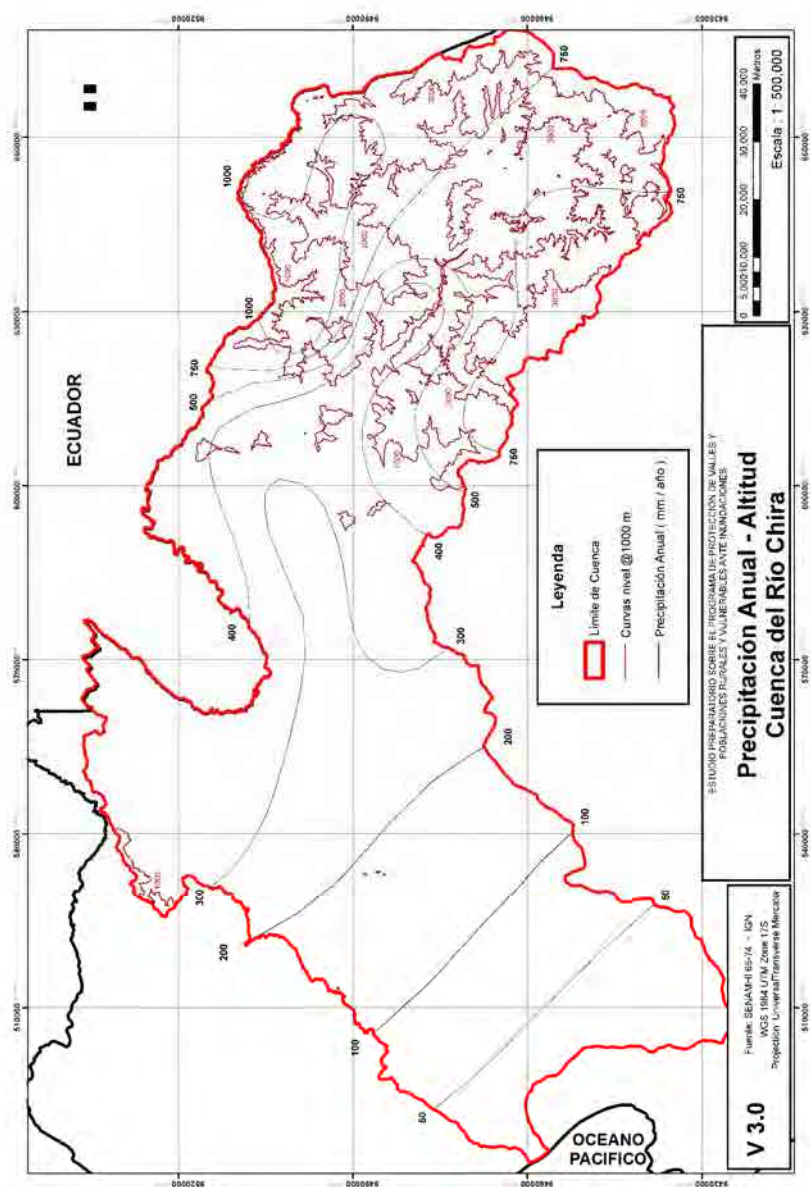


Figura 2.2.1-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Chira)

2.2.2 Cuenca del río Cañete

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 2.2.2-1 y 2.2.2-2 y la Figura 2.2.2-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

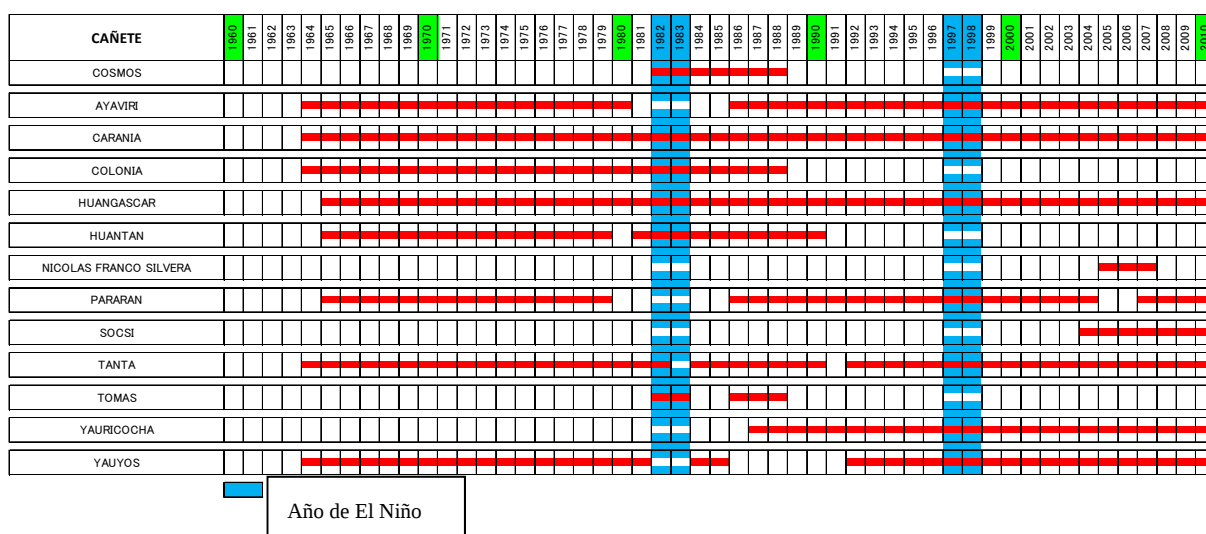
En la cuenca del río Cañete, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 13 estaciones de monitoreo y el periodo más largo de monitoreo es 47 años desde 1964 hasta 2010.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla-2.2.2-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Cañete)

Código	Estación de monitoreo	Departamento	Longitud	Latitud	Institución
636	YAUYS	LIMA	75° 54'38.2	12° 29'31.4	SENAMHI
155450	YURICOCHA	LIMA	75° 43'22.5	12° 19'0	SENAMHI
155169	TOMAS	LIMA	75° 45'1	12° 14'1	SENAMHI
156106	TANTA	LIMA	76° 01'1	12° 07'1	SENAMHI
6230	SOCSE CAÑETE	LIMA	76° 11'40	13° 01'42	SENAMHI
638	PACARAN	LIMA	76° 03'18.3	12° 51'43.4	SENAMHI
6641	NICOLAS FRANCO SILVERA	LIMA	76° 05'17	12° 53'57	SENAMHI
156112	HUANTAN	LIMA	75° 49'1	12° 27'1	SENAMHI
156110	HUANGASCAR	LIMA	75° 50'2.2	12° 53'55.8	SENAMHI
156107	COLONIA	LIMA	75° 53'1	12° 38'1	SENAMHI
156109	CARANIA	LIMA	75° 52'20.7	12° 20'40.8	SENAMHI
156104	AYAVIRI	LIMA	76° 08'1	12° 23'1	SENAMHI
489	COSMOS	JUNIN	75° 34'1	12° 09'1	SENAMHI

Tabla-2.2.2-2 Período de toma de datos pluviales (cuenca del río Cañete)



*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.2.2-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chira y las cuencas cercanas

STATION	Month												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
YAUYOS	71.36	83.70	83.26	20.35	3.36	0.52	0.15	0.92	3.10	12.94	19.68	44.46	343.80
YAUURICOGCHA	178.17	168.19	169.94	92.76	20.76	9.40	10.52	20.85	37.28	88.02	81.24	138.64	1,015.78
TOMAS	128.45	119.02	100.86	67.50	21.93	17.36	11.13	14.36	35.34	44.19	55.36	86.90	702.39
TANTA	151.80	157.83	162.22	91.07	25.07	7.23	5.52	11.23	29.59	60.70	78.74	110.98	891.99
SOCSI CAÑETE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47
PACARAN	4.21	4.70	3.83	0.29	0.10	0.04	0.01	0.07	0.09	0.41	0.41	1.93	16.09
NICOLAS FRANCO SILVERA	1.80	4.57	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	2.33	11.50
HUANTAN	195.68	236.82	196.02	72.60	7.82	1.09	1.77	2.17	2.61	50.73	62.07	98.77	928.15
HUANGASCAR	59.94	72.77	85.06	9.93	0.63	0.20	0.03	0.25	0.43	2.23	6.45	24.95	262.87
COLONIA	84.62	109.69	127.22	27.47	3.15	0.35	0.79	0.56	3.81	15.23	21.41	64.96	459.25
CARANIA	118.12	118.97	126.34	43.37	12.69	3.80	3.19	4.98	11.01	27.60	32.47	79.56	582.10
AYAVIRI	119.80	137.90	151.32	46.06	5.25	0.02	0.28	0.83	1.93	10.36	17.37	56.67	547.80
COSMOS	110.38	99.85	110.09	53.48	24.93	4.10	7.03	13.01	32.87	49.44	52.59	95.53	653.29

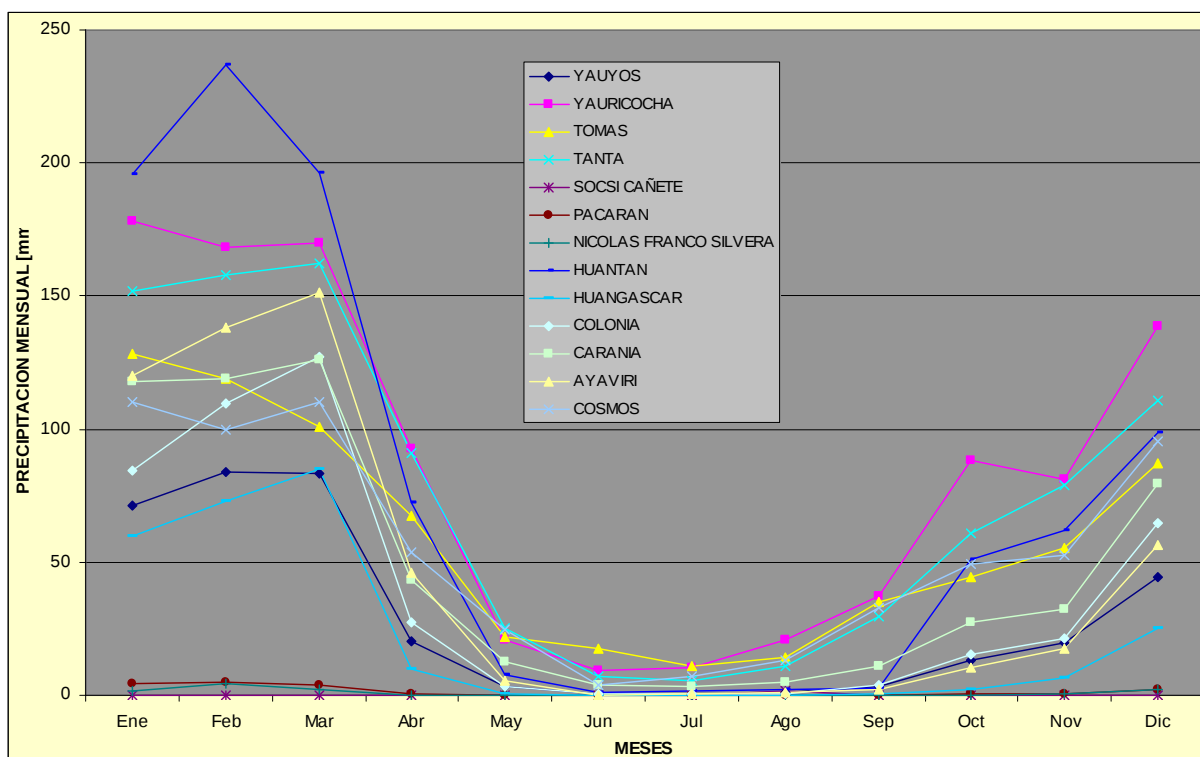


Figura 2.2.2-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Cañete y las cuencas cercanas

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.2-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Cañete.

Tabla 2.2.2-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Cañete

Year	YAUYS	YAUROC HA	TOMAS	TANTA	SOCSI CA ÑETE	PACARAN	NICOLAS FRANCO SILVERA	HUANTAN	HUANGAS CAR	COLONIA	CARANIA	AYAVIRI	COSMOS
1964	19.5			25.4						14.2	28.4	12.0	
1965	31.4			34.5		2.1		41.6	15.0	43.5	44.3	13.0	
1966	23.3			26.6		2.5		20.0	25.1	34.4	25.0	28.5	
1967	23.6			28.0		8.8			35.3	62.8	18.6		
1968				23.7				17.7	12.9	18.1		19.7	
1969	17.4			33.0					21.3	17.2	29.3	33.5	
1970	26.8			37.9		20.3		21.2	28.0	24.2	16.6	29.9	
1971	33.0			24.5		6.3		18.5	19.6	31.5	18.0	22.7	
1972				26.1		4.8		29.3	70.5	16.3	20.1	33.0	
1973	28.2			18.2		6.0		30.2	27.2	15.8	22.6	37.6	
1974	21.5			19.3		2.4		20.0	12.7	15.7	16.8	30.5	
1975	19.0			15.1		3.3		40.1	34.6	14.1	16.0	34.8	
1976	20.0			17.5		0.4		32.4		23.2	19.3	16.1	
1977	14.8			16.4		0.8			29.4	24.9	17.4	34.4	
1978	20.1			16.3		0.2		22.0	49.8	25.2	16.1	33.4	
1979	16.9			11.7					18.1		15.1	11.2	
1980	15.5			14.4					8.5		17.1		
1981	22.8			13.1					21.0	17.6	17.5		
1982			16.8	13.3				61.2	17.2		15.6		19.3
1983			9.8					33.6	9.7	21.5	16.6		15.5
1984	10.0			11.3				53.4	14.9		14.2		27.0
1985				12.4					13.8	8.0	12.9		
1986			17.5	18.0		3.5		36.2	19.0	26.5	20.0	32.7	33.7
1987		37.6	13.1	16.8		4.8		35.5	13.1	12.5	20.9	31.9	29.3
1988		28.8	13.6	13.8		3.3			20.4		33.1	23.8	
1989		26.1		13.9		6.0		27.7	20.0		24.4	39.4	
1990		30.8		15.8		1.2			20.0		26.0	25.6	
1991		24.0		11.5		1.5			19.0		12.4	27.4	
1992	6.3	21.5		16.0		1.2			5.0		15.1	29.9	
1993	17.3	40.5		41.6		3.0			20.0		16.0	29.7	
1994	31.5	21.8		26.4		9.0			24.0		14.1	30.2	
1995	12.2	20.2		27.0		6.2			30.0		13.5	30.2	
1996	24.3	16.6		31.7		2.6			23.0		16.1	24.6	
1997	18.8	28.2		27.4		3.6			25.3		14.6	46.2	
1998	14.7	27.6		41.8		5.5			33.8		14.1	32.4	
1999	19.9	24.4		24.5		11.2			24.3		15.6	23.1	
2000	12.9	58.6		28.9		3.8			30.6		27.0	35.4	
2001	13.3	20.6		22.7		5.6			12.8		14.9	24.0	
2002	11.6	25.8		28.2					24.8		17.7	28.7	
2003	14.4	60.4		28.0		4.4			15.0		18.9	18.2	
2004	14.2	41.3		32.9					17.7		21.4	29.2	
2005	13.6	30.4		22.0	0.0		6.4		13.0		20.5	21.0	
2006	20.6	26.2		29.5	0.0		3.0		25.1		30.1	26.5	
2007	19.8	29.0		33.6	0.0	2.3			14.6		23.4	34.2	
2008	19.9	15.4			0.0	2.6			24.0		21.9	30.4	
2009	15.1	26.9		69.2	8.0	6.0			14.8		20.5	27.3	
2010													

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 2.2.2-3 se presenta un mapa de isoyetas de la cuenca del río Cañete.

En la cuenca del río Cañete, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 25mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son de 25 a 50mm, que no son grandes.

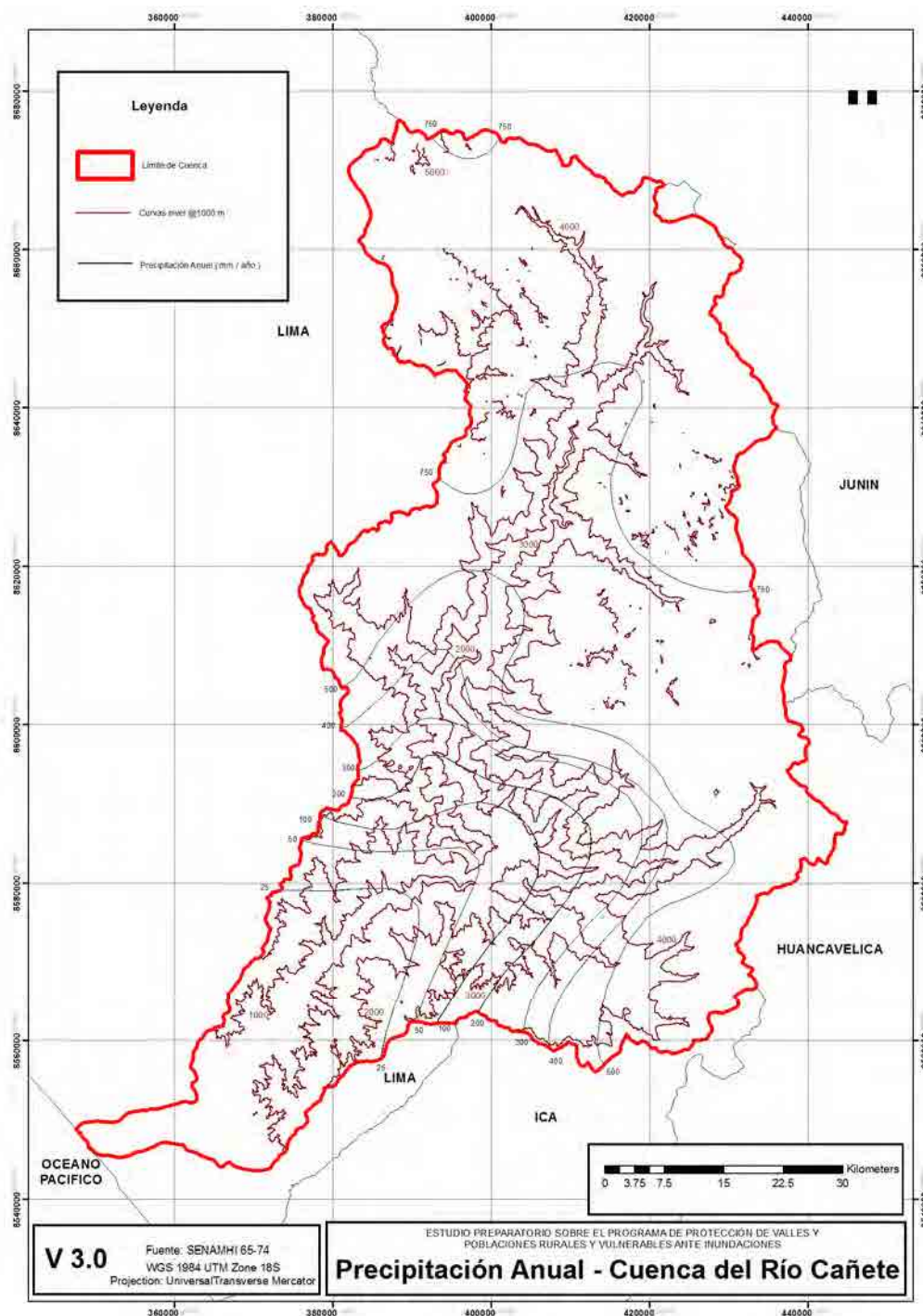


Figura 2.2-3 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Cañete)

2.2.3 Cuenca del río Chincha

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 2.2.3-1 y 2.2.3-2 y la Figura 2.2.3-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

En la cuenca del río Chira, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 14 estaciones de monitoreo y el periodo más largo de monitoreo es 31 años desde 1980 hasta

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

2010.

Tabla-2.2.3-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (Cuenca del río Chíncha)

NOMBRE DE ESTACION	CODIGO ESTACION	Cuenca	Tipo Estac.	Inicio Func.	Años de Observ.	UBICACION POLITICA			UBIC. GEOGRAFICA			Instituc. Responsable	OBSERVACION
						Dpto	Prov	Dist	Lat	Long	Alt		
CONTA	203501	San Juan	H-Lm	1922	80	Ica	Chíncha	Chíncha Alta	13°27'	75°58'	320	JUNTA USUARIOS	OPERATIVA
FONAGRO	130791	San Juan	MAP	1986	17	Ica	Chíncha	Chíncha Baja	13°28'	76°08'	50	SENAMHI	OPERATIVA
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	156114	San Juan	PLU	1966	37	Huancavelica	Castrovirreyna	San Juan	13°12'	75°38'	2150	SENAMHI	OPERATIVA
SAN JUAN DE YANAC	156113	San Juan	PLU	1964	37	Ica	Chíncha	Chavín	13°13'	75°47'	2400	SENAMHI	OPERATIVA
HUACHOS	151503	San Juan	PLU	1980	23	Huancavelica	Castrovirreyna	Huachos	13°14'	75°32'	2680	SENAMHI	OPERATIVA
VILLA DE ARMAS	110641	San Juan	CO	1964	27	Huancavelica	Castrovirreyna	Arma	13°08'	75°32'	3600	SENAMHI	OPERATIVA
SAN PEDRO DE HUACARPANA	156115	San Juan	CO	1964	34	Ica	Chíncha	S.P. Huacarpana	13°03'	75°39'	3680	SENAMHI	OPERATIVA
LAGUNA HUICHINGA	110632	San Juan	PLU	1980	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Aurahua	13°02'	75°34'	3480	SENAMHI	PARALIZADA
TANTARA	110633	San Juan	PLU	1980	18	Huancavelica	Castrovirreyna	Tantará	13°14'	75°37'	2890	SENAMHI	PARALIZADA
CHUNCHO	110631	Mantaro	PLU	1945	23	Lima	Yauyos	Tupe	12°45'	75°31'	4695	IRRIG-SAN JUAN	PARALIZADA
BERNALES	110650	Pisco	CO	1964	39	Ica	Pisco	Humay	13°45'	75°57'	250	SENAMHI	OPERATIVA
HUANCANO	110639	Pisco	CO	1964	39	Ica	Pisco	Huancano	13°36'	75°37'	1006	SENAMHI	OPERATIVA
TICRAPO	110643	Pisco	PLU	1964	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Ticrapo	13°23'	75°26'	2174	SENAMHI	PARALIZADA
TOTORA	110644	Pisco	PLU	1964	39	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	13°08'	75°19'	3900	SENAMHI	PARALIZADA

H-lm: Aforo automático MAP: Monitoreo meteorológico para la agricultura

PLU: Monitoreo pluviométrico CO: Monitoreo meteorológico

Tabla-2.2.3-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Chíncha)

CHINCHA	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HUACHOS																																																			
VILLA DE ARMAS																																																			
CONTA																																																			
FONAGRO (CHINCHA)																																																			
SAN JUAN DE YANAC																																																			
SAN PEDRO DE HUACARPANA																																																			
SAN PEDRO DE HUACARPANA 2																																																			
TOTORA																																																			
TICRAPO																																																			
COCAS																																																			

Año de El Niño



Figura-2.2.3-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Chíncha)

(2) Precipitaciones mensuales

La tabla 2.2.3-3 y la Figura 2.2.3-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del río Chíncha y su distribución.

Según la tabla y la figura, las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 6.95mm en la estación Conta a 625.95mm en la estación Totora.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.2.3-3 Precipitaciones medias mensuales en la cuenca del río Chíncha y las cuencas cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
TOTORA	125.39	133.76	104.56	46.33	18.20	4.07	4.90	7.76	24.24	32.59	41.47	81.67	624.95
TICRAPO	54.24	75.45	73.35	14.10	0.44	0.20	0.03	0.45	0.98	3.99	5.05	24.32	252.60
COCAS	94.93	111.50	138.93	29.87	5.31	0.26	0.36	1.54	6.70	11.83	16.61	40.73	458.57
SAN PEDRO DE HUACARPANA 2	114.93	137.80	161.96	50.64	5.30	0.38	0.23	2.25	5.51	17.68	30.93	58.94	586.56
SAN PEDRO DE HUACARPANA	121.19	136.68	139.80	34.99	2.64	0.00	0.04	2.53	7.24	12.94	27.45	64.52	550.02
CHINCHA DE YANAC	27.03	37.28	39.98	6.97	0.27	0.00	0.10	0.02	0.76	2.81	2.11	14.08	131.41
FONAGRO (CHINCHA)	0.42	1.08	0.34	0.07	0.48	1.23	1.34	0.83	0.68	0.38	0.21	0.56	7.60
CONTA	1.84	3.24	0.81	0.31	0.01	0.03	0.06	0.04	0.05	0.18	0.14	0.24	6.95
VILLA DE ARMAS	133.69	136.26	148.26	39.55	2.82	0.00	0.01	1.57	8.52	10.84	22.17	59.92	563.61
HUACHOS	98.45	120.27	119.57	29.42	1.90	0.23	0.25	1.01	1.73	6.74	15.33	57.08	451.98

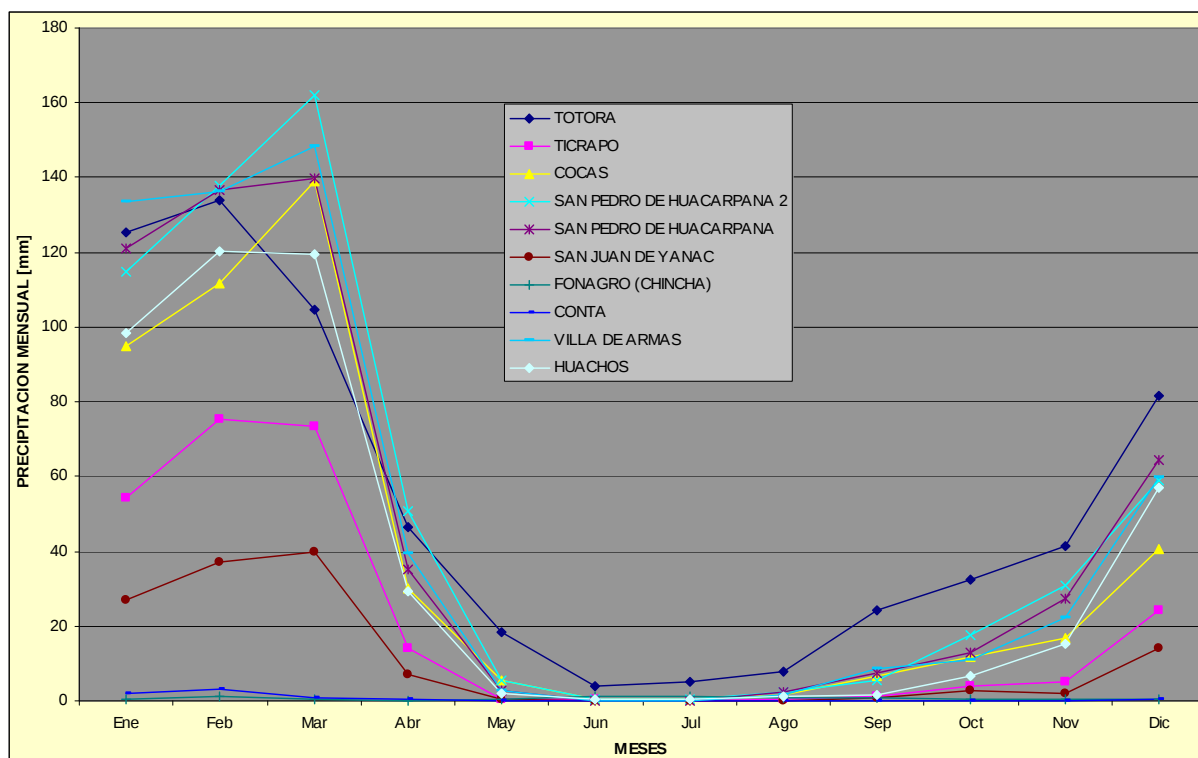


Figura 2.2.3-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Chíncha y las cuencas cercanas

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.3-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Chíncha.

Tabla 2.2.3-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Chíncha

Year	TOTORA	TICRAPO	COCAS	SAN PEDRO DE HUACARP ANA 2	SAN PEDRO DE HUACARP ANA	SAN JUAN DE YANAC	FONAGRO (CHINCHA)	CONTA	VILLA DE ARMAS	HUACHOS
1964		21.5	19.8							
1965	24.0	20.7	21.6	15.0						
1966	15.0	12.6	20.2	5.2						
1967	24.0	24.4	36.0	31.0					59.6	
1968	20.0	10.0		16.0						
1969	22.0	35.8		24.5						
1970	23.0	40.2	22.1	24.5					24.9	
1971	21.0	28.4	29.4	20.0					31.0	
1972	27.0	32.0	30.8	26.0		12.8			29.6	
1973	25.0	44.3	36.8	21.1					42.4	
1974	22.0	14.0	20.6	14.5		8.2			36.0	
1975	19.0	19.5	22.4	22.5		10.3			35.8	
1976	20.0	25.5	21.4	17.0					38.0	
1977	25.0	24.0	20.6	15.0					36.2	
1978	20.0	5.4	14.4	26.0					61.8	
1979	25.0	18.0	27.4	32.0					27.4	
1980	35.0	24.1		19.5					43.0	33.2
1981	29.0	33.0	0.0	32.0					35.2	20.8
1982	29.0	10.9		18.0					30.0	25.8
1983	24.0	30.0							11.8	19.9
1984	37.0	20.8							11.8	29.2
1985	30.0	18.0							20.8	25.5
1986	27.0	26.8		24.0			0.3		20.0	28.5
1987	13.0						0.2		19.0	20.1
1988	25.0			32.0			0.7		20.0	33.5
1989				27.0		6.8	3.0		10.8	19.8
1990				24.0		5.5	2.0		20.0	23.2
1991				33.0					28.0	24.3
1992										
1993				23.0					26.0	
1994				30.0					21.4	26.1
1995				25.0		10.3	2.3		28.4	23.1
1996						0.4	0.9		48.6	25.4
1997					23.6	2.5	0.8		30.4	16.2
1998					25.0	11.3	1.5			38.5
1999					28.0	15.9	6.0			41.6
2000					24.2	14.0	1.5			20.5
2001					24.2	9.7	1.1			23.8
2002					30.0	14.6	1.1			37.0
2003					20.6	9.5	0.5	0.6		15.2
2004					28.7	7.2	1.2	0.4		44.2
2005					16.0	16.5	0.9	1.0		28.6
2006					27.8	37.4	3.2	6.0		25.6
2007					16.0	14.2	1.0	4.0		20.5
2008					22.6	14.7	1.9	0.8		23.8
2009					16.4	15.9	2.2	0.3		
2010						23.8				

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 2.2.3-3 se presenta un mapa de isoyetas de la cuenca del río Chíncha.

En la cuenca del río Chíncha, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 25mm y máximo de 900 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son muy escasas con 25mm.

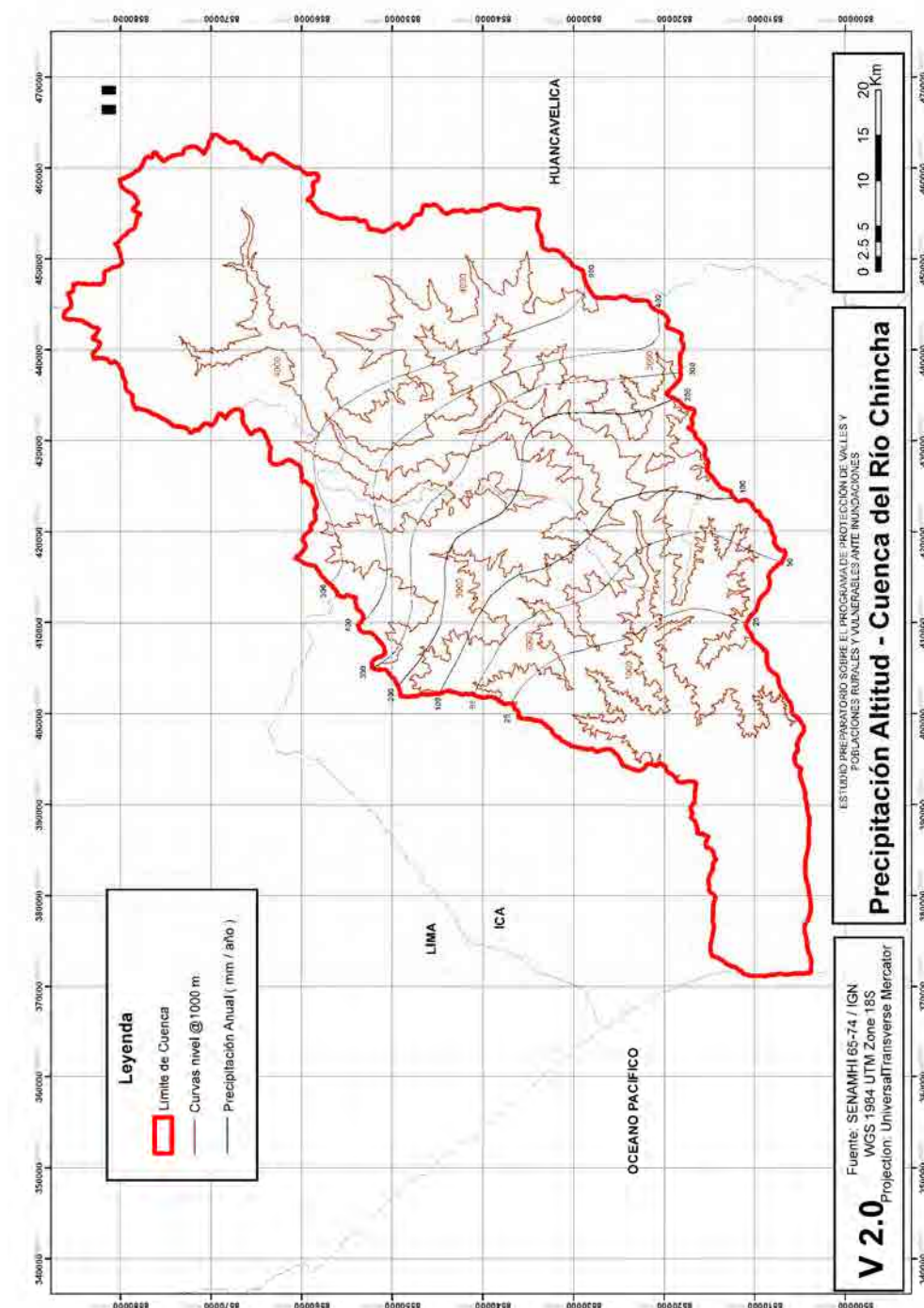


Figura 2.2.3-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Chincha)

2.2.4 Cuenca del río Pisco

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 2.2.4-1 y 2.2.4-2 y la Figura 2.2.4-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

En la cuenca del río Pisco, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 20 estaciones de monitoreo y el periodo más largo de monitoreo es 39 años desde 1964 hasta 2002.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla-2.2.4-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Pisco)

Estación	Departamento	Longitud	Latitud	Institución
ACNOCOCHA	HUANCAVELICA	75° 05'1	13° 13'1	SENAMHI
CHOCLOCOCHA	HUANCAVELICA	75° 02'1	13° 06'1	SENAMHI
COCAS	HUANCAVELICA	75° 22'1	13° 16'1	SENAMHI
CUSICANCHA	HUANCAVELICA	75° 18'18	13° 29'29	SENAMHI
PARIONA	HUANCAVELICA	75° 04'1	13° 32'1	SENAMHI
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	HUANCAVELICA	75° 38'38	13° 12'12	SENAMHI
TAMBO	HUANCAVELICA	75° 16'16	13° 41'41	SENAMHI
TICRAPO	HUANCAVELICA	75° 26'1	13° 23'1	SENAMHI
TOTORA	HUANCAVELICA	75° 19'1	13° 07'1	SENAMHI
TUNEL CERO	HUANCAVELICA	75° 05'5	13° 15'15	SENAMHI
HACIENDA BERNALES	ICA	75° 57'57	13° 45'45	SENAMHI
HUAMANI	ICA	75° 35'35	13° 50'50	SENAMHI

Tabla-2.2.4-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Pisco)

RIO PISCO	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
AGNOCOCHA																																																			
CHOCLOCOCHA																																																			
COCAS																																																			
CUSICANCHA																																																			
PARIONA																																																			
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA																																																			
TAMBO																																																			
TIGRAPO																																																			
TOTORA																																																			
TUNEL CERO																																																			
HACIENDA BERNALES																																																			
HUAMANI																																																			

Año de El Niño

Año de El Niño

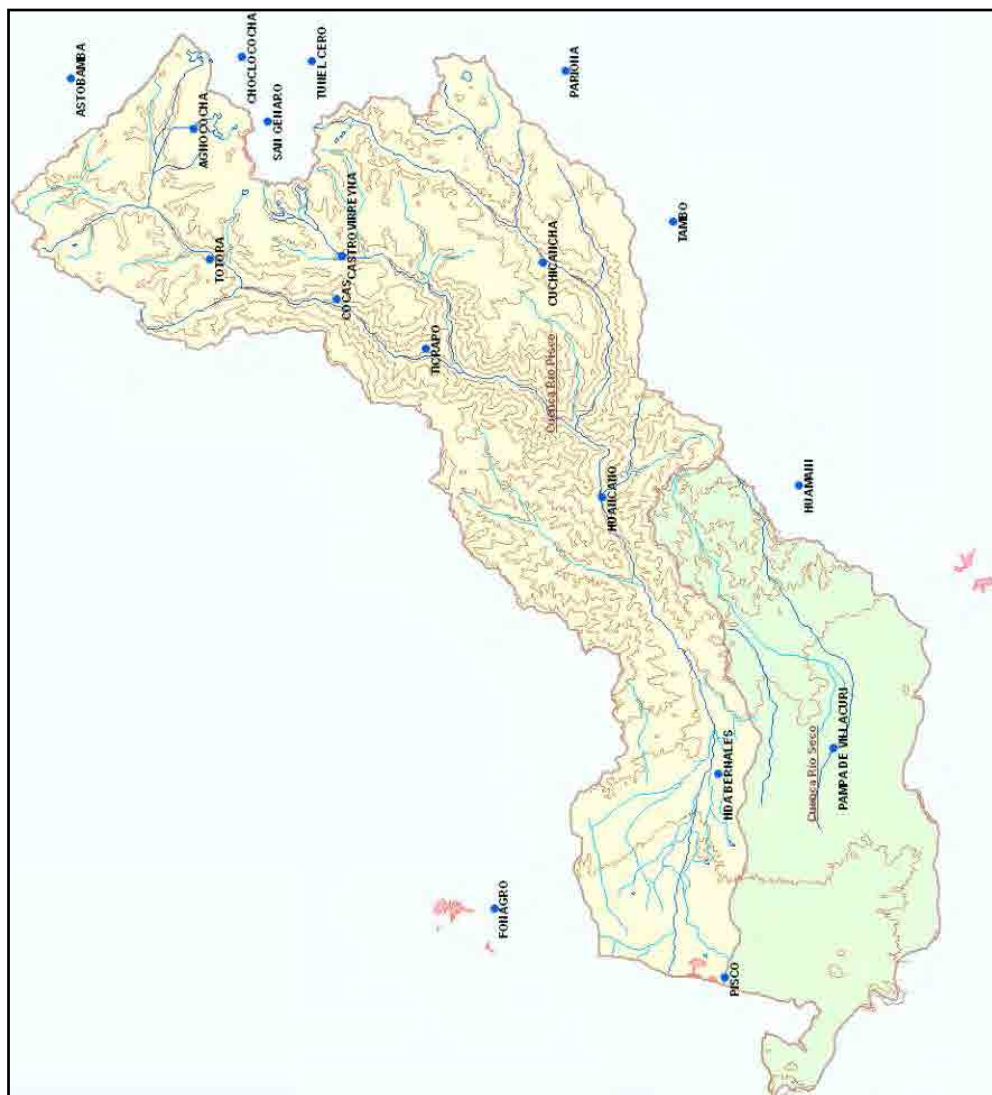


Figura-2.2.4-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Pisco)

(2) Precipitaciones mensuales

La tabla 2.2.4-3 y la Figura 2.2.4-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del río Pisco y su distribución.

Según la tabla y la figura, las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 2.93mm en la estación Hacienda BERNALES a 884mm en la estación Choclococha.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.2.4-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ACNOCOCHA	139.08	145.04	129.35	56.57	17.74	8.18	5.65	13.73	21.69	40.59	52.30	83.59	713.51
CHOCLOCOCHA	147.66	161.73	156.09	80.13	26.52	14.25	8.03	22.18	35.24	59.48	68.69	103.97	883.97
COCAS	94.93	111.50	138.93	29.87	5.31	0.26	0.36	1.54	6.70	11.83	15.36	40.73	457.31
CUSICANCHA	74.40	88.26	104.57	33.77	1.74	0.00	0.01	0.71	3.48	4.85	12.38	36.37	360.55
PARIONA	161.82	155.42	174.45	68.15	13.61	3.06	3.12	4.02	16.39	32.52	54.23	90.91	777.70
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	49.69	54.27	46.95	8.78	0.96	0.09	0.17	0.67	0.95	3.50	7.06	19.24	192.34
TAMBO	82.19	120.28	130.42	32.03	3.95	0.00	0.12	0.51	0.88	9.53	11.48	40.40	431.78
TICRAPO	54.24	75.45	73.35	14.10	0.44	0.20	0.03	0.45	0.98	3.99	5.05	24.32	252.60
TOTORA	125.39	133.76	104.56	46.33	18.20	4.07	4.90	7.76	24.24	32.59	41.47	81.67	624.95
TUNEL CERO	163.61	162.53	150.68	72.29	20.96	7.59	6.98	14.51	29.20	56.12	72.29	121.55	878.32
HACIENDA BERNALES	0.84	1.50	0.05	0.03	0.07	0.14	0.08	0.08	0.02	0.01	0.03	0.09	2.93
HUAMANI	3.08	3.75	3.45	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.00	0.17	10.60

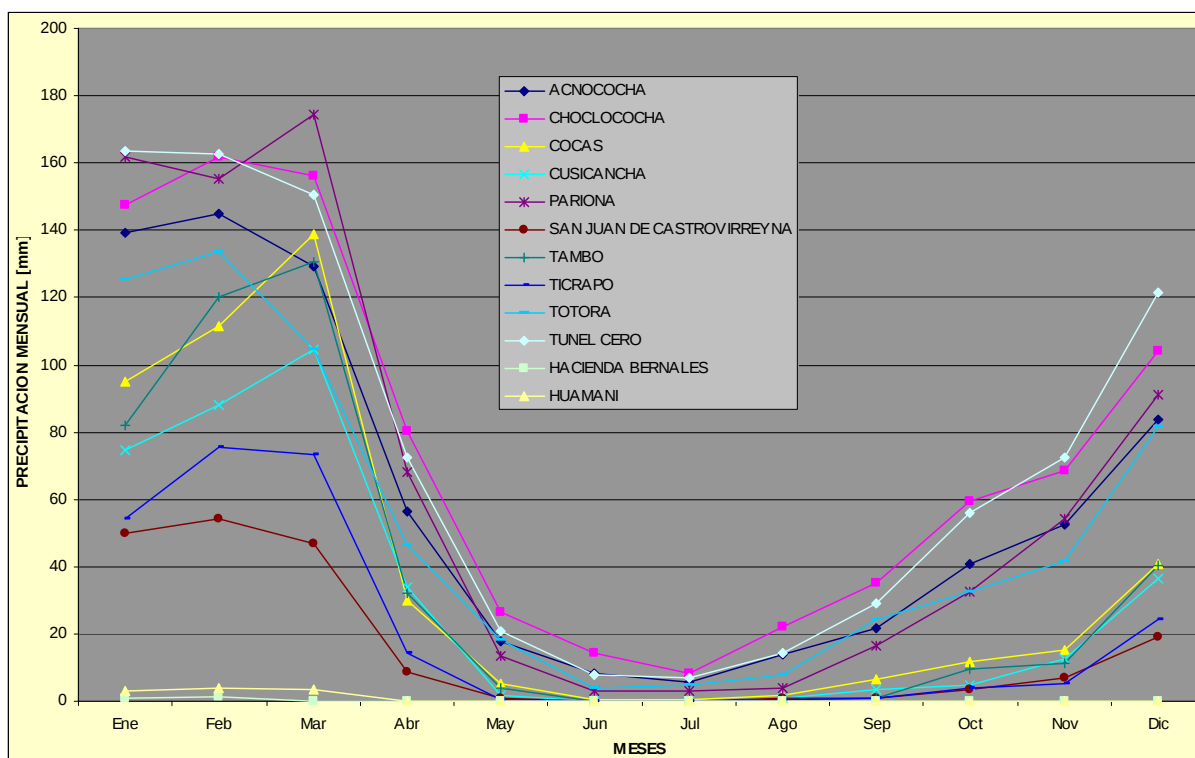


Figura 2.2.4-2 Distribución de precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Pisco y las cuencas cercanas

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.4-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco.

Tabla 2.2.4-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Pisco

Year	ACNOCOC HA	CHOCLOC OCHA	COCAS	CUSICANG HA	PARIONA	SAN JUAN DE CASTROVI RREYNA	TAMBO	TICRAPO	TOTORA	TUNEL CERO	HACIENDA BERNALES	HUAMANI
1964			19.8					21.5				
1965			21.6				35.0	20.7				
1966			20.2	18.7				12.6	15.0			
1967			36.0	23.5		20.1		24.4	24.0			25.5
1968				12.3			24.0	10.0	20.0			0.0
1969				23.0				35.8	22.0			1.6
1970			22.1	25.3		33.3	13.3	40.2	23.0			33.5
1971	32.3		29.4	28.6		13.7	18.2	28.4	21.0	30.7		1.7
1972	29.2		30.8	26.9	40.0	28.0	30.7	32.0	27.0	28.2	29.5	18.8
1973	24.6		36.8	13.1	37.8	23.0			25.0	34.6	1.6	2.1
1974	31.1		20.6	9.7	36.9	12.1	21.0	14.0	22.0	24.2	0.0	4.1
1975	24.1	27.4	22.4	6.6	39.1	17.0	42.4	19.5	19.0	29.2	0.0	23.0
1976	26.4	36.1	21.4	6.6	34.4	17.2	40.0		20.0	22.8	20.8	12.5
1977	26.9		20.6	24.2	29.7	15.5	20.5	24.0	25.0	31.3	0.0	0.0
1978	28.1	22.9	14.4	20.0	20.6	7.8	32.0	5.4	20.0	19.5	0.6	0.0
1979	22.3	15.4	27.4		25.4	21.6	20.4	18.0	25.0	33.2	0.0	0.2
1980	23.0	14.8		19.0	44.4	40.0	21.2		35.0	27.3	0.0	0.3
1981	22.6	13.5	0.0	20.0	28.5		25.6	33.0	29.0	35.9		0.0
1982	32.1			10.1		17.1	15.7	10.9	29.0	52.2		0.0
1983	30.1	26.5		5.0		28.0	35.0	30.0	24.0		0.0	0.0
1984	28.7			20.0		24.0	40.0	20.8	37.0	38.3	0.0	0.4
1985	26.5	19.0		11.0	26.5	11.5	30.0	18.0	30.0	22.7	0.0	7.5
1986	29.2	36.0				14.7	30.0		27.0	35.3	0.0	
1987	22.4	24.4			14.8	12.3	20.0		13.0	23.1	0.0	0.0
1988	26.9	39.1			28.0	13.5	17.0			27.8	0.0	
1989	20.3					31.8	36.7			31.9	0.0	0.0
1990		39.5				13.1	29.0			54.5	0.0	
1991						11.0	40.0				0.0	0.0
1992												
1993		39.3				13.7				36.5	0.0	
1994		37.3				12.3	22.0			30.5	0.0	
1995		28.1				12.0	43.2			26.2	0.0	
1996		35.9				19.2	42.0			27.3	0.0	
1997		67.5				10.5	30.0			21.6	0.0	
1998		55.5				37.9	40.0			25.1	0.0	
1999		34.4				25.0	23.0			26.1	0.5	
2000		38.0				18.8	26.0				0.3	2.5
2001		29.3				23.2	16.0			29.6	1.3	2.2
2002		30.7				19.5				23.7	0.5	3.1
2003		57.7				10.5	22.0			27.4	0.0	2.7
2004		45.0				10.3	16.0			28.7	0.4	0.0
2005		36.1				16.1	27.0			47.8	4.6	13.0
2006		36.7				21.4	38.0			25.0	3.2	4.2
2007						18.4	16.5			35.8		0.0
2008		24.6				14.5	26.0			28.6	5.1	6.2
2009		58.4				17.2	38.0			36.2	1.3	8.3
2010												

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 2.2.4-3 se presenta un mapa de isoyetas en la cuenca del río Pisco.

En la cuenca del río Pisco, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de menos de 25mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son

escasas de 25 a 50 mm.

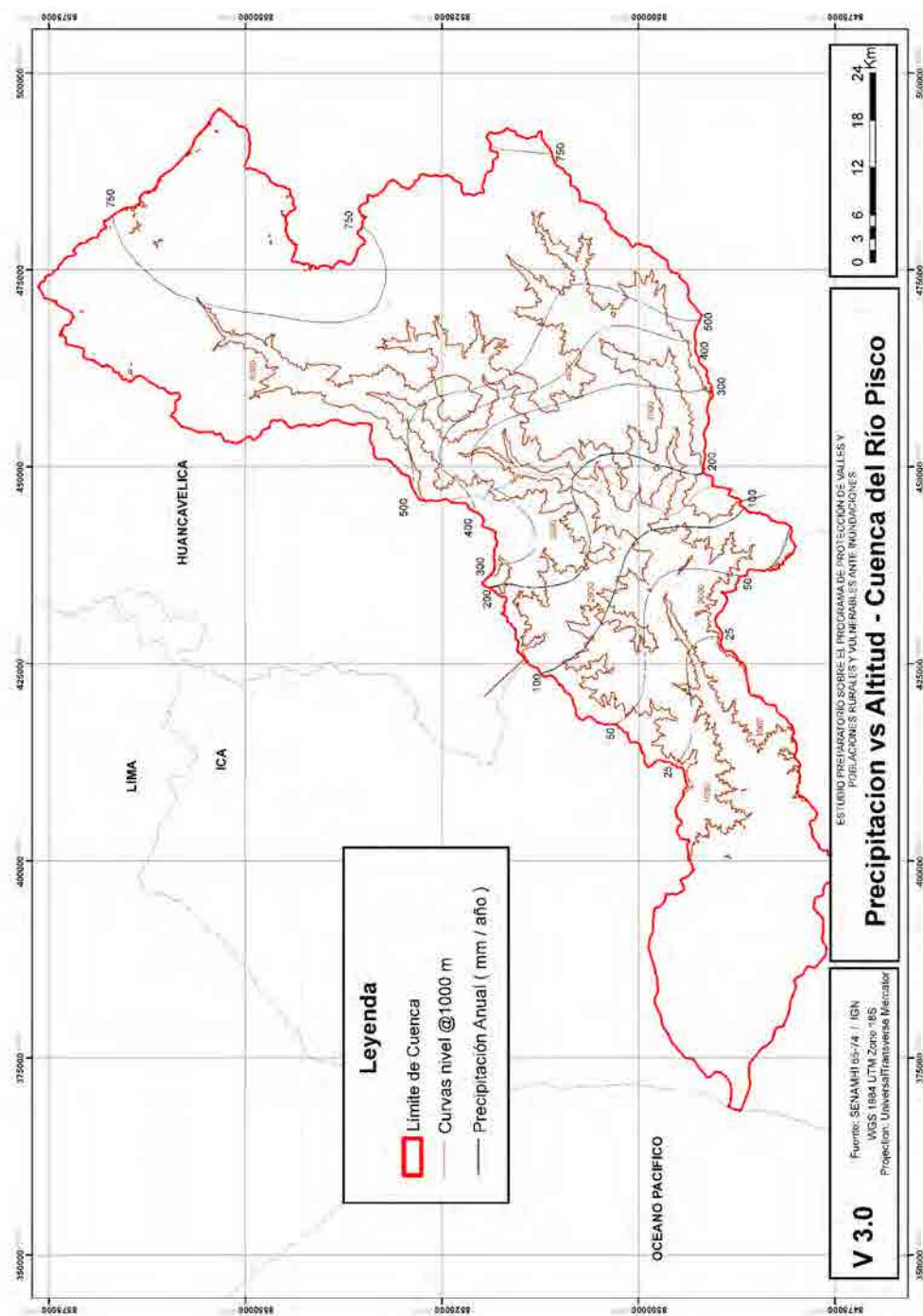


Figura 2.2.4-3 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Pisco)

2.2.5 Cuenca del río Yauca

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las tablas 2.2.5-1 y 2.2.5-2 y la Figura 2.2.5-1 presentan las estaciones de monitoreo de precipitaciones y el periodo de toma de datos pluviales.

En la cuenca del río Yauca, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 7 estaciones

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

de monitoreo y el periodo más largo de monitoreo es 47 años desde 1964 hasta 2010.

Tabla-2.2.5-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Yauca)

Estación de monitoreo	Código	Longitud	Latitud	Altitud	Institución	Periodo de monitoreo
YAUCA	00743	74° 31'1	15° 40'1		SENAMHI	1964-1976, 1979-1982
CARHUANILLAS	157220	73° 44'1	15° 08'1	3,000	SENAMHI	1967-1968, 1971-1987
CHAVIÑA	000742	73° 50'1	14° 59'1	3,310	SENAMHI	1964-1982
CORA CORA	000743	73° 47'47	15° 01'1	3,172	SENAMHI	1964, 1966-1984, 1987-1988, 1991, 1993-2010
SANCOS	000740	73° 57'1	15° 04'1	2,800	SENAMHI	1964-1980
TARCO	157216	73° 45'1	15° 18'1	3,300	SENAMHI	1967-1969, 1971-1973

Tabla-2.2.5-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Yauca)

YAUCA	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
YAUCA																																																			
CARHUANILLAS																																																			
ACHAVIÑA																																																			
CORACORA																																																			
CORACORA 2																																																			
SANCOS																																																			
TARCO																																																			

Año de El Niño

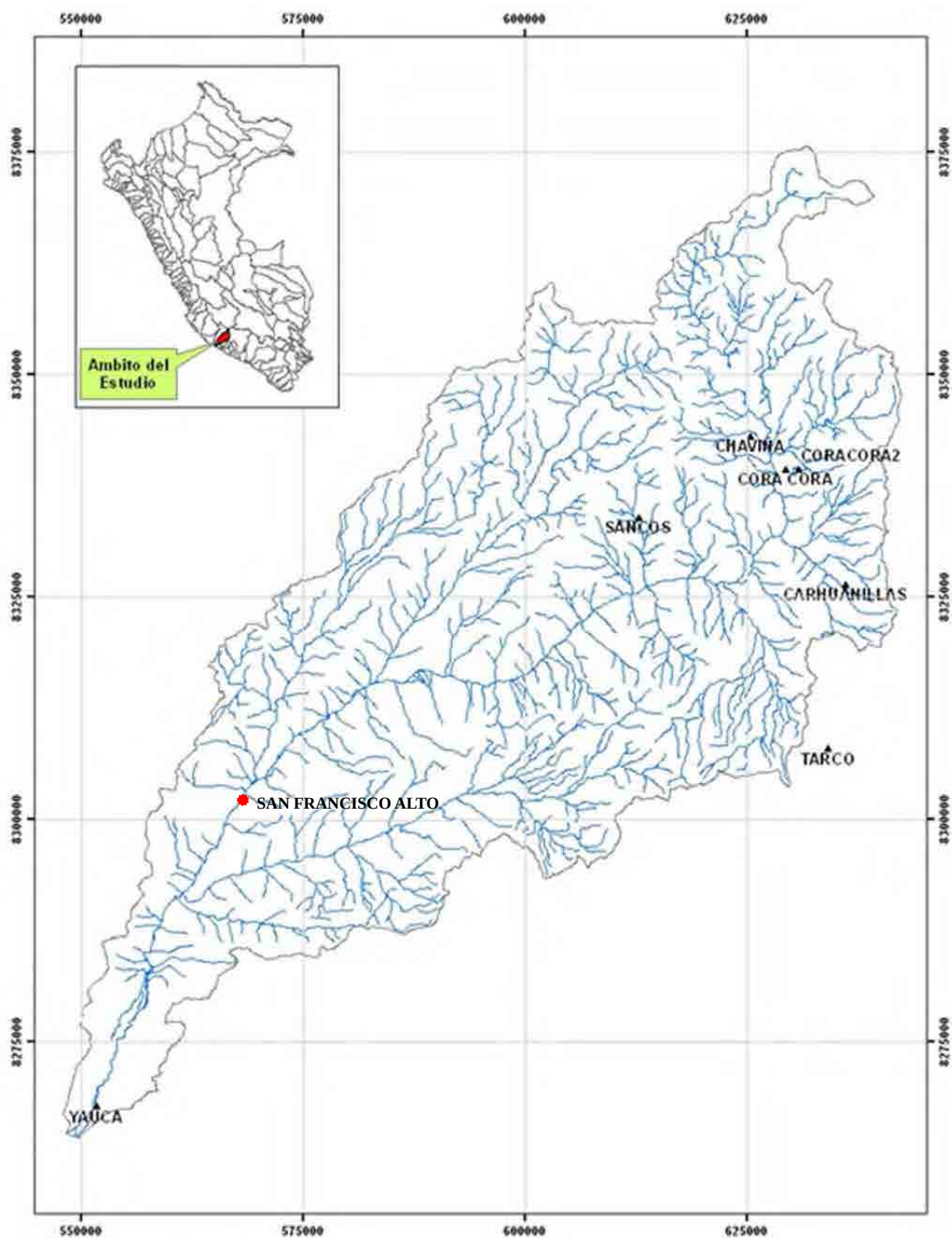


Figura-2.1-5 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Yauca)

(2) Precipitaciones mensuales

La tabla 2.2.5-3 y la Figura 2.2.5-2 presentan las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca del río Yauca y su distribución.

Según la tabla y la figura, las precipitaciones aumentan entre noviembre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre. Las precipitaciones anuales varían de 0.00mm en la estación Yauca a 540.54mm en la estación Chaviña.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.2.5-3 Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Yauca y las cercanas

ESTACION	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
TARCO	116.76	85.09	121.13	26.66	0.00	0.00	0.00	0.00	1.36	7.07	15.80	29.27	403.13
SANCOS	131.88	133.65	105.28	4.96	0.39	0.00	0.41	0.00	0.63	2.38	1.72	10.46	391.75
CORACORA2	102.06	118.34	104.25	19.40	2.08	1.09	1.76	2.54	6.13	7.09	10.78	34.86	410.36
CORA CORA	176.24	163.85	301.90	155.00	216.45	234.55	137.45	68.05	127.76	199.38	274.25	188.46	2,243.33
CHAVIÑA	115.10	142.42	161.44	32.21	5.12	0.87	0.93	3.86	10.45	11.79	10.76	45.59	540.54
CARHUANILLAS	116.28	150.78	145.02	37.01	1.26	0.00	0.64	2.03	3.57	9.73	13.91	32.15	512.38
YAUCA	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

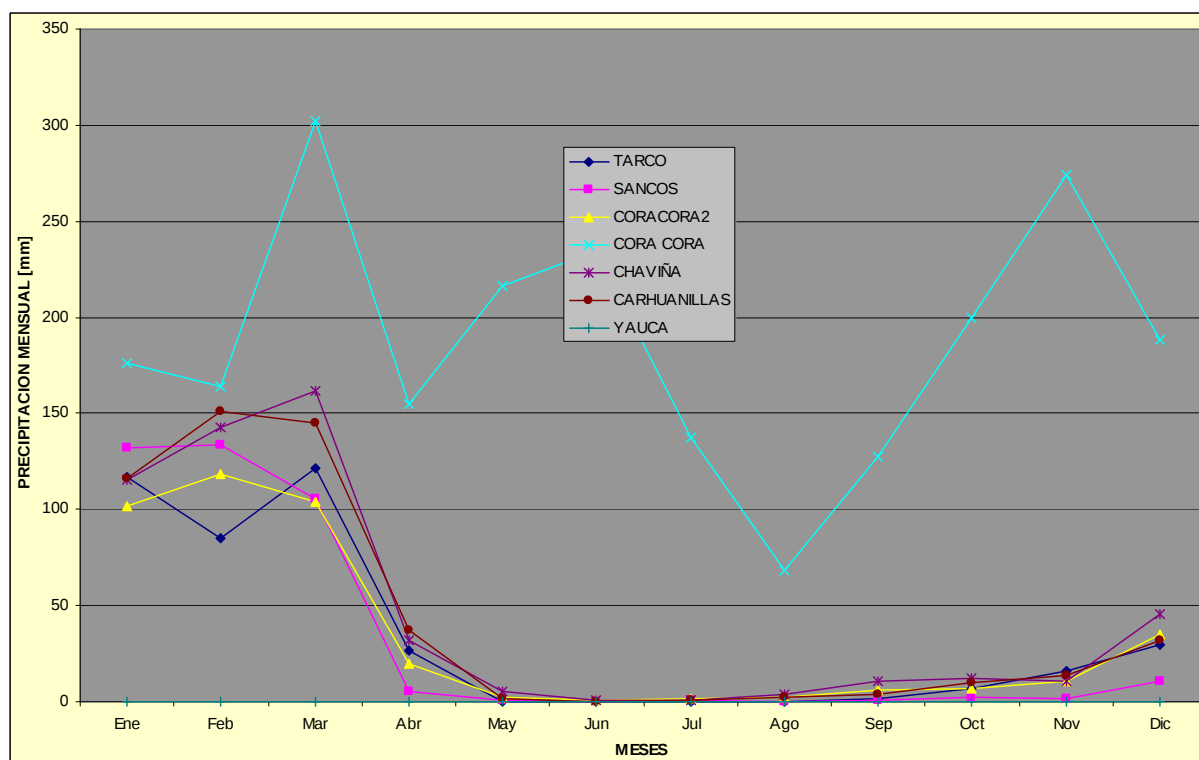


Figura 2.2.5-2 Distribución de Precipitaciones medias mensuales (mm) en la cuenca del río Yauca y las cercanas

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.5-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Yauca.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.2.5-4 Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Yauca

Year	TARCO	SANCOS	CORACOR A2	CORA CORA	CHAVIÑA	CARHUANI LLAS	YAUCA
1964		25.0			24.5		0.0
1965		25.2			26.5		0.0
1966			21.0		30.6		0.0
1967		53.4	35.7			45.0	0.0
1968	30.0	49.3	31.0			35.5	
1969	25.0	32.0	24.0		32.9		0.0
1970		40.1	28.5		29.7		0.0
1971	15.6	20.5	30.0		41.4	49.5	0.0
1972	10.9	57.5	27.0		57.3	32.0	0.0
1973		38.0	32.0		46.4	20.0	0.0
1974		28.0	30.0		34.0	30.0	
1975		61.9	28.0		30.9	53.0	0.0
1976		44.8			44.4	37.0	0.0
1977		45.2	36.5		20.0	32.0	
1978		33.0	15.4			79.5	
1979		13.8	20.8		22.8	13.1	0.0
1980			21.7		29.7	23.0	
1981			27.4		34.0	30.5	0.0
1982			25.4			12.1	
1983			13.5				
1984							
1985						15.1	
1986						19.1	
1987			34.8				
1988							
1989							
1990							
1991			30.2				
1992							
1993			30.4				
1994			30.0				
1995			28.0				
1996							
1997			30.7				
1998							
1999							
2000			28.0				
2001			31.6				
2002			29.1				
2003			29.0				
2004							
2005				157.8			
2006			59.5				
2007							
2008							
2009							
2010							

(4) Mapa de isoyetas

En la Figura 2.2.5-3 se presenta un mapa de isoyetas en la cuenca del río Yauca.

En la cuenca del río Yauca, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 25mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son escasas de 25 a 50 mm.

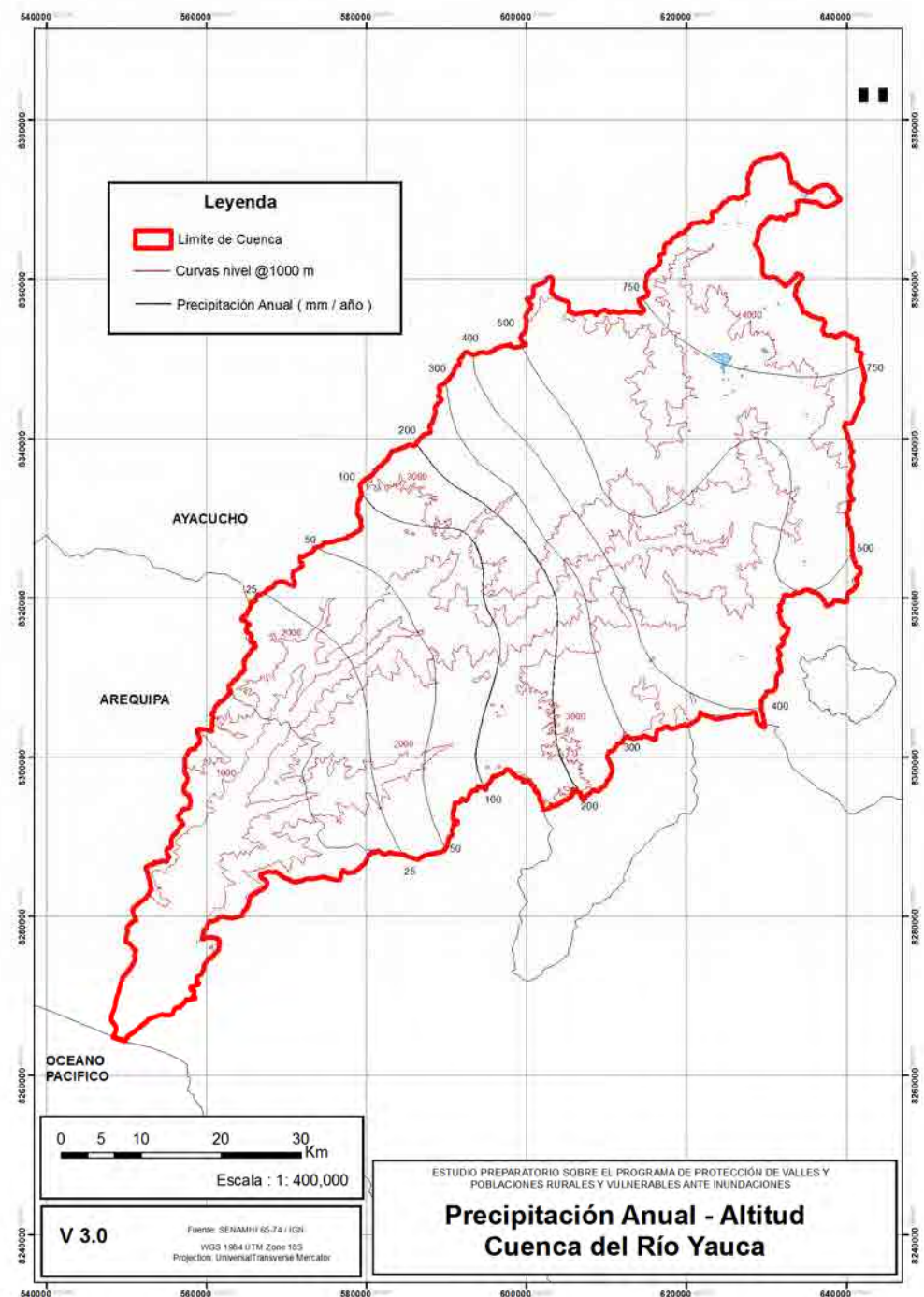


Figura 2.2.5-3 Mapa de isoyetas (cuenca del río Yauca)

2.2.6 Cuenca del río Majes-Camaná

(1) Situación del monitoreo pluvial

Las Tablas 2.2.6-1 y 2.2.6-2 y la Figura 2.2.6-1 presentan la ubicación de las estaciones de monitoreo pluvial y el periodo de tomad e datos pluviales.

En la cuenca del río Majes-Camaná, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 48 estaciones de monitoreo. El monitoreo empezó en 1964. Existen estaciones cuyos datos carecen de nivel de precisión por tener un largo lapso de tiempo sin monitoreo. Por tanto, el análisis de descarga adoptó datos de 38 estaciones, que presentan un nivel de precisión relativamente bueno de datos recolectados. Por otro lado en la estación de Chivay situada en la cuenca media, a partir del año 2011 se está realizando un monitoreo telemétrico automático. El Equipo de Estudio recopiló la información de precipitación de los periodos de febrero 2011 y febrero 2012 (temporada de lluvias).

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla-2.2.6-1 Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del río Majes-Camaná)

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Institución
ANDAHUA	15° 29'37	72° 20'57	3538	SENAMHI
APLAO	16° 04'10	72° 29'26	625	SENAMHI
AYO	15° 40'45	72° 16'13	1950	SENAMHI
CABANACONDE	15° 37'7	71° 58'7	3369	SENAMHI
CAMANÁ	16° 36'24	72° 41'49	29	SENAMHI
CARAVELÍ	15° 46'17	73° 21'42	1757	SENAMHI
CHACHAS	15° 29'56	72° 16'2	3130	SENAMHI
CHICHAS	15° 32'41	72° 54'59.7	2120	SENAMHI
CHIGUATA	16° 24'1	71° 24'1	2945	SENAMHI
CHINCHAYLLAPA	14° 55'1	72° 44'1	4514	SENAMHI
CHIVAY	15° 38'17	71° 35'49	3663	SENAMHI
CHOCO	15° 34'1	72° 07'1	3160	SENAMHI
CHUQUIBAMBA	15° 50'17	72° 38'55	2839	SENAMHI
COTAHUASI	15° 22'29	72° 53'28	5086	SENAMHI
CRUCERO ALTO	15° 46'1	70° 55'1	4486	SENAMHI
EL FRAYLE	16° 05'5	71° 11'14	4110	SENAMHI
HUAMBO	15° 44'1	72° 06'1	3500	SENAMHI
IMATA	15° 50'12	71° 05'16	4451	SENAMHI
LA ANGOSTURA	15° 10'47	71° 38'58	4260	SENAMHI
LA JOYA	16°35'33	71°55'9	1279	SENAMHI
LA PAMPILLA	16° 24'12.2	71° 31'6	2388	SENAMHI
LAGUNILLAS	15° 46'46	70° 39'38	4385	SENAMHI
LAS SALINAS	16° 19'5	71° 08'54	3369	SENAMHI
MACHAHUAY	15° 38'43	72° 30'8	3000	SENAMHI
MADRIGAL	15° 36'59.7	71° 48'42	3238	SENAMHI
ORCOPAMPA	15° 15'39	72° 20'20	3805	SENAMHI
PAMPA DE ARRIEROS	16° 03'48	71° 35'21	3720	SENAMHI
PAMPA DE MAJES	16° 19'40	72° 12'39	1442	SENAMHI
PAMPACOLCA	15° 42'51	72° 34'3	2895	SENAMHI
PAMPAHUTA	15° 29'1	70° 40'33.3	4317	SENAMHI
PILLONES	15° 58'44	71° 12'49	4428	SENAMHI
PORPERA	15° 21'1	71° 19'1	4142	SENAMHI
PULLHUAY	15° 09'1	72° 46'1	3098	SENAMHI
SALAMANCA	15° 30'1	72° 50'1	3153	SENAMHI
SIBAYO	15° 29'8	71° 27'11	3839	SENAMHI
SUMBAY	15° 59'1	71° 22'1	4300	SENAMHI
TISCO	15° 21'1	71° 27'1	4198	SENAMHI
YANAQUIHUA	15° 46'59.8	72° 52'57	2834	SENAMHI

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla-2.2.6-2 Periodo de toma de datos pluviales (cuenca del río Majes-Camaná)

Cuenca Majes-Camana	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Codroma																																																	
Caraveli																																																	
Cotahuasi																																																	
Chuquibambá																																																	
Pampacolca																																																	
Santo Tomás																																																	
Caylloma																																																	
La Angostura																																																	
Sibayo																																																	
Yauri																																																	
Chivay																																																	
Pampahuta																																																	
Lagunilla																																																	
Imata																																																	
Cabanaconde																																																	
Salamanca																																																	
Crucero Alto																																																	
La Joya																																																	
Pampa de Majes																																																	
Camaná																																																	
Aplao																																																	
La Pampilla																																																	
El Frayle																																																	
Yanaquihua																																																	
Machahuay																																																	
Huanca																																																	
Chinchas																																																	
Chinchayllapa																																																	
Puica																																																	
Pullhuay												</																																					

Año de El Niño

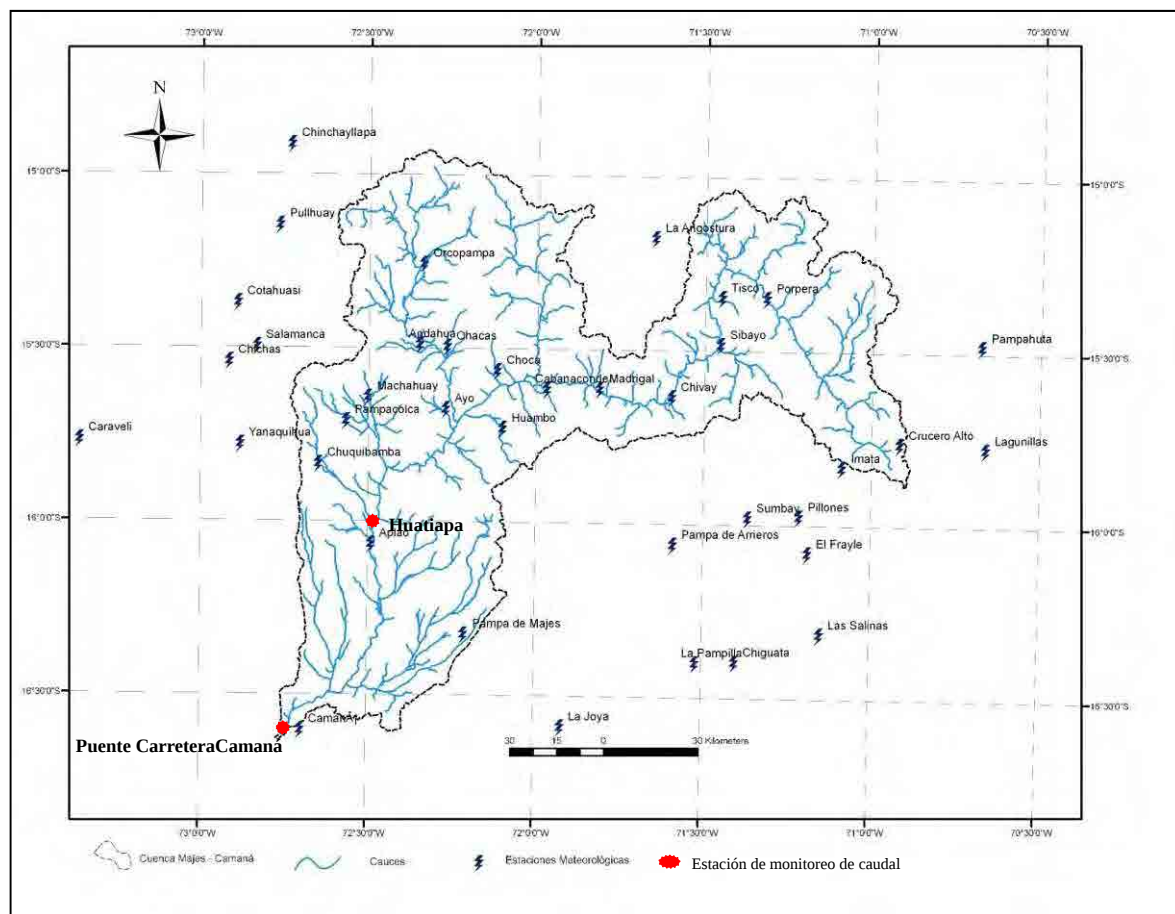


Figura-2.2.6-1 Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo (cuenca del río Majes-Camaná)

(2) Precipitaciones mensuales

De entre las 48 estaciones de monitoreo pluvial ubicadas en la cuenca del río Majes- Camaná y en su cercanía, fueron eliminados los datos monitoreados en 10 estaciones por su corto periodo de monitoreo (menos de 20 años), la falta de datos de los últimos 10 años, o su ubicación muy apartada de la cuenca, adoptándose los datos de las 38 estaciones restantes.

La tabla 2.2.6-3 presenta los datos de precipitaciones mensuales de la estación TISCO como ejemplo de las 38 estaciones.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla 2.2.6-3 Precipitaciones mensuales de la estación TISCO

TOTAL MONTHLY PRECIPITATION (mm)													
BASIN	GAGE	DEPARTMENT	LONGITUDE	LATITUDE									
Camaná - Majes	TISCO	AREQUIPA	71° 27'1	15° 21'1									
Year	Month												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1963											41.1	131.8	
1964	86.1	72.9	114.4	42.9	22.0	0.0	0.0	6.1	4.4	17.9	59.7	57.6	484.0
1965	75.0	161.1	85.9	42.5	0.3	0.0	9.2	0.0	24.0	22.0	10.4	151.7	582.1
1966	110.3	184.9	64.6	10.6	45.1	0.0	0.0	4.5	0.0	43.3	79.7	55.0	598.0
1967	103.8	161.0	220.2	64.5	13.1	0.6	8.2	9.4	41.8	23.6	12.7	90.5	749.4
1968	266.0	119.6	179.4	31.6	4.0	5.1	5.5	5.8	20.0	52.9	84.6	31.7	806.3
1969	150.1	113.0	52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	60.8	97.7	478.0
1970	139.6	150.5	138.5	22.4	9.5	0.0	1.0	1.1	35.6	5.1	4.7	146.8	654.9
1971	140.0	183.5	101.2	30.1	2.6	0.9	0.0	0.0	0.0	5.0	2.2	132.7	598.2
1972	362.1	188.7	235.5	32.7	0.1	0.0	2.3	0.1	55.1	32.9	32.1	90.1	1031.7
1973	297.8	190.2	159.2	81.1	15.9	0.0	8.2	10.2	31.1	7.6	60.6	53.9	915.7
1974	290.2	172.9	44.7	80.7	1.5	14.5	0.0	111.1	9.3	4.3	7.5	50.2	786.8
1975	146.6	246.7	122.4	30.2	20.8	3.2	0.0	1.0	8.0	48.3	1.4	131.4	760.1
1976	153.0	107.7	166.8	41.6	9.3	7.5	4.6	2.3	58.9	0.5	0.6	71.9	624.7
1977	67.0	239.2	118.8	7.1	4.1	0.0	2.3	0.0	11.7	16.3	110.2	49.8	626.6
1978	317.6	24.1	78.7	68.9	0.0	4.0	0.0	1.0	2.3	26.9	78.6	60.0	662.2
1979	127.4	88.0	123.3	16.5	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	59.2	71.2	93.7	584.4
1980	72.5	43.1	183.6	2.2	0.0	0.0	13.5	25.9	28.1	94.1	2.1	30.2	495.3
1981	205.2		52.0	73.0	2.0	0.0	0.0	46.8	9.0	24.8	52.3	110.6	
1982	161.0	45.9	122.8	34.9	0.0	0.5	0.0	0.0	80.9	105.5	150.5	70.0	772.0
1983	46.7	93.7	81.0	47.9	12.0	0.5	0.5	0.0	35.2	18.0	2.5	32.4	370.5
1984	178.4	256.0	284.8	11.1	10.5	3.0	0.0	28.4	0.0	46.3	135.5	125.6	1079.6
1985	32.9	263.0	134.4	49.7	10.0	14.8	0.0	0.0	15.4	0.0	70.0	142.4	732.6
1986	105.9	162.7	178.9	98.4	12.5	0.0	2.8	52.2	18.1	11.0	11.0	149.6	803.1
1987	212.5	42.9	26.2	23.6	3.4	2.1	27.0	4.5	2.0	23.3	24.6	29.0	421.1
1988	216.9	72.5	97.0	63.5	8.5	0.0	0.0	4.0	6.8	0.0	4.0	30.2	503.4
1989	123.9	93.0	159.5	50.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	12.0	4.0	446.1
1990	118.4	27.6	58.5	25.6	12.5	39.5	0.0	13.0	5.0	52.5	0.0		
1991	150.6	72.7	162.3	10.7	3.5	30.7	3.0	1.6	3.5	29.2	48.6	0.0	516.4
1992	51.6	73.8	32.9	4.8	0.0	2.7	2.8	40.0	1.0	25.2	24.7	85.6	345.1
1993	230.9	82.4	133.9	49.9	6.2	1.3	0.3	25.1	15.5	34.2	63.7	106.1	749.5
1994	241.6	218.1	74.3	45.6	10.1	2.8	1.5	1.7	0.0	1.0	25.2	72.7	694.6
1995	121.5	135.0	215.7	27.8	3.7	0.1	0.0	2.8	8.6	13.1	22.3	122.0	672.7
1996	187.3	156.8	83.0	61.6	12.0	0.0	0.3	14.1	11.7	10.6	41.3	146.6	725.4
1997	175.0	201.8	86.5	31.7	18.1	0.0	0.0	33.1	64.8	14.0	60.1	102.2	787.3
1998	271.1	114.9	96.6	15.9	0.5	3.0	0.0	0.8	0.5	9.6	48.5	75.9	637.4
1999	199.2	273.9	198.2	30.5	6.0	0.1	1.2	0.6	23.5	75.3	10.7	90.3	909.5
2000	194.3	242.5	157.2	21.5	28.7	7.8	0.4	11.4	1.6	70.9	22.1	97.9	856.4
2001	240.3	239.0	144.2	108.9	31.3	5.4	16.5	12.0	8.4	18.7	8.6	35.9	869.0
2002	123.6	241.6	186.8	134.9	17.4	8.0	31.8	0.6	19.1	44.7	82.2	113.3	1004.1
2003	83.5		193.1	29.2	11.8	1.5	3.6	4.1	13.2	14.8		114.6	
2004	208.7	176.4	138.0	39.4	2.4	0.5	20.3	14.9	15.4	3.2	7.0	72.7	698.8
2005	124.4	207.0	127.5	56.9	0.5	0.0	0.1	0.7	23.2	11.6	18.8	103.4	674.1
2006	202.0	200.4	195.5	62.4	6.1	4.1	0.0	7.7	25.6	29.3	61.6	78.8	873.4
2007	187.0	179.7	180.4	38.4	9.1	0.1	9.7	0.8	16.1	13.7	22.9	96.2	753.8
2008	257.8	123.5	70.0	5.5	3.2	2.7	0.1	0.6	1.7	17.1	5.0	95.6	582.7
2009	104.6	203.6	133.3	65.6	2.8	0.0	11.1	2.4	23.9	9.9	47.9	64.6	669.7
2010	179.1	164.6	73.0	69.3	6.4	2.1	2.2	1.0	6.2	21.2	13.4	142.9	681.4
2011		233.8	96.9	104.8									
Pp Maxima	362.1	273.9	284.8	134.9	45.1	39.5	31.8	111.1	80.9	105.5	150.5	151.7	1079.6
Pp Media	166.8	153.2	128.4	43.7	8.5	3.6	4.1	10.8	16.7	25.8	38.7	85.9	687.9
Pp Minima	32.9	24.1	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	345.1

(3) Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla 2.2.6-4 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del río Majes-Camaná.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

**Tabla 2.2.6-4 (1) Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la
cuenca del río Majes-Camaná (1/2)**

Year	Andahuay	Aplao	Ayo	Cabanacón de	Camaná	Caravelí	Chachas	Chichas	Chiguata	Chinchaylla pa	Chivay	Choco	Chuquibam ba	Cotahuasi	Crucero Alto	El Frayle	Huambo
1963													20.0				
1964		7.2						13.0					10.5	11.8	21.5		28.8
1965		2.2				10.0	18.2	24.0	7.5	20.0	14.2	8.0	0.9	16.3	38.1		23.3
1966		2.2			6.0	0.0	15.8	23.0	9.3	7.0	24.0	8.4	13.3	17.2	31.5		17.7
1967		7.3			2.5	14.0	16.7	3.8	17.1	18.9		8.2	29.5	18.8	34.7		28.4
1968		0.6			2.5	29.0	22.0	19.7	16.3	30.0		9.8	23.3	30.1	38.5		22.5
1969		1.5			13.0	7.0	27.0	30.2	9.0	19.3		11.1	37.4	18.2	26.8		17.8
1970	18.0	7.5	11.5	24.8	0.4	19.6	30.5	25.6	8.2	25.2		14.3	35.3	14.2	21.9		23.7
1971	22.0	4.7	13.5	31.1	5.2	4.5	34.5	22.0	16.0	50.0	21.5	31.5	28.5	17.1	18.5	24.1	25.1
1972	30.1	2.8	12.0	26.9	5.4	19.3	23.6	10.0	39.0	28.9	21.5	18.2	32.5	59.4	27.2	19.7	40.3
1973	21.9	6.3	9.1	25.0	16.4	7.3	21.7	15.0	19.5	20.0	24.0	16.6	32.8	30.0	32.8	21.7	20.7
1974	23.4	1.4	7.1	22.0		4.3	18.5	8.3	30.9	21.5	30.0	15.5	18.4	16.0	27.9	25.4	31.2
1975	71.0	1.2	9.0	29.2	8.0	4.0	33.3	23.6	23.3	18.8	49.0	24.0	20.5	26.4	28.5	21.8	26.4
1976	27.5	5.4	13.4	33.4	10.3	30.0	36.7	10.1	42.9	20.0	24.5	20.2	36.6	22.5	15.0	15.8	22.7
1977	19.2	1.8	7.3	28.9	2.1	5.7	27.0	14.0	34.6	23.0	38.0	15.0	30.7	20.8	28.4	32.4	14.0
1978	19.8	0.3	10.5	26.0	1.3	0.5	22.4	7.0	12.8	16.7	17.0	33.3	19.2	19.2	14.9	31.5	28.7
1979	16.4	0.0	8.6	16.9	0.5	10.1	17.4	5.8	24.8	25.8	20.6	15.0	12.2	20.1	31.0	16.5	21.1
1980	18.7	0.3	10.0	17.1	0.0	5.3	21.6	9.8	12.4	15.5	28.3	7.7	15.8	26.7	24.7	21.7	16.7
1981	20.6	2.3	11.4	26.5	0.3	23.0	24.5	15.0	28.9	20.0	20.6	18.6	25.8	40.7	21.5	30.4	23.2
1982	20.1	0.0	4.1	31.0	6.5	2.5	13.9	6.8	9.2	17.0	29.8	19.0		13.2	38.9	27.7	16.4
1983	5.4	0.0	0.1	21.1	4.0	2.8	7.3	6.0	3.8	14.3	9.0	10.0			20.0	32.5	17.4
1984	28.6	13.0	18.9	33.5		22.7	29.0	13.8	21.0	34.1	36.2	22.1		24.3	28.3	17.8	33.9
1985	17.9	0.0	12.2	29.1		2.0	19.0	22.9	20.3	20.7	25.5	15.0		18.9	22.9	21.2	24.6
1986	22.4	6.0	12.8	71.5		11.3	21.3	23.5	37.9	18.8	27.5	18.0		30.0	19.2	18.4	34.4
1987	30.7	0.8	10.3	92.8		2.2	36.0	21.0	39.4	18.7	17.4	10.0	27.2	17.3	14.4	12.6	42.8
1988	30.7	0.4	9.9	40.0		8.4	22.8	22.2	22.7	18.4	31.3		7.2	26.9	18.8	20.0	30.4
1989	32.8	0.5	5.3	24.5		12.5	19.0	27.5	32.2	19.1	13.0	11.7	33.0		19.2	18.6	17.0
1990	20.6	1.6	4.5	23.0		6.5	35.6	12.9	18.9	18.5	34.7	13.3	23.0		18.0	58.5	36.0
1991	33.2	0.9	3.4	6.9		0.0	20.0	12.0	13.5	20.0	36.8	16.7	3.2		19.5	23.5	15.8
1992	12.4	2.8	1.8	17.0			10.5	2.3	5.2	14.8	8.0	10.4			13.9	18.2	6.3
1993	17.8	0.3	1.7	20.0		2.0	16.1	12.5	21.8	14.3	16.4	6.5	8.0		22.6	24.7	16.8
1994	31.4	1.2	8.6	23.2		11.0	23.0	26.1	35.3	21.6	16.0	16.7	36.8	0.0	32.1	39.0	16.9
1995	21.6	2.1	14.8	32.8	0.0	15.2	18.6	22.2	48.8	30.6	30.1	24.0	29.6	14.7	31.8	32.5	17.9
1996	22.4	1.3	15.6	22.2	0.9	1.9	21.1	19.5	10.2	25.0	39.7	11.8	10.0	29.8	27.6	21.4	16.9
1997	28.9	3.7	18.3	51.0	2.2	33.0	35.4	14.2	44.0	29.4	30.3	21.3	19.6	26.7	27.4	21.6	32.9
1998	33.5	1.2	16.9	38.3	3.6	18.5	25.9	29.6	12.6	34.9	23.4	24.5	82.0	26.2	23.6	20.9	25.3
1999	26.6	1.4	14.5	32.9	2.3	7.1	35.3	23.0	25.0	24.0	29.2	19.2	26.0	33.0	32.7	25.7	26.6
2000	24.9	1.0	8.6	24.6	2.9	15.6	15.8	19.8	36.2	45.1	24.4	18.4	28.0	26.6	21.9	15.9	18.7
2001	30.6	2.0	15.4	48.6	1.4	11.5	19.0	17.4	20.9	31.5	29.8	19.8	70.4	22.8	25.9	13.4	17.0
2002	27.3	4.8	16.6	30.6	4.4	13.7	22.5	22.6	24.3	28.8	28.1	20.9	47.7	27.5	30.6	17.8	27.9
2003	17.5	0.0	8.7	19.3	0.4	0.0	17.8	8.7	9.2	31.6	14.7	13.7	14.5	18.0	15.7	11.7	25.5
2004	23.0	9.0	35.6	22.9	0.5	1.5	21.4	18.9	18.7	25.8	24.8	24.6	16.6	25.7	28.2	28.4	30.4
2005	21.1	1.7	12.1	24.4	0.8	16.5	12.8	10.7	13.0	39.1	27.8	13.6	14.6	11.0	35.3	20.1	18.3
2006	25.0	0.9	9.4	25.3	0.6	4.2	19.6	18.3	14.4	30.9	26.5	17.7	18.2	13.5	23.4	28.3	31.8
2007	21.6	2.7	14.0	27.4	3.0	2.6	28.6	10.6	23.4	30.2	24.7	40.0	10.9	25.4	32.5	21.2	21.0
2008	23.3	6.4	23.5	24.0	9.8	5.0	18.0	25.7	20.7	30.8	35.7	23.8	15.4	17.4	15.4	28.2	29.2
2009	19.7	0.0	10.2	16.8	3.2	9.1	17.1	23.0	9.9	28.6	30.6	20.6	15.7	11.8	32.7	43.6	16.8
2010	27.2	0.9	7.8	23.9	4.5	1.3	18.7	9.3	9.7	25.6	26.9	11.9	17.0	17.7	33.8		23.3
2011	21.2	2.0	13.3	26.6		7.2	31.2	15.1	19.2		27.7	19.8	17.0	21.7	27.9		32.9

**Tabla 2.2.6-4 (2) Precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la
cuenca del río Majes-Camaná (2/2)**

Year	Imata	La Angostura	La Joya	La Pampilla	Lagunillas	Las Salinas	Machahuay	Madrigal	Orcopampa	Pampa de Arrieros	Pampa de Majes	Pampacoloa	Pamphuta	Pillones	Porpora	Pullhuay	Salamanca	Sibayo	Sumbay	Tisco	Yanaquihua
1963						21.5				15.3		12.7								28.2	7.2
1964						18.0	8.0	18.7		20.0		17.7			60.7		30.2	15.0			47.8
1965			0.0			19.9		18.4		11.6		8.2			19.0	32.7	12.2	10.5		12.5	33.5
1966			1.0			15.2	20.3	20.1		34.0		29.8			23.1	26.7	28.5	22.6		22.3	45.6
1967			3.0			17.2	23.5	26.1		15.0		21.2			33.7	36.7	21.6	18.5		30.7	30.9
1968			0.0			20.0	16.1	20.7		17.3		43.8			21.5	45.8		21.5		67.5	50.0
1969	21.5	34.6	5.1		34.2	11.0	22.9	18.9	83.1	16.3	1.9	22.1	33.3	23.2	40.5	26.3	24.6	35.9	18.6	36.0	42.6
1970	32.2	40.5	0.7		24.9	23.1	16.6	22.5	17.0	20.9	7.1	18.7	33.6	31.4	38.5	54.3	26.9	26.0	39.5	24.9	10.1
1971	33.4	38.0	1.7	21.3	24.3	13.8	40.2	33.3	27.3	41.8	1.0	27.5	35.4	22.3	36.0	40.0	30.7	51.3	36.7	44.7	55.0
1972	35.2	27.7	0.6	22.1	41.3	13.2	24.1	16.2	57.0	18.0	21.5	23.5	31.4	15.8	21.2	41.1	24.2	29.8	22.5	25.1	20.9
1973	34.7	43.7	4.0	16.0	43.6	12.4	13.5	31.6	36.7	17.2	1.8	19.5	33.1	9.4	27.5	29.2	17.5	40.0	44.0	37.4	17.2
1975	23.7	56.5	3.0	46.7	39.4	10.4	23.2	24.9	29.2	19.8	1.2	18.8	26.2	18.3	21.0	44.1	32.4	26.1	27.2	37.7	15.9
1976	24.1	44.0	4.3	24.0	23.7	15.0	23.1	24.9	23.7	30.7	2.2	25.2	35.2	17.6	13.5	35.3	22.3	31.4	23.8	38.5	18.7
1977	24.2	52.2	0.0	6.8	25.8	16.9	9.6	20.1	21.9	27.3	1.8	31.6	27.0	28.3	21.5	25.5	20.2	30.5	18.3	38.5	34.5
1978	35.1	35.2	0.0	8.0	27.7	12.3	9.2	25.1	26.5	20.0	0.0	27.4	34.0	38.5	22.4	21.8	15.3	31.3	36.8	33.2	9.3
1979	30.6	22.2	0.0	10.9	30.5	19.9	17.0	15.8	25.7	9.5	0.0	27.6	31.8	19.4	17.5	22.3	17.7	40.8	22.0	49.0	15.1
1980	21.2	38.7	3.0	6.2	26.2	24.8	29.0	19.5	18.9	29.8	0.8	15.7	36.5	17.4	21.2	19.5	10.8	23.6	16.8	42.5	13.5
1981	36.3	37.9	0.0	5.4	36.4	18.6	14.0	33.8	21.8	26.4	0.3	19.6	45.3	28.1	19.2	33.1	34.2	31.2	24.5	52.0	21.6
1982	20.7	31.0	0.0	3.9	25.6	17.1	9.2	18.8	19.1	20.9	0.0	18.5	22.9	16.1	15.0	15.5	14.8	35.8	18.9	37.0	12.1
1983	15.4	38.2	0.0	1.5	33.0	10.0		10.0	15.3		0.1	15.0	30.4	23.8	16.0	13.8	12.9	21.5		30.0	38.0
1984	29.3	89.9	3.0	14.7	32.0	13.4	24.0	24.6	32.2	50.6	0.9	26.6	43.6	29.0	14.7	33.9	49.0	40.1	25.7	33.0	41.0
1985	34.9	53.2	2.3	15.3	28.3	14.5	18.4	31.1	18.1	20.3	0.8		32.6	20.1	21.5	23.7	14.7	23.4		26.5	14.0
1986	27.9	35.9	18.7	18.4	25.3	10.1	37.5	20.7	14.9	50.7	21.1		35.7	32.0	16.5	26.1	21.8	25.9		50.0	53.0
1987	23.9	24.4	0.0	19.0	29.4	12.5	9.0	19.8	19.6		0.6	39.0	25.2	13.6	11.0	15.5	25.0	19.3	30.0	35.0	68.5
1988	20.1	56.3	0.1	11.5	23.5	11.7	30.0	34.4	29.6	6.0	1.0	0.0	32.4	30.1	17.5	14.2	28.9	47.2	39.0	39.0	11.5
1989	26.6	19.2	3.1	22.9	28.1	13.6	38.0	16.7	32.0	37.7	1.8	0.0	34.5	17.0	13.4	20.6	17.6	18.2	55.4	40.0	42.1
1990	37.0	33.1	4.0	11.5	28.9	9.6	18.5	24.6	29.0		6.1		32.1	31.7	17.0			21.3	41.3	58.0	48.0
1991	31.0	48.4	0.0	7.7	23.1	9.6	18.4	12.4	15.7	19.6	11.6		27.1	36.0	22.0		19.5	24.9	32.0	30.5	11.9
1992	27.1	34.8	1.2	3.4	19.2	9.3	5.2	22.0	13.0	4.4	8.4	0.5	36.6	23.8	12.0	18.2		19.2	28.0	23.2	0.3
1993	27.6	32.0	0.7	13.5	36.7	14.1	20.0	12.1	15.0	29.4	0.1	0.0	36.3	50.5	27.6	31.8	15.6	27.3	35.0	32.0	13.8
1994	28.6	35.8	0.0	13.6	33.7	25.5	44.5	17.3	30.0	18.2	2.2	6.7	37.3	30.8	35.4	33.9	29.5	34.9	32.8	36.0	27.9
1995	27.1	38.6	28.0	28.0	29.5	41.2	27.5	15.0	14.0	10.5	28.0	14.9	27.5	14.0	14.2	18.9	14.2	33.9	35.1	43.8	14.6
1996	23.9	49.9	0.0	12.1	21.5	21.1	15.0	25.4	27.0	1.2	0.0	16.0	39.8	16.9	38.4	18.2	31.3	21.3	25.4	32.9	11.3
1997	22.7	31.4	1.9	33.4	22.8	21.5	38.0	30.7	18.5	14.8	2.7	27.9	42.3	21.0	42.3	20.6	32.7	33.6	27.8	32.0	63.9
1998	30.6	40.9	0.5	9.5	31.2	24.5	17.1	24.6	23.3	15.7	1.8	42.4	38.0	26.4	36.9	18.7	24.7	30.0	27.7	120.0	39.4
1999	57.2	38.9	0.0	12.3	30.0	42.3	20.8	27.9	32.8	18.5	2.5	24.2	36.8	26.6	88.3	19.0	31.7	30.5	27.0	43.8	22.2
2000	21.4	41.4	0.5	21.4	20.8	20.2	34.4	25.8	34.4	22.7	3.1	38.6	26.1	34.4	21.4	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
2001	52.5	49.3	2.4	30.0	34.5	27.0	34.7	35.2	20.9	20.5	1.0	27.4	49.9	25.1	30.1	29.6	26.2	30.3	26.8	33.0	30.1
2002	25.5	37.5	1.0	15.4	26.3	42.0	28.0	29.8	27.6	72.4	6.8	39.8	47.9	35.7	31.3	22.5	18.5	42.4	23.0	39.2	26.2
2003	23.8	31.5	0.0	5.5	37.8	19.5	16.7	15.1	18.3	7.2	0.4	17.3	36.4	15.6	37.0	23.1	21.0	31.5	14.3	28.5	6.7
2004	32.5	22.9	2.3	8.4	29.7	39.6	19.4	21.2	26.5	13.4	3.5	15.4	30.4	26.4	31.5	34.8	22.6	47.2	16.9	30.6	13.4
2005	31.4	32.2	0.4	5.4	37.6	28.4	25.3	33.7	52.8	8.3	0.2	23.2	42.3	31.3	31.3	32.0	27.0	33.5	21.7	29.7	17.7
2006	55.4	37.5	0.0	14.9	33.3	21.2	28.0	38.2	17.0	12.0	0.0	29.1	33.1	27.0	38.9	32.0	30.8	30.6	21.5	34.6	13.6
2007	28.2	26.3	6.7	7.9	16.4	24.4	23.1	20.4	24.4	8.6	11.0	18.4	33.0	25.6	36.1	23.8	18.2	25.2	16.0	27.6	10.6
2008	30.2	34.3	5.4	25.5		32.8	21.5	18.8	19.2	22.7	9.0	17.3	38.6	23.1	37.8	19.8	10.4	45.2	15.8	44.0	21.5
2009	33.0	39.2	0.0			38.2	30.8	28.0	18.3	19.2	1.5	19.1	26.3	22.3	35.2	28.2	16.4	19.4	16.1	30.7	17.4
2010	27.5	33.2	0.6	4.7		13.6	10.7	29.6	22.7	10.6		21.7	32.7	21.2	32.4	19.8	14.7	31.5	20.6	26.6	9.2
				12.0			19.8		20.4	18.8		49.0	45.3	28.1	30.2	44.7	10.7	10.1	40.6		

En la cuenca del río Majes-Camaná, las precipitaciones anuales varían considerablemente según la zona, con un mínimo de 50mm y máximo de 750 mm aproximadamente. Las precipitaciones son menores a medida que se acerca a la cuenca baja hacia la costa pacífica y son mayores a medida que se va aumentando las altitudes hacia la cuenca alta.

Las precipitaciones anuales en la cuenca baja donde se tomarán medidas contra inundaciones son escasas de 50 a 200 mm.

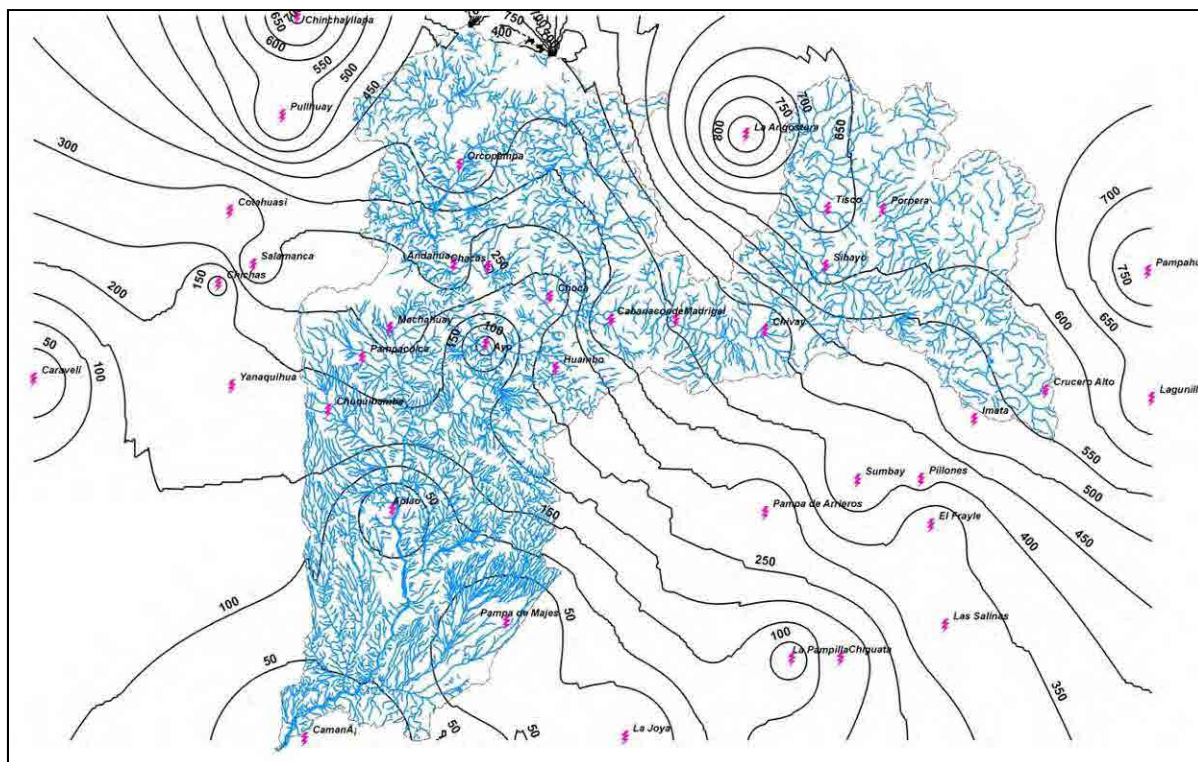


Figura 2.2.6-2 Mapa de isoyetas (Cuenca del río Majes-Camaná)

(5) Duración de tormenta o precipitación

Se recopiló información sobre las precipitaciones horarias de la estación de Chivay ubicada en la cuenca media para los periodos de febrero del año 2011 y febrero del año 2012. Con esta información se realizó el análisis de altura.-duración (Depth-Duration Analysis) para 3 periodos de inundaciones. Los resultados se muestran en la figura 2.2.6-3. De los 3 casos de inundaciones, el mayor tiempo de duración de tormenta fue el periodo de febrero del 2012 ($Q_p=1,400 \text{ m}^3/\text{seg.}$) cuya duración de tormenta fue de 17 horas. Por consiguiente en el análisis de descargas se utilizó una duración de tormenta de 24 horas.

Por otro lado, según las entrevistas con los representantes del SENAMHI y universidades peruanas, en la costa peruana la duración de tormenta fluctúan entre 6 – 12 horas y para los

cálculos de análisis de descargas (Estudio de Máximas Avenidas en las Cuencas de la Zona Centro de la Vertiente del Pacífico, Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, Ing. Mg Sc. Ricardo Apaclla Nalvarte, 2010.) por lo general se utiliza una duración de tormenta de 24 horas.

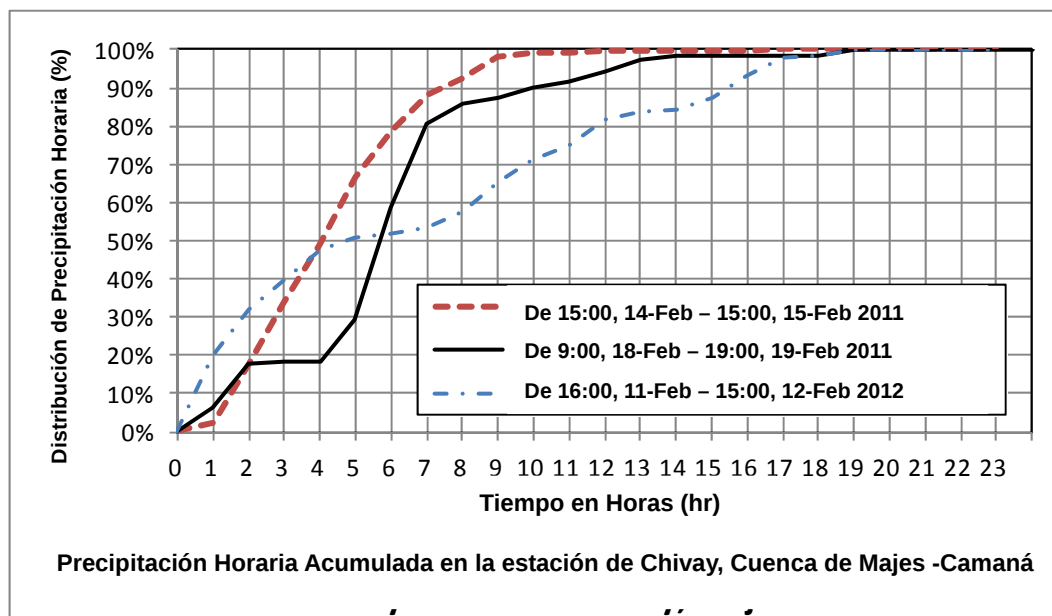


Figura-2.2.6-3 Duración de tormenta (cuenca del río Majes-Camaná)

2.3 Caudal

Las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas en las áreas objeto del estudio en general no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual una vez diaria (7:00 a.m.) o 2 veces diarias (7:00 a.m. y 7:00 p.m.). Por consiguiente, no existen datos pluviales horarios y todos los datos son de precipitaciones diarias (de 24 horas). Tratándose de un monitoreo a las horas fijas, es muy probable que no se hayan registrado caudales instantáneos máximos como los caudales picos de inundaciones.

El monitoreo de nivel de agua se hace con un indicador del nivel de agua y el valor medido se convierte en el caudal según una fórmula elaborada previamente a partir de los datos del levantamiento transversal fluvial y del aforo.

Sin embargo, en la estación de aforo de caudales en Huatiapa (rio Majes-Camaná), a partir del año 2006 las mediciones del nivel agua realizadas por el SENAMHI 4 veces al día (7:00, 10:00, 14:00 y 18:00) utilizando una regla limnigráfica son comparados con los niveles de agua registrados por un sistema automático de monitoreo tipo flotador (a partir del año 2006). En épocas de inundaciones las mediciones del nivel del agua se realizan cada hora.

Los ríos nacen en altiplanos comunicados a los Andes y recorren por abanicos aluviales desembocando en la costa. Las estaciones de monitoreo están ubicadas en la cuenca media y la baja de abanicos aluviales en la costa (véase el mapa de ubicación de estaciones de monitoreo

pluvial). Puesto que en la zona costera casi no llueve, se supone que casi no hay entrada del agua desde los afluentes y los datos monitoreados indican precisamente el volumen de descarga de las áreas objeto. Por tanto, es recomendable considerar las estaciones de monitores de caudal ubicadas curso más bajo como puntos de referencia para el análisis de descarga.

Por otro lado, si bien es cierto que en la estación de aforo de caudales de Huatiapa en el valle de Majes-Camaná se registran los niveles de agua por medio de un sistema automático de monitoreo tipo flotador, solamente una parte de ellos están siendo ordenados digitalmente por medio de una computadora, y la mayoría de ellos están quedando solo como valores registrados por el operador. Los valores de caudal máximo anual publicados por SENAMHI antes del año 2006 representan el caudal máximo diario calculado a partir de los promedios diarios obtenidos de las mediciones que se realizan 2 o 4 veces al día. Por lo tanto es necesaria la constitución de un sistema de red de estaciones para cada valle teniendo en cuenta la instalación de un sistema telemétrico automático en cada una de las estaciones de aforo con el fin de obtener en tiempo real los valores de niveles de agua y caudales; además de la medición de caudales/niveles de agua en el momento de las inundaciones y el ordenamiento de todos estos datos.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

Tabla 2.3 Ubicación y periodo de medición de cada uno de las estaciones de aforo de caudales de cada uno de los valles

CODIGO	ESTACION	CATEGORIA	CUENCA	DEPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	CONDICION	PERIODO DE MEDICION	
											INICIO	FIN
203301	TOMA IMPERIAL	HLM	CAÑETE	LIMA	CAÑETE	LUNAHUANA	76° 13'	13° 00'	918	C	1926-01	1971-02
203302	SOCASI	HLM	CAÑETE	LIMA	CAÑETE	LUNAHUANA	76° 11'41.3	13° 01'42.9	312	F	1965-01	1994-08
203303	PACARAN	HLM	CAÑETE	LIMA	CAÑETE	PACARAN	76° 03'17	12° 51'58	694	F		
203305	CATAPALLA	HLG	CAÑETE	LIMA	CAÑETE	LUNAHUANA	76° 06'34.7	12° 55'27.3	575	C		
203501	CONTA	HLM	SAN JUAN	ICA	CHINCHA	ALTO LARAN	75° 59'59	13° 27'27	280	F	1922-09	2010-12
203602	LETRAYOC	HLM	PISCO	ICA	PISCO	HUANCAYO	75° 43'43	13° 39'39	1304	F	1922-01	2010-12
472203C0	LETRAYOC	EHA	PISCO	ICA	PISCO	HUMAY	75° 45'1	13° 40'1	1020	F	2000-12	2009-05
203606	RESERVORIO LAGUNA ACNOCOCCHA	HLG	PISCO	HUANCAYELICA	CASTROVIRREYNA	SANTA ANA	75° 11'1	13° 06'1	4734	P		
203608	RESERVORIO LAGUNA PALCOCOCCHA	HLG	PISCO	HUANCAYELICA	CASTROVIRREYNA	CASTROVIRREYNA	75° 18'1	13° 13'1	4533	P		
230701	DIQUE ORCOCOCCHA	HLG	PISCO	HUANCAYELICA	CASTROVIRREYNA	CASTROVIRREYNA	75° 12'1	13° 16'1	4552	C	1968-09	1975-11
204002	PUNTE JAQUI	HLG	YAUCA	AREQUIPA	CARAVELI	JAQUI	74° 27'1	15° 29'1	247	C	1951-09	1986-09
213801	LAPALMA	HLG	YAUCA	AYACUCHO	LUCANAS	SANCOS	74° 19'0	15° 18'0	618	P		
204601	MARIA PEREZ	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	CHOCO	72° 01'1	15° 17'1	4540	C	1968-09	1979-03
204602	CALERA MOLLOCO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	CHOCO	72° 00'1	15° 17'1	4524	C		
204603	OSCOLLO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SIBAYO	71° 29'41	15° 27'1	4439	C	1950-02	1974-08
204604	PUNTE COLGANTE-SIBAYO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SIBAYO	71° 27'1	15° 28'1	4316	F	1950-06	1993-03
204605	PALLCA-HUARURO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	TAPAY	72° 00'1	15° 35'1	2393	C	1968-09	1978-01
204606	BAMPUTAÑE	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CALLALLI	71° 07'1	15° 34'1	4495	P	1967-09	1974-08
204607	NEGROPAMPA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CABANA CONDE	72° 00'1	15° 36'1	2200	C	1968-09	1978-01
204608	BLANQUILLO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SAN ANTONIO DE C	71° 04'1	15° 39'1	4444	C		
204609	LAGUNA MAMACOCCHA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	AYO	72° 15'1	15° 41'1	1783	C		
204610	AYO	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	CHOCO	72° 14'1	15° 42'1	1950	C		
204611	ANTASALLA	HLM	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SAN ANTONIO DE C	71° 04'1	15° 44'1	4439	C	1969-01	1973-12
204612	DIQUE LOS ESPAÑOL	HLM	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SAN ANTONIO DE C	71° 02'1	15° 46'1	4410	P	1968-09	1989-12
204614	CHARACTA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	MAJES	72° 31'1	16° 32'1	977	C		
204615	PUNTE CARRETERA CAMANA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAMANA	JOSE MARIA QUIMP	72° 44'1	16° 36'1	25	P	1960-01	1986-10
204616	TINTO COLCA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	ANDAGUA	72° 17'1	15° 26'1	4527	C		
204617	CALLALLI	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CALLALLI	71° 28'1	15° 30'1	3807	C	1977-10	1988-12
204618	HUATIPA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CASTILLA	APLAO	72° 28'14	15° 59'42	699	F	1944-09	2011-09
204619	CONDOROMA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	TISCO	71° 15'1	15° 15'1	4686	C	1977-09	2009-11
204620	PUNTE CARRETERA COLCA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	SIBAYO	71° 27'1	15° 29'1	3910	C	1950-02	1964-10
204621	REPRESA CONDOROMA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CALLALLI	71° 16'1	15° 23'1	4239	C	1993-09	1995-02
204622	HACIENDA PAMPATA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAMANA	NICOLAS DE PIERO	72° 41'58	16° 32'22	75	F	2002-11	2011-09
204807	ICHUPAMPA	HLG	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	CABANA CONDE	71° 55'1	15° 40'1	4513	P	1983-11	1987-07
4729E39A	EMAPAMPA DE MAJES	MAP	CAMANA	AREQUIPA	CAYLLOMA	MAJES	72° 12'38	16° 19'39	1434	F	2011-11	2012-09
200302	SOLANABAJA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 25'1	04° 31'1	112	C	1969-01	1975-12
200303	ZAMBA	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	PAIMAS	79° 54'1	04° 40'1	761	C		
200304	LAGARTERA	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	SAPILLICA	80° 04'1	04° 44'1	472	C		
200305	PUNTE SULLANA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	SALITRAL	80° 41'1	04° 53'1	25	P	1938-09	1984-12
200306	PARDO DE ZELA	HLM	CHIRA	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80° 14'1	04° 40'1	233	C	1966-01	1975-02
200307	ROSITA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 30'1	04° 36'1	102	C		
200308	CANAL MIGUEL CHECA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	SULLANA	80° 31'1	04° 41'1	68	P	1991-03	1995-07
200309	ENTRADA ARDILLA. POECHOS	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 26'1	04° 31'1	120	P	1991-03	1997-08
200310	PUNTE INTERNACIONAL MACARA	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	SUYO	79° 57'1	04° 24'1	415	P	1991-03	1997-08
200311	CANAL CHIPILLICO	HLM	CHIRA	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80° 10'1	04° 44'1	300	C	1969-09	2009-11
200312	PARAJE GRANDE QUIROZ	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	MONTERO	79° 54'1	04° 37'1	1060	P	1935-08	1995-07
200313	EL CIRUELO	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	SUYO	80° 09'1	04° 18'1	300	P	1992-04	1992-04
200314	LOS ENCuentros	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 17'1	04° 26'1	150	C	1975-11	2009-12
200316	CANAL PELADOS	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	SULLANA	80° 30'1	04° 41'1	100	C		
200318	SOLANABAJA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 25'1	04° 31'1	112	P		
200319	PUNTE SULLANA	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	SALITRAL	80° 41'1	04° 53'1	25	P	1991-03	1998-01
200320	LAGARTERA	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	SAPILLICA	80° 04'1	04° 44'1	472	P		
200321	AYABACA	HLM	CHIRA	PIURA	AYABACA	AYABACA	79° 45'1	04° 40'1	2663	P		
200322	RESERV POECHOS(VOL)	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA	80° 41'1	04° 31'1	333	P		
200323	RESERVORIO SAN LORENZO	HLM	CHIRA	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80° 12'1	04° 40'1	230	P		
200324	ALAMOR	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	LANCONES	80° 23'56.9	04° 28'48.4	133	F	1997-09	2005-01
200418	CANAL YUSCAY	HLM	CHIRA	PIURA	PIURA	LAS LOMAS	80° 12'1	04° 40'1	230	P		
200426	SALIDA RESERVORIO POECHOS	HLM	CHIRA	PIURA	SULLANA	MARCAVELICA	80° 41'1	04° 31'1	333	P	1991-03	1997-08
472480B0	EL CIRUELO	EHA	CHIRA	PIURA	AYABACA	SUYO	80° 09'1	04° 18'1	300	F	2001-01	2012-06
472606FA	AYABACA	EMA	CHIRA	PIURA	AYABACA	AYABACA	79° 43'1	04° 38'1	2757	F	2000-12	2011-12

CATEGORIA
HLM = Hidrométrica con mira limnética. Se miden la altura de agua manualmente (06:00, 10:00, 14:00 y 18:00 horas) para calcular caudales diarios.
HLG = Hidrométrica limnética y mediciones de limnógrafo mecánico. Se mide la altura de agua en las horas de observación (06:00, 10:00, 14:00 y 18:00 horas). Se registran además de manera continua (horaria) los niveles de agua en papel.
EHA = Estación Hidrológica Automática (mediciones de nivel horario con sensores).

CONDICION
C = Clausurado
P = Paralizado
F = Funcionando

2.3.1 Cuenca del río Chira

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

De entre las estaciones de monitoreo de caudal, se adoptan la estación Ardilla, ubicada inmediatamente curso arriba de la presa de Poechos y la estación Puente Sullana, ubicada en medio del río que recorre del curso bajo de la presa hasta la costa. La tabla 2.3.1-1 presenta los elementos de su ubicación.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 2.3.1-1 Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Chira

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
Ardilla (Solana Baja)	4° 31´	80° 26´	150
Puente Sullana	4° 53´	80° 41´	32

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.1-2 presenta el caudal máximo anual en cada una de las estaciones arriba mencionadas.

Tabla 2.3.1-2 Caudal diario máximo/año

Año	Puente	Ardilla
1976		2,242.00
1977	848.33	1,647.90
1978	56.12	281.10
1979	177.69	348.00
1980	57.07	438.00
1981	455.55	830.30
1982	288.18	589.10
1983	3,227.08	2,469.30
1984	1,043.00	1,663.00
1985	88.40	243.80
1986	40.00	355.60
1987	551.80	1,180.30
1988	37.70	379.50
1989	558.00	936.00
1990	45.20	253.40
1991	121.00	668.60
1992	2,355.00	3,133.50
1993	1,400.00	1,654.00
1994	1,100.00	1,044.00
1995	58.00	276.10
1996	140.00	439.40
1997	925.00	1,275.80
1998	3,005.00	3,620.80
1999	1,195.20	1,927.00
2000	1,111.00	1,303.20
2001	2,252.90	2,264.80
2002	2,517.00	2,825.20
2003	169.00	371.90
2004	231.00	293.80
2005	480.00	629.00
2006	815.00	1,089.90
2007		431.10
2008		3,141.97
2009		2,387.93

2.3.2 Cuenca del río Cañete

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La tabla 2.3.2-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Cañete. El monitoreo se hace a cargo de SENAMI y la junta de regantes.

Tabla 2.3.2-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Cañete

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
SOCSI CAÑETE	13° 01'42	76° 11'40	330

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.2-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada.

Tabla 2.3.2-2 Caudal diario máximo/año en la estación SOCSI CAÑETE de la cuenca del río Cañete

Año	Caudal máx.anual (m3/sec)	
	SENAMHI	Junta de regantes
1926	-	455.00
1927	-	120.00
1928	-	198.00
1929	-	342.00
1930	-	263.00
1931	-	148.60
1932	-	850.00
1933	-	176.00
1934	-	305.00
1935	-	386.00
1936	-	265.00
1937	-	283.76
1938	-	401.99
1939	-	308.53
1940	-	141.28
1941	-	301.13
1942	-	319.22
1943	-	324.13
1944	-	396.65
1945	-	350.00
1946	-	354.00
1947	-	353.00
1948	-	279.00
1949	-	198.00

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

1950	-	244.74
1951	-	485.00
1952	-	360.00
1953	-	555.00
1954	-	657.00
1955	-	700.00
1956	-	470.00
1957	-	228.32
1958	-	270.40
1959	-	700.00
1960	-	488.75
1961	-	597.62
1962	-	566.24
1963	-	242.37
1964	-	153.06
1965	214.70	214.70
1966	207.00	201.00
1967	343.00	343.00
1968	154.00	154.00
1969	316.00	316.00
1970	408.00	408.00
1971	430.00	430.00
1972	900.00	900.00
1973	484.20	450.10
1974	-	326.00
1975	-	298.00
1976	294.92	332.00
1977	-	249.00
1978	-	216.00
1979	-	182.80
1980	-	100.10
1981	-	257.10
1982	-	120.00
1983	-	228.00
1984	-	425.50
1985	-	165.60
1986	-	370.50
1987	-	487.30
1988	206.00	420.30
1989	-	377.00

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

1990	-	189.00
1991	-	372.00
1992	-	164.30
1993	-	390.00
1994	-	550.00
1995	-	500.00
1996	-	310.00
1997	-	350.00
1998	-	348.00
1999	-	420.00
2000	-	350.00
2001	-	255.00
2002	-	204.00
2003	-	215.00
2004	-	196.00
2005	-	167.00
2006	-	250.00

2.3.3 Cuenca del río Chíncha

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La tabla 2.3.3-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Chíncha. El monitoreo se hace a cargo de SENAMI y la junta de regantes.

Tabla 2.3.3-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Chíncha

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
CONTA	13° 27'	75° 58'	320

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.3-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada. El río Chíncha está dividido en el río Chico y el río Matagente, por lo que el caudal del río Chíncha es la suma del caudal de ambos ríos.

Tabla 2.3.3-2 Caudal máximo/año en la estación CONTA de la cuenca del río Chíncha (m³/s)

Año	SENAMHI	Junta de regantes			Caudal adoptado
	Total	Rio Chico	Rio Matagente	Total	
1950	155.43	-	-	-	155.43
1951	395.75	-	-	-	395.75
1952	354.00	-	-	-	354.00
1953	1,268.80	-	-	-	1,268.80
1954	664.40	-	-	-	664.40

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

1955	241.45	-	-	-	241.45
1956	227.83	-	-	-	227.83
1957	226.53	-	-	-	226.53
1958	88.36	35.34	53.02	88.36	88.36
1959	301.42	120.57	180.85	301.42	301.42
1960	245.17	98.07	147.10	245.17	245.17
1961	492.83	197.13	295.69	492.82	492.82
1962	395.06	158.02	237.03	395.05	395.05
1963	337.84	135.14	202.70	337.84	337.84
1964	66.95	26.78	40.17	66.95	66.95
1965	154.12	61.65	92.47	154.12	154.12
1966	139.13	55.65	83.48	139.13	139.13
1967	1,202.58	481.03	721.55	1,202.58	1,202.58
1968	43.92	17.57	26.35	43.92	43.92
1969	72.14	28.86	43.28	72.14	72.14
1970	271.57	108.63	162.94	271.57	271.57
1971	497.84	199.13	298.71	497.84	497.84
1972	784.16	313.66	470.50	784.16	784.16
1973	137.53	55.01	82.52	137.53	137.53
1974	215.66	86.26	129.40	215.66	215.66
1975	246.87	98.75	148.12	246.87	246.87
1976	311.13	124.45	186.68	311.13	311.13
1977	97.10	38.84	58.26	97.10	97.10
1978	33.00	13.20	19.80	33.00	33.00
1979	51.90	20.76	31.14	51.90	51.90
1980	33.70	13.48	20.22	33.70	33.70
1981	83.95	33.58	50.37	83.95	83.95
1982	183.60	73.44	110.16	183.60	183.60
1983	81.20	32.48	48.72	81.20	81.20
1984	292.87	117.15	175.72	292.87	292.87
1985	71.42	51.88	77.82	129.70	129.70
1986	106.26	46.00	69.00	115.00	115.00
1987	-	42.00	63.00	105.00	105.00
1988	-	28.51	42.76	71.27	71.27
1989	-	71.38	107.07	178.45	178.45
1990	24.34	9.74	14.60	24.34	24.34
1991	-	41.00	61.49	102.49	102.49
1992	-	5.95	8.92	14.87	14.87
1993	-	51.73	77.59	129.32	129.32
1994	-	75.61	113.41	189.02	189.02
1995	-	121.47	182.21	303.68	303.68
1996	-	49.85	74.77	124.62	124.62
1997	-	10.60	15.89	26.49	26.49
1998	-	112.00	168.00	280.00	280.00
1999	-	165.74	248.61	414.35	414.35
2000	-	114.93	172.39	287.32	287.32
2001	-	81.72	122.59	204.31	204.31

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

2002	-	47.65	71.48	119.13	119.13
2003	-	52.38	78.57	130.95	130.95
2004	-	63.73	95.60	159.33	159.33
2005	-	14.24	21.36	35.60	35.60
2006	-	62.48	93.72	156.20	156.20

2.3.4 Cuenca del río Pisco

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La tabla 2.3.4-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Pisco.

Tabla 2.3.4-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
LETRAYOC	13°40'	75°45'	640

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.4-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada.

Tabla 2.3.4-2 Caudal máximo/año en la estación LETRAYOC de la cuenca del río Pisco (m3/s)

Año	Caudal máx./año (m3/s)	Año	Caudal máx./año (m3/s)
1933	227.50	1971	194.45
1934	264.50	1972	509.87
1935	311.00	1973	293.62
1936	360.50	1974	194.68
1937	956.03	1975	141.88
1938	253.70	1976	237.62
1939	328.67	1977	231.26
1940	155.34	1978	80.33
1941	212.25	1979	213.13
1942	326.79	1980	91.23
1943	301.93	1981	252.00
1944	295.05	1982	274.00
1945	250.01	1983	273.00
1946	528.14	1984	485.65
1947	144.09	1985	200.50
1948	765.10	1986	355.00
1949	148.26	1987	146.20
1950	156.33	1988	369.50
1951	289.09	1989	272.50
1952	208.05	1990	49.38
1953	427.20	1991	325.00
1954	536.64	1992	47.75
1955	403.42	1993	118.00
1956	330.99	1994	312.50

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

1957	256.19	1995	354.37
1958	169.35	1996	190.00
1959	378.26	1997	150.00
1960	312.85	1998	800.00
1961	272.04	1999	355.00
1962	423.06	2000	215.00
1963	255.85	2001	240.00
1964	238.45	2002	300.00
1965	162.44	2003	176.25
1966	710.02	2004	215.00
1967	521.91	2005	137.50
1968	189.11	2006	350.00
1969	314.07	2007	250.00
1970	454.31	2008	300.00

2.3.5 Cuenca del río Yauca

(1) La tabla 2.3.5-1 presenta la ubicación de la estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Yauca.

Tabla 2.3.5-1 Estación de monitoreo de caudal en la cuenca del río Yauca

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
SAN FRANCISCO ALTO	15° 41´	74° 32´	48.00

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.5-2 presenta el caudal máximo anual en la estación arriba mencionada.

Tabla 2.3.5-2 Caudal máximo/año en la estación SAN FRANCISCO ALTO de la cuenca del río Yauca (m3/s)

Año	Caudal
1961	109.82
1962	58.93
1963	54.11
1964	15.77
1965	36.54
1966	26.49
1967	211.06
1968	68.51
1969	64.97
1970	36.65
1971	20.70
1972	151.38
1973	123.13
1974	31.96
1975	137.20
1976	41.82

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

1977	69.11
1978	4.51
1979	20.10
1980	15.72
1981	23.56
1982	26.72
1983	12.60
1984	52.20
1985	17.65
1986	30.54
1987	24.06
1988	32.30
1989	198.39
1990	11.12
1991	42.60
1992	0.67
1993	19.57
1994	60.41
1995	20.93
1996	17.50
1997	13.09
1998	45.65
1999	195.03
2000	62.64
2001	118.06
2002	39.77
2003	45.81
2004	33.46
2005	6.61
2006	78.54
2007	50.14
2008	42.28

2.3.6 Cuenca del río Majes-Camaná

(1) Estaciones de monitoreo de caudal

La tabla 2.3.6-1 presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Majes-Camaná.

Tabla 2.3.6-1 Estaciones de monitoreo de caudal en la cuenca del río Majes-Camaná

Estación	Latitud	Longitud	Altitud (s.n.m.)
Huatiapa	15°59'41.0" S	72°28'13.0" W	700
Puente Carretera Camaná	16°36'00.0" S	72°44'00.0"W	122

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

(2) Caudal diario máximo/año

La tabla 2.3.6-2 presenta el caudal máximo anual en las estaciones arriba mencionadas.

Tabla 2.3.6-2 Caudal máximo/año en las estaciones de la cuenca del río Majes-Camaná (m3/s)

Huatiapa		Puente Carretera Camaná	
Año	Caudal máx./año (m3/s)	Año	Caudal máx./año(m3/s)
1945	620.00	1961	301.10
1946	619.00	1962	399.87
1947	580.79	1963	340.16
1948	506.50	1971	340.72
1949	1012.80	1972	800.42
1950	458.33	1973	750.19
1951	687.32	1974	950.00
1952	592.50	1975	890.00
1953	980.00	1977	1200.00
1954	980.00	1978	2000.00
1955	2400.00	1979	150.70
1956	445.30	1980	89.00
1957	316.00	1981	530.00
1958	985.50	1982	300.00
1959	1400.00	1983	40.00
1960	600.00	1984	1300.00
1965	171.94	1986	600.00
1966	237.00		
1967	420.00		
1968	442.55		
1969	308.60		
1970	362.00		
1971	356.00		
1972	633.00		
1973	1040.00		
1974	902.00		
1975	748.00		
1976	514.00		
1977	592.00		
1978	1600.00		
1979	410.00		
1980	415.00		
1981	1000.00		
1982	345.00		
1983	23.20		
1984	1025.00		
1986	750.00		
2006	590.87		
2007	366.33		
2008	418.50		
2009	400.22		

Capítulo III Análisis de descarga

3.1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno calculado a partir de los datos del aforo

Seleccionados los puntos de referencia para el análisis de descarga en cada cuenca (estaciones de monitoreo de caudal), fueron procesados de manera estadística los valores monitoreados del caudal diario máximo/año en cada una de dichas estaciones y fueron calculados los caudales de inundaciones con periodos de retorno de 2 a 100 años. Los resultados del cálculo vienen en la tabla 3.1-1.

Para el cálculo estadístico hidrológico se empleó los siguientes modelos de distribución de probabilidades y fueron adoptados los valores del modelo de mejor adaptabilidad. Para más detalles véase el Anexo final del presente documento.

- Distribución Normal o Gaussiana
- Log - Normal con 3 parámetros
- Log - Normal con 2 parámetros
- Gamma con 2 ó 3 parámetros
- The log - Pearson III
- Gumbel
- Valores extremos generalizados

Tabla 3.1-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno en los puntos de referencia (m³/s)

Nombre del río/punto de referencia	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Chira Puente Sullana	888	1,726	2,281	2,983	3,503	4,019
Río Cañete Socsi	313	454	547	665	753	840
Río Chíncha Conta	179	378	536	763	951	1,156
Río Pisco Letrayoc	267	398	500	648	774	914
Río Yauca San Francisco Alto	41	81	116	171	219	273
Río Majes-Camaná Huatiapa	560	901	1,169	1,565	1,906	2,292

El valor máximo del aforo realizado en la estación Socsi del río Cañete fueron 900 m³/s en 1972 y la tabla anterior ha sido calculada según los caudales máximos anuales incluyendo dicho valor. Como se mencionará más tarde (véase la cláusula 3.3.2), el supuesto caudal máximo medible en esta estación serán alrededor de 900 m³/s, por lo que es muy probable que los caudales según el periodo de retorno indicados en la tabla anterior sean bastante menores de lo que son.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

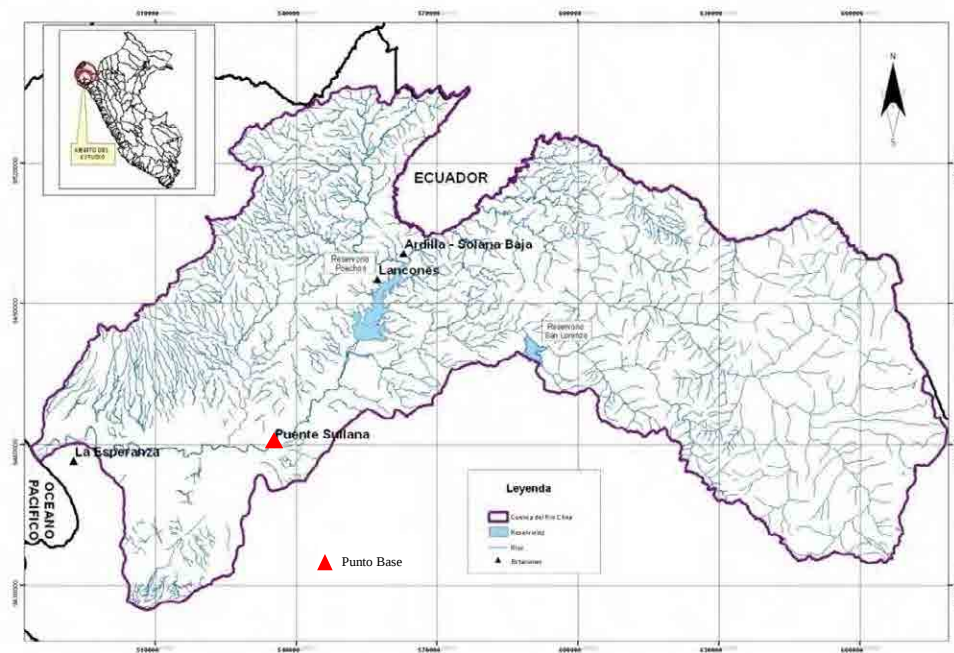


Figura-3.1-1 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Chira

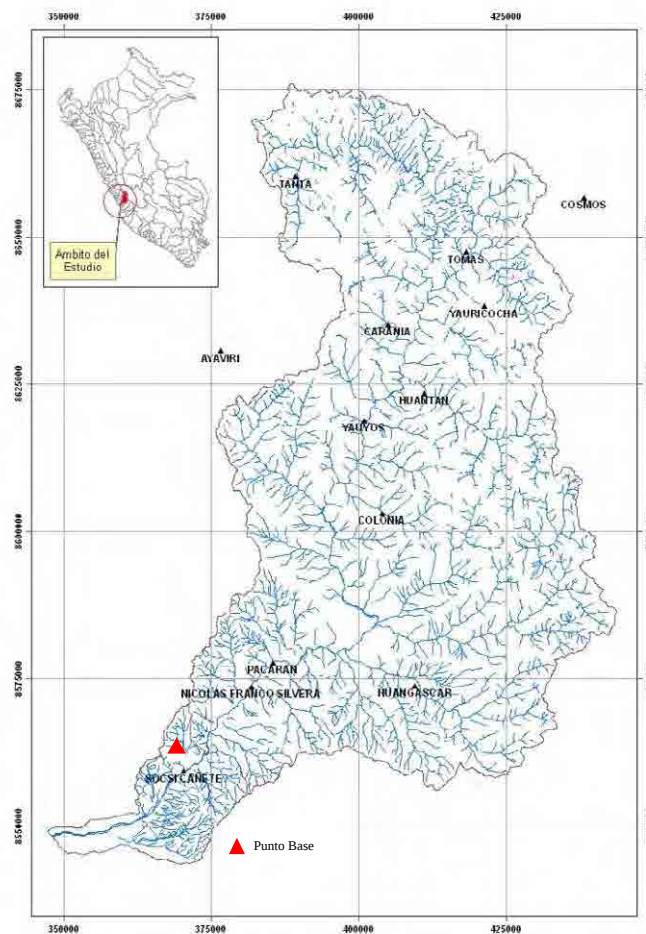


Figura-3.1-2 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Cañete

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

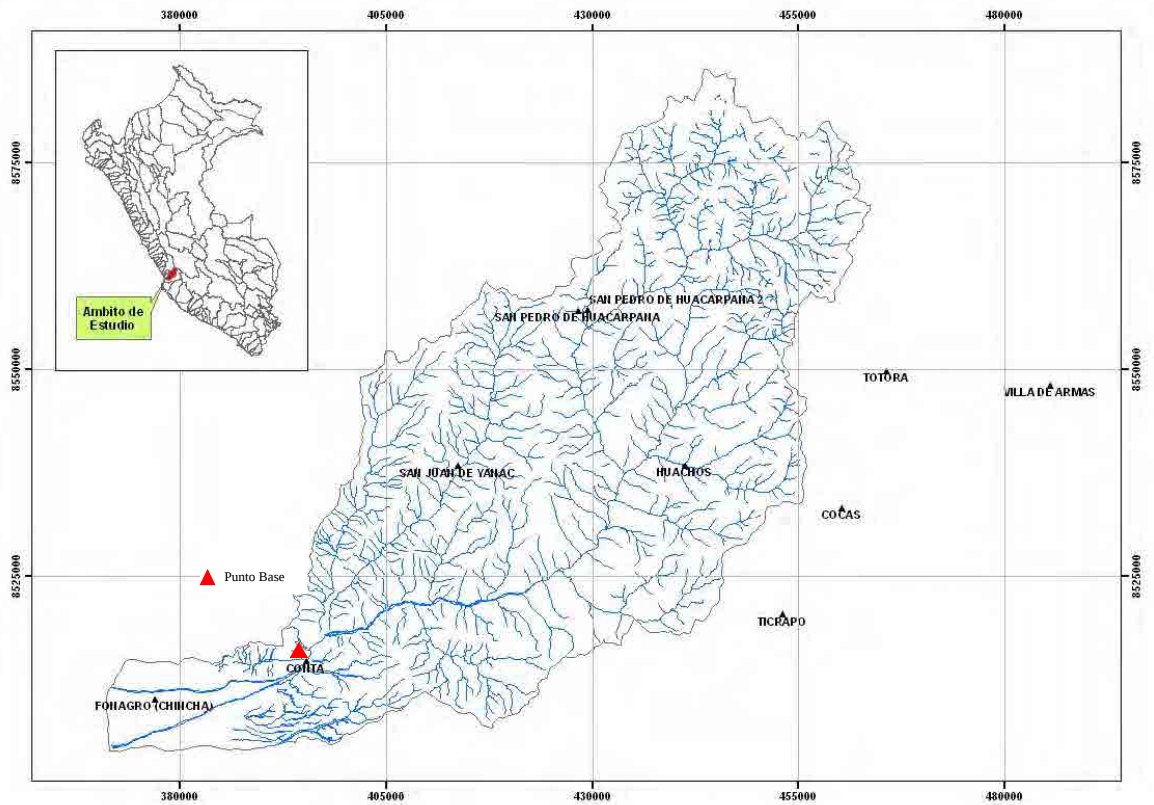


Figura-3.1-3 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Rio Chíncha

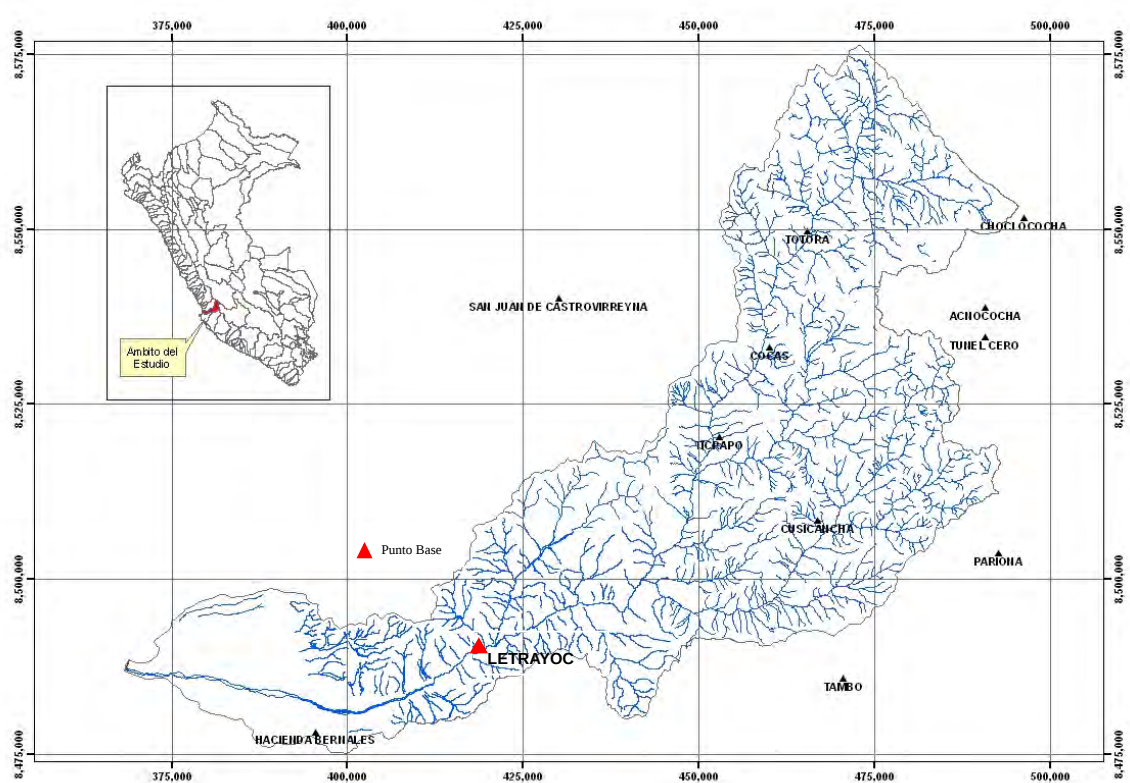


Figura-3.1-3 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Rio Pisco

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

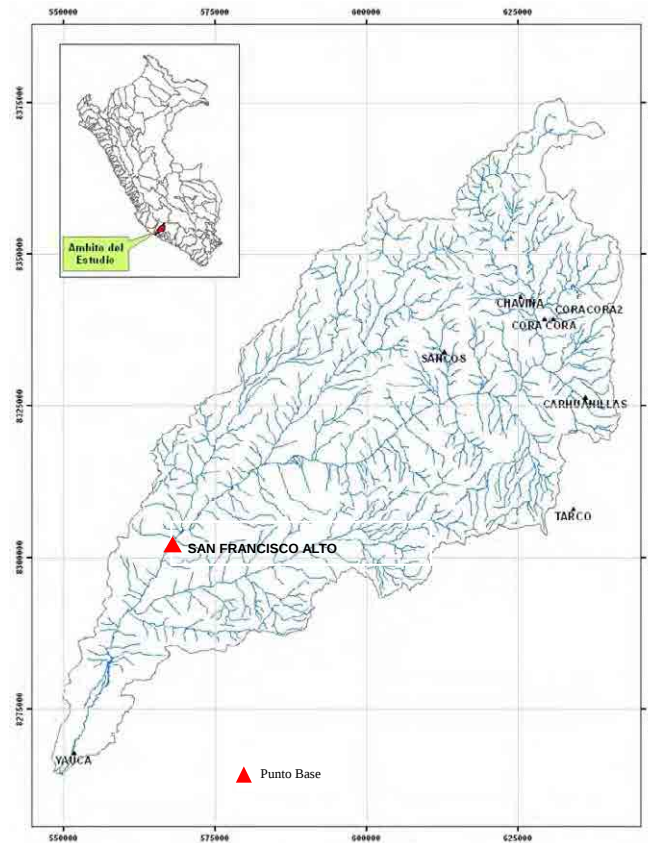


Figura-3.1-4 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Yauca

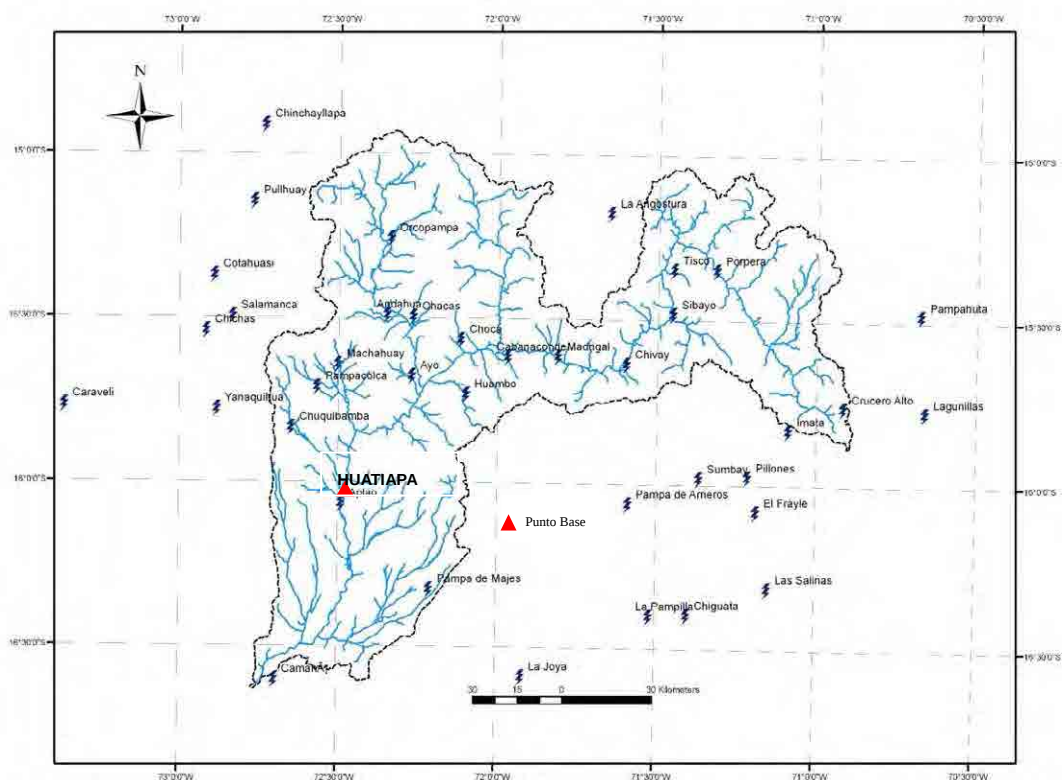


Figura-3.1-5 Ubicación de Estación Base en la cuenca del Río Majes-Camaná

3.2 Análisis de descarga basado en precipitaciones (Sistema HEC-HMS)

El monitoreo de caudal en las áreas objeto del estudio comprende solamente el caudal diario y los caudales según el periodo de retorno calculados en la cláusula anterior son caudales pico. Para llevar a cabo un análisis de descarga que se mencionará más tarde, se hará necesaria una distribución horaria de inundaciones (hidrograma de crecida). En esta cláusula se hará un análisis de descarga basado en datos del monitoreo pluvial.

Para el análisis de descarga se empleará el sistema HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) desarrollado por el Cuerpo de ingenieros del Ejército de EE.UU. Este sistema es un programa universal de análisis de descarga, utilizado en América del Norte y otros países del mundo, y es uno de los programas más populares en Perú.

3.2.1 Resumen del sistema HEC-HMS

El sistema HEC-HMS está diseñado de manera que permita simular la relación entre las precipitaciones y la descarga en un sistema de cuenca compuesta de numerosas sub-cuencas. Un modelo de cuenca puede componerse de numerosas sub-cuencas, canal fluvial, confluencias, puntos de afluencia, reservorios, etc.

Respecto a las pérdidas de infiltración se pueden aplicar los métodos de SCS curve number, Initial Constant, Exponential, Green Ampt, etc.

En cuanto al método de conversión de precipitaciones efectivas en el volumen de descarga, se puede aplicar el método de hidrograma unitario que incluye Clark, Snyder y SCS. Para la descarga del canal fluvial, se pueden adoptar varios métodos que incluyen el método Muskingum y el método Kinematic Wave. Además, al cálculo del caudal del fondo son aplicables varios métodos.

El análisis de precipitaciones comprende 6 métodos de análisis de datos pluviales y de composición de datos pluviales. Asimismo son aplicables a un sinnúmero de estaciones de monitores 4 métodos de distribución de precipitaciones incluyendo el método Thiessen.

Con el método de frecuencia de crecidas se pueden calcular inundaciones con un determinado periodo de retorno de excedencia. También es posible calcular una distribución horaria de precipitaciones con el uso de criterios de NRCS (Natural Resources Conservation Service Criteria) según el método de *SCS hypothetical storm*. Casi todos los parámetros incluidos en las sub-cuencas y el canal fluvial se pueden suponer automáticamente utilizando un triángulo de optimización. Están disponibles 6 funciones con distintas finalidades para optimizar el caudal calculado con relación al valor de aforo.

El procedimiento de la aplicación de dicho sistema al presente estudio se menciona a continuación. Siguiendo dicho procedimiento se describe el resumen del análisis de descarga tomando como ejemplo la cuenca del río Majes-Camaná. Para los detalles del análisis de descarga en cada cuenca, véase el anexo al final del documento.

- (1) Elaboración de un modelo de cuenca
- (2) Análisis de precipitaciones
 - 1) Cálculo de precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno en cada estación de monitoreo pluvial
 - 2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente del área objeto
 - 3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas
- (3) Cálculo de pérdidas de infiltración según el método SSC
 - 1) Determinación de valores iniciales del número de curva de cada cuenca
 - 2) Determinación de los números definitivos de curvas
 - 3) Verificación del modelo
- (4) Cálculo de caudal de inundaciones según el periodo de retorno e hidrograma de crecidas

3.2.2 Elaboración de un modelo de cuenca

(1) División de la cuenca

La cuenca del río Majes-Camaná ha sido dividida en 4 sub-cuencas de acuerdo con la similitud hidrológica. Como características de la cuenca, se han tenido en cuenta la topografía, distribución y topografía de los afluentes, vegetación, condiciones del suelo, entre otros. La Figura 3.2.2-1 presenta la división de la cuenca.



Figura-3.2.2-1 División de sub-cuencas de la cuenca del valle de Majes-Camaná

(2) Elaboración de un modelo de cuenca

Según el sistema HEC-HMS, se expresan las sub-cuencas (Sub Basin), canal fluvial (Reach) y puntos de confluencia (Junction) en forma de maqueta. Un modelo de toda la cuenca elaborado en base a dicha maqueta se presenta en la Figura 3.2.2-2.

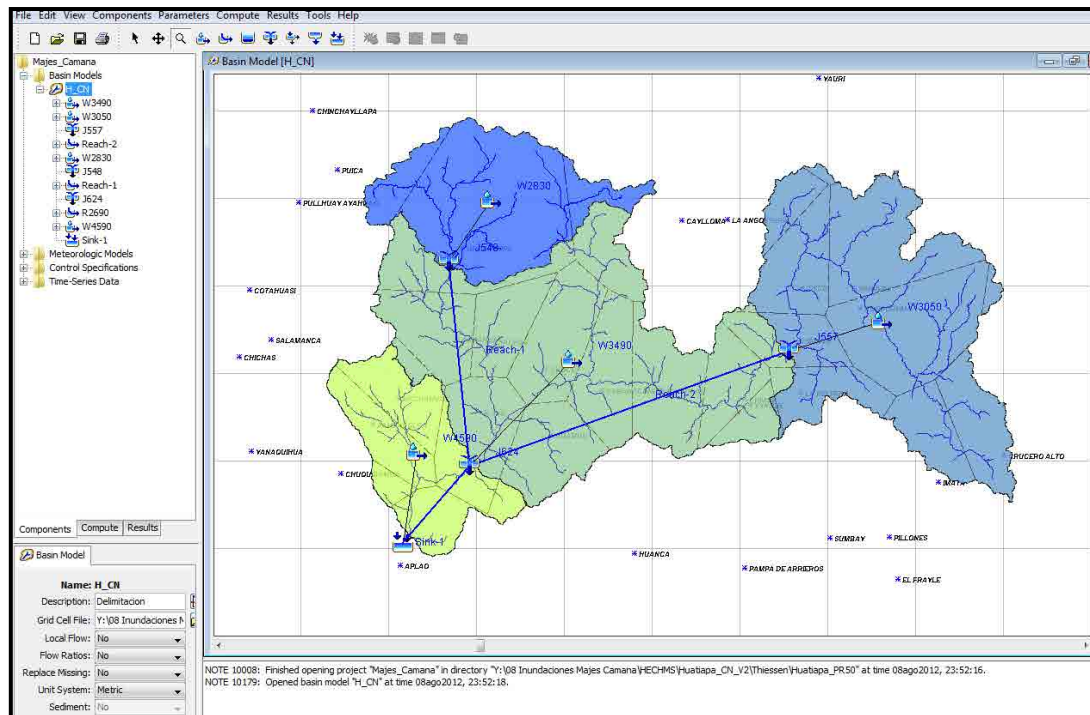


Figura 3.2.2-2 Modelo HEC-HMS de la cuenca del río Majes-Camaná

3.2.3 Análisis de precipitaciones

(1) Cálculo de precipitaciones con un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial

La tabla 3.2.3-1 presenta las precipitaciones un periodo de retorno de 24 horas en cada estación de monitoreo pluvial, calculadas de los valores medidos de precipitaciones de 24 horas máximas/año, luego de procesados de forma estadística.

De acuerdo con la tabla, las isoyetas de las precipitaciones de 24 horas con un periodo de retorno de 50 años se presentan en la Figura 3.2.3-1.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

**Tabla 3.2.3-1 Precipitación probabilística máxima en 24 horas de cada estación pluviométrica para cada periodo
de retorno (m3/s)**

Station	Coordinates			Precipitation for T (years)						
	Latitude	Longitude	Altitude (masl)	2	5	10	25	50	100	200
Andahua	15° 29'37	72° 20'57	3538	24.30	31.33	34.83	38.29	40.33	42.02	43.43
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	625	1.71	5.03	7.26	9.51	10.71	11.56	12.14
Ayo	15° 40'45	72° 16'13	1950	10.28	16.43	20.51	25.66	29.48	33.27	37.05
Cabanaconde	15° 37'7	71° 58'7	3369	26.58	37.88	45.89	56.58	64.95	73.67	82.79
Camaná	16° 36'24	72° 41'49	29	3.18	7.16	9.79	13.11	15.58	18.03	20.46
Caravelí	15° 46'17	73° 21'42	1757	7.67	16.07	22.60	31.46	38.30	45.21	52.15
Chachas	15° 29'56	72° 16'2	3130	22.21	28.60	32.08	35.83	38.24	40.37	42.30
Chichas	15° 32'41	72° 54'59.7	2120	16.28	23.47	27.01	30.37	32.23	33.67	34.80
Chiguata	16° 24'1	71° 24'1	2945	18.88	29.98	37.33	46.40	52.94	59.27	65.42
Chinchayllapa	14° 55'1	72° 44'1	4514	23.12	31.21	36.57	43.34	48.37	53.35	58.32
Chivay	15° 38'17	71° 35'49	3663	24.50	32.74	38.20	45.09	50.21	55.29	60.35
Choco	15° 34'1	72° 07'1	3160	16.10	22.92	27.45	33.16	37.39	41.60	45.79
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2839	21.65	36.96	47.09	59.89	69.39	78.82	88.21
Cotahuasi	15° 22'29	72° 53'28	5086	21.20	29.97	35.78	43.12	48.56	53.96	59.35
Crucero Alto	15° 46'1	70° 55'1	4486	25.33	31.66	35.20	39.10	41.67	44.02	46.17
El Frayle	16° 05'5	71° 11'14	4110	22.33	29.95	35.43	42.89	48.83	55.12	61.82
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500	22.87	30.14	34.96	41.05	45.57	50.05	54.52
Imata	15° 50'12	71° 05'16	4451	28.35	37.09	42.87	50.18	55.60	60.98	66.34
La Angostura	15° 10'47	71° 38'58	4260	35.90	45.89	53.22	63.31	71.46	80.18	89.57
La Joya	16°35'33	71°55'9	1279	1.22	4.74	7.89	11.93	14.65	16.98	18.92
La Pampilla	16° 24'12.2	71° 31'6	2388	12.65	21.64	27.66	35.01	40.23	45.20	49.94
Lagunillas	15° 46'46	70° 39'38	4385	28.55	34.30	37.75	41.81	44.67	47.40	50.05
Las Salinas	16° 19'5	71° 08'54	3369	18.05	25.72	30.80	37.22	41.98	46.70	51.41
Machahuay	15° 38'43	72° 30'8	3000	21.06	29.80	34.71	40.03	43.45	46.46	49.14
Madrigal	15° 36'59.7	71° 48'42	3238	23.63	30.07	33.66	37.59	40.17	42.50	44.63
Ocopampa	15° 15'39	72° 20'20	3805	21.51	29.58	36.83	48.66	59.81	73.37	89.92
Pampa de Arrieros	16° 03'48	71° 35'21	3720	18.86	32.08	40.82	51.88	60.07	68.21	76.32
Pampa de Majes	16° 19'40	72° 12'39	1442	2.07	6.68	10.56	15.55	18.98	22.04	24.69
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2895	21.13	29.11	34.40	41.08	46.04	50.95	55.86
Pampahuta	15° 29'1	70° 40'33.3	4317	34.18	39.66	42.87	46.58	49.14	51.57	53.89
Pillones	15° 58'44	71° 12'49	4428	24.00	32.95	38.88	46.36	51.92	57.43	62.92
Porpera	15° 21'1	71° 19'1	4142	27.40	40.61	49.37	60.42	68.63	76.77	84.88
Pullhuay	15° 09'1	72° 46'1	3098	24.47	32.43	37.63	44.15	48.97	53.77	58.60
Salamanca	15° 30'1	72° 50'1	3153	19.86	26.64	31.13	36.81	41.02	45.20	49.36
Sibayo	15° 29'8	71° 27'11	3839	31.25	38.61	42.98	48.06	51.59	54.93	58.13
Sumbay	15° 59'1	71° 22'1	4300	25.43	35.57	43.10	53.56	62.08	71.26	81.17
Tisco	15° 21'1	71° 27'1	4198	33.41	42.74	51.24	65.12	78.15	93.95	113.15
Yanaquihua	15° 46'59.8	72° 52'57	2834	20.70	35.78	45.76	58.38	67.74	77.03	86.29

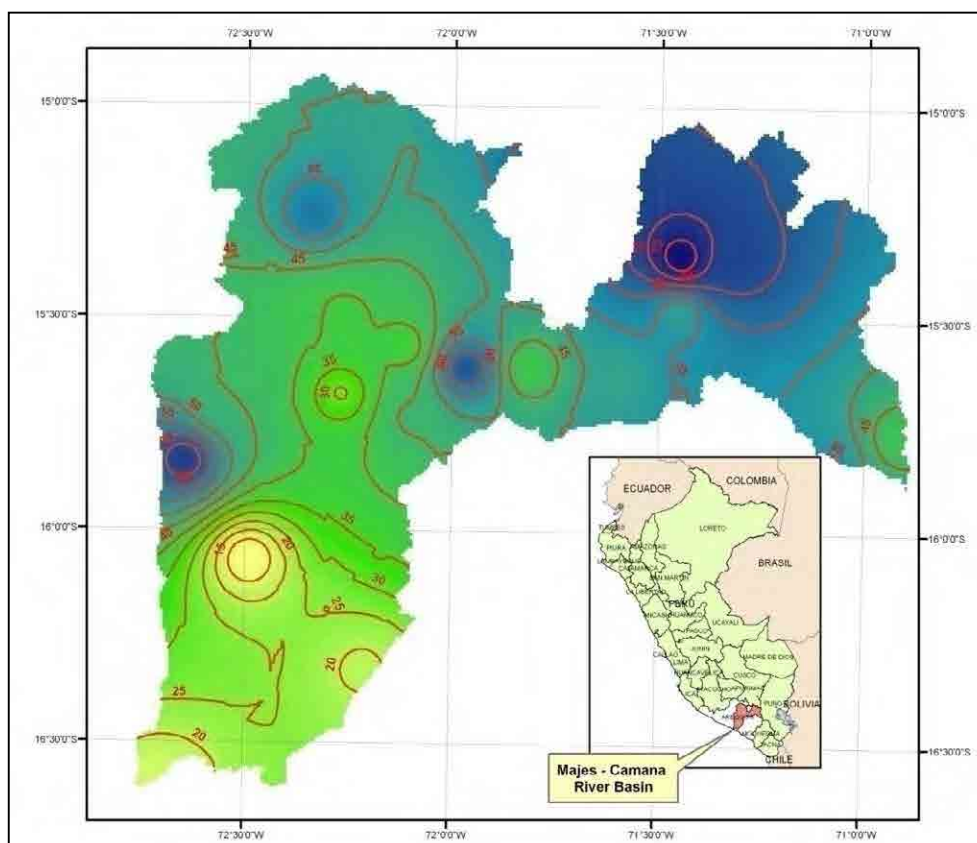


Figura 3.2.3-1 Isoyetas para 50 años de retorno en base a precipitaciones máximas en 24 horas (Majes-Camaná)

(2) Cálculo de precipitaciones de 24 horas en cada cuenca componente

En base a las precipitaciones máximas de 24 horas y utilizando el método de los Polígonos de Thiessen se calcularon las precipitaciones correspondientes a cada subcuenca. La figura 3.2.3-2 muestra los Polígonos de Thiessen y distribución de estaciones pluviométricas.

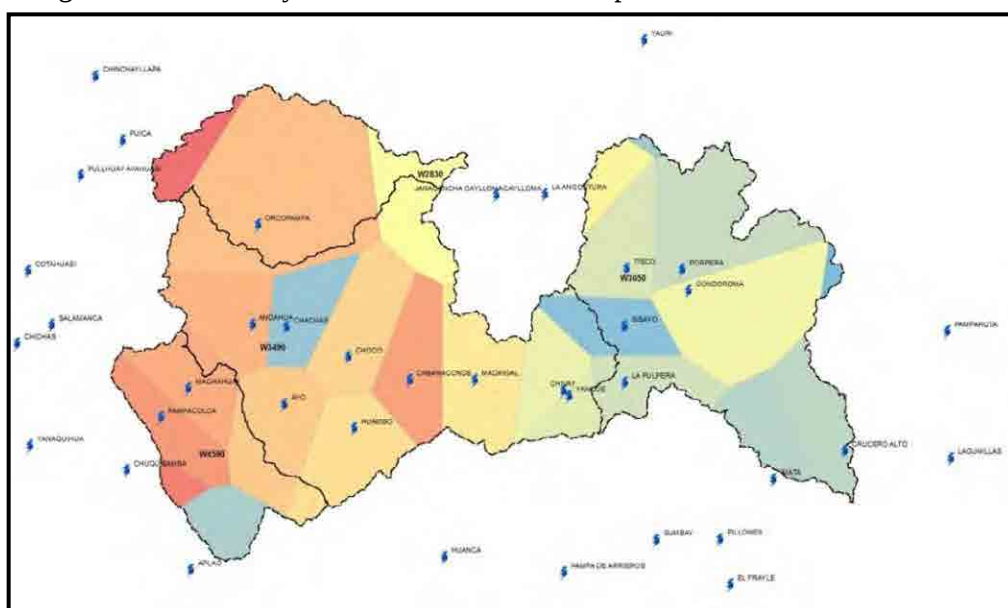


Figura 3.2.3-2 Polígonos de Thiessen y distribución de estaciones pluviométricas

Generalmente se requiere determinar para cada sub-cuenca las precipitaciones probabilísticas a partir de los valores de precipitación máxima para cada año calculado en base a la precipitación promedio. Sin embargo, dado que la información de las precipitaciones es incompleta, se dificulta el cálculo de la precipitación promedio, por esta razón no hubo otra opción que utilizar las precipitaciones probabilísticas promedio de cada sub-cuenca calculados a partir de la información de precipitaciones probabilística de cada una de las estaciones pluviométricas. Los resultados de este cálculo se presenta en la tabla 3.2.3-2. Para las otras cuencas se ha utilizado la misma metodología.

Tabla 3.2.3-2 Precipitación probabilística para cada sub-cuenca calculados a partir de precipitaciones probabilísticas con precipitaciones máximas en 24 horas. (Majes-Camaná)

Sub-Cuenca	Precipitación areal promedio (mm.)				
	T5	T10	T25	T50	T100
W2830	29.60	36.80	48.68	59.96	73.45
W3050	38.20	46.10	55.14	62.47	70.23
W3490	29.25	34.14	40.63	45.15	50.03
W4590	23.05	27.70	33.23	36.98	40.77

(3) Determinación de curva de precipitaciones de 24 horas

Dado que las estaciones de monitoreo pluvial en la cuenca prácticamente no cuentan con datos de precipitaciones horarias, nos vemos obligados a suponer curvas de precipitaciones horarias a partir de precipitaciones de 24 horas.

A las curvas de precipitaciones de 24 horas se aplica SCS (Soil Conservation Service) Hypothetical storm, de uso común en HEC-HMS. Este método fue conducido según los resultados del análisis de precipitaciones en EE.UU. y representa las precipitaciones de 24 horas en forma adimensional en 4 tipos de curvas de precipitaciones horarias, indicadas en la tabla 3.2.3-3 y la Figura 3.2.3-3. Distribución de las precipitaciones de 24 horas se presenta en la Figura 3.2.3-4 con un intervalo del tiempo establecido según las curvas de precipitaciones acumuladas de cada tipo. La Figura 3.2.3-5 indica el alcance de la aplicación de cada tipo de precipitaciones en EE.UU. y se recomienda aplicar el tipo II en mayor parte de EE.UU. En HEC-HMS, se establece que son suficientes las 24 horas como tiempo continuo en casi todas las cuencas.

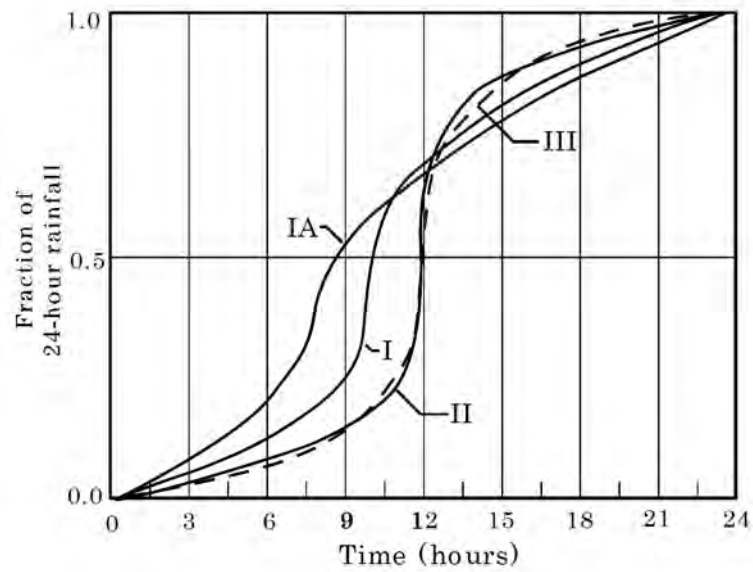
En las áreas objeto del estudio, debido a que prácticamente no se dispone con datos de precipitaciones horarias, es difícil determinar el tipo de la curva de precipitaciones de 24 horas, pero en la práctica en Perú se determinan los tipos basándose en los datos de escasos estudios existentes. La empresa minera Miplo, luego de analizados los datos de la estación de monitoreo Chavin ubicada en la ladera occidental (cuenca del río Cañete y altiplano de Chíncha de la cuenca del río Pisco) de Perú, determinó que la distribución de las precipitaciones de 24 horas en dichas zonas se

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

asimila a la del tipo II. El patrón de precipitaciones de dicho tipo representa el patrón de precipitaciones de la zona costera y la zona sur de Perú. Asimismo, analizando las precipitaciones en el momento de la ocurrencia del fenómeno de El Niño, registradas en la estación El Tigre ubicada en el norte, determinó que la distribución de precipitaciones en esta zona parece al tipo I y el tipo IA. Sobre la base de estos resultados, el presente estudio adoptó el tipo II para las 4 cuencas de los ríos Cañete, Chincha, Pisco, y Yauca; el tipo I para la cuenca del río Chira, y el Tipo IA según los datos de las precipitaciones horarias de la estación de Chivay para la cuenca del río Majes-Camaná.

Tabla 3.2.3-3 Curvas de precipitaciones acumuladas de 24 horas según SCS Hypothetical Storm

Time (hr)	t/24	24 hr precipitation temporal distribution			
		Type I	Type IA	Type II	Type III
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.00	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.00	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.00	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.00	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.00	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.50	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.00	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.50	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.00	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.50	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.00	0.458	0.624	0.624	0.235	0.250
11.50	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.490	0.669	0.655	0.357	0.339
12.00	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500
12.50	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.00	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.50	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.00	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.00	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.00	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.00	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds(TR-55) Appendix B

Figura 3.2.3-3 Distribución de curvas de precipitaciones de 24 horas

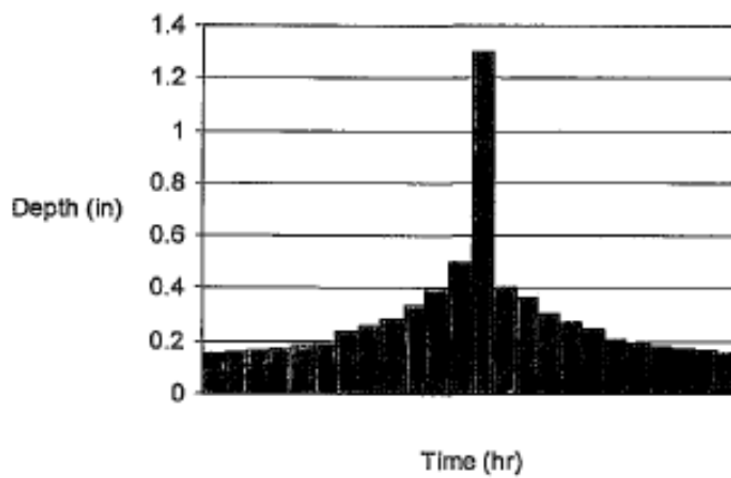
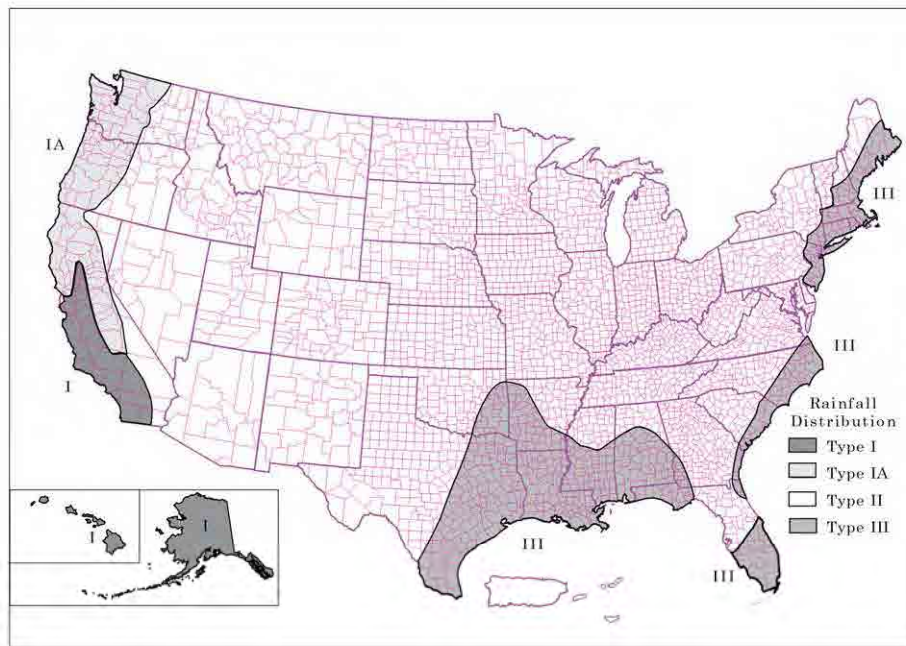


Figura 3.2.3-4 Distribución de precipitaciones de 24 horas



Fuente: Urban water hydrology for small watersheds(TR-55) Appendix B

Figura 3.2.3-5 Tipo de curvas de precipitaciones de 24 horas y las áreas de aplicación

3.2.4 Cálculo de precipitaciones efectivas según el método SSC

(1) Fórmula básica

SSC Curve Number (CN) Loss Model es un método para suponer precipitaciones efectivas como función de las precipitaciones acumuladas, características del suelo de la cuenca, uso del suelo, pérdidas iniciales, etc. según la siguiente fórmula.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Donde, P_e : precipitaciones efectivas a la hora t ,

P : precipitaciones acumuladas a la hora t ,

I_a : Pérdidas iniciales

S : Máximo depósito acumulable

Suponiendo $I_a = 0.2S$, se da

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

La relación de CN que indica las características de S y la cuenca es la siguiente;

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Al calcular la relación entre P_e y P suponiendo CN, se da lo indicado en la Figura 3.2.4-1.

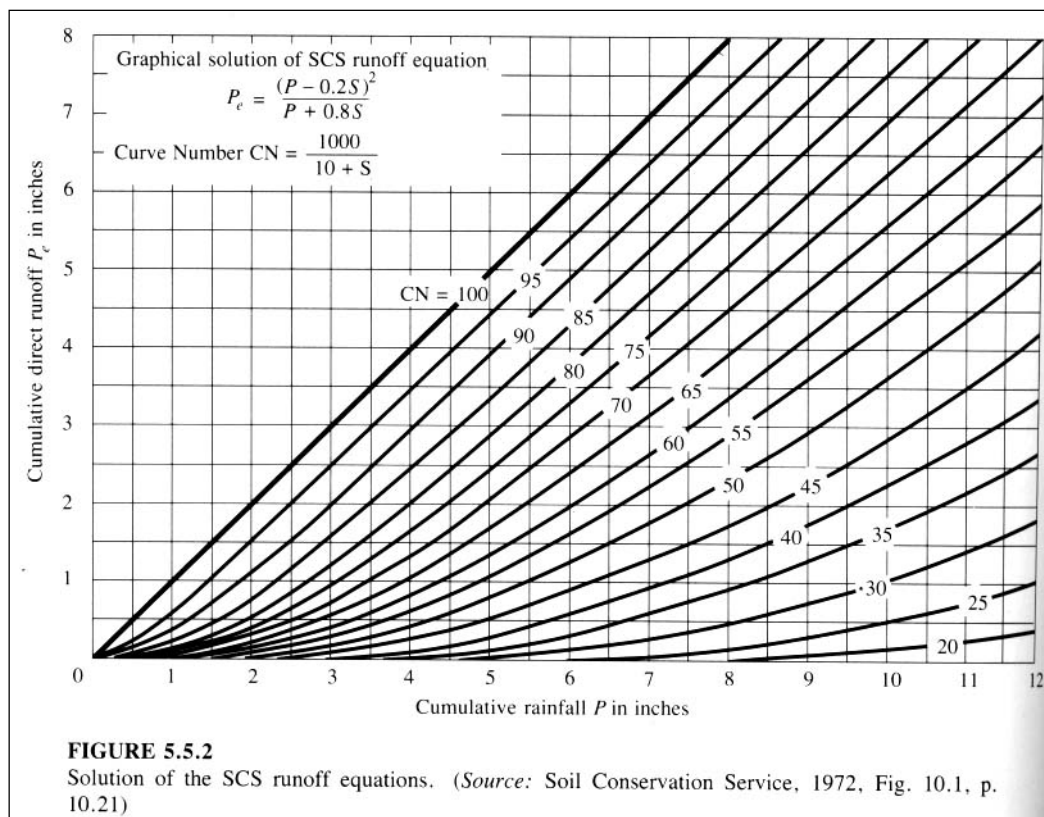


Figura 3.2.4-1 Relación entre los números de curva (Curve Number: CN), precipitaciones acumuladas P y precipitaciones efectivas P_e

(2) Determinación de los números de curva de cada cuenca componente

De acuerdo con el uso y las condiciones del suelo de cada cuenca componente, se establecieron los valores de CN. Los valores seleccionados para la cuenca del río Majes-Camaná se indican en la Figura 3.2.4-2 y en la tabla 3.2.4-1.

ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA

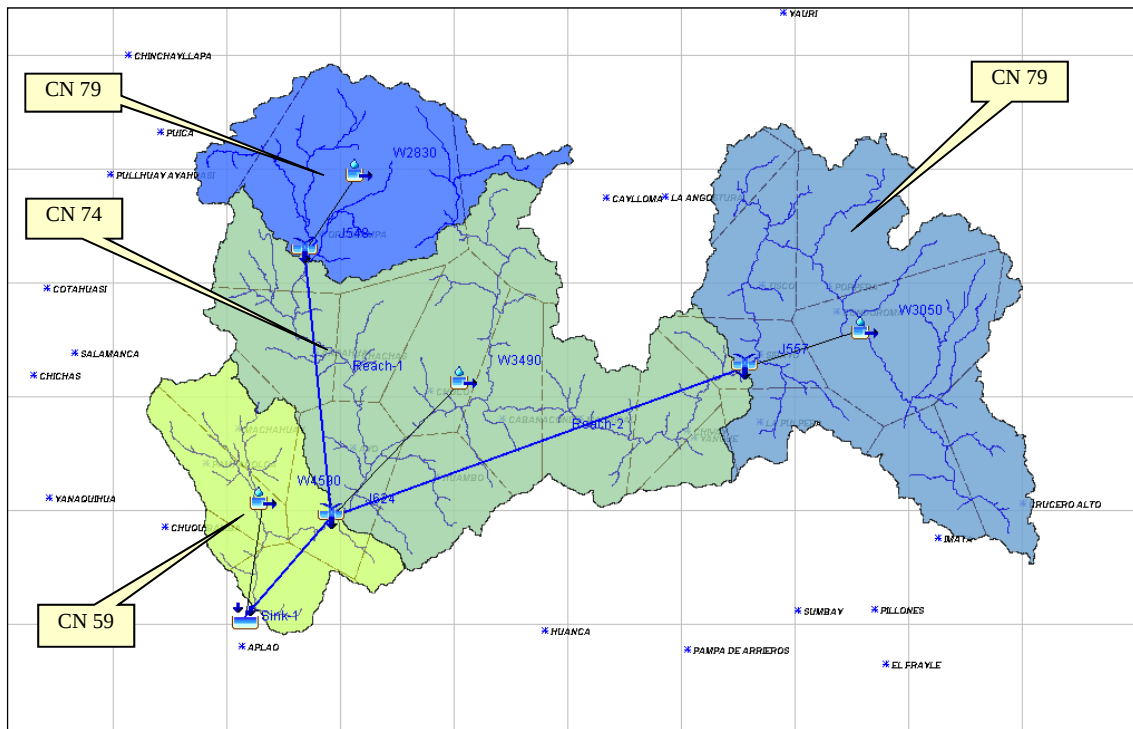


Figura 3.2.4-2 Valores de CN seleccionados para la cuenca del río Majes-Camaná

Tabla 3.2.4-1 Valores utilizados de CN

Cuenca	Condiciones de la cuenca	CN definitivo
Cuenca alta - Colca	Zona árida con escasa vegetación	79
Cuenca media - Colca	Pasto, arbusto, árboles bajos	74
Cuenca alta - Andahua	Zona árida con escasa vegetación	79
Cuenca baja - Majes	Desierto, zona híper árida	59

Tabla 3.2.4-2(1) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (1/3)

TABLE 5.5.2				
Runoff curve numbers for selected agricultural, suburban, and urban land uses (antecedent moisture condition II, $I_a = 0.2S$)				
Land Use Description	Hydrologic Soil Group			
	A	B	C	D
Cultivated land ¹ : without conservation treatment	72	81	88	91
with conservation treatment	62	71	78	81
Pasture or range land: poor condition	68	79	86	89
good condition	39	61	74	80
Meadow: good condition	30	58	71	78
Wood or forest land: thin stand, poor cover, no mulch	45	66	77	83
good cover ²	25	55	70	77
Open Spaces, lawns, parks, golf courses, cemeteries, etc.				
good condition: grass cover on 75% or more of the area	39	61	74	80
fair condition: grass cover on 50% to 75% of the area	49	69	79	84
Commercial and business areas (85% impervious)	89	92	94	95
Industrial districts (72% impervious)	81	88	91	93
Residential ³ :				
Average lot size Average % impervious ⁴				
1/8 acre or less 65	77	85	90	92
1/4 acre 38	61	75	83	87
1/3 acre 30	57	72	81	86
1/2 acre 25	54	70	80	85
1 acre 20	51	68	79	84
Paved parking lots, roofs, driveways, etc. ⁵	98	98	98	98
Streets and roads:				
paved with curbs and storm sewers ⁵	98	98	98	98
gravel	76	85	89	91
dirt	72	82	87	89

¹For a more detailed description of agricultural land use curve numbers, refer to Soil Conservation Service, 1972, Chap. 9

²Good cover is protected from grazing and litter and brush cover soil.

³Curve numbers are computed assuming the runoff from the house and driveway is directed towards the street with a minimum of roof water directed to lawns where additional infiltration could occur.

⁴The remaining pervious areas (lawn) are considered to be in good pasture condition for these curve numbers.

⁵In some warmer climates of the country a curve number of 95 may be used.

ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA

Tabla 3.2.4-3(2) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (2/3)

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (Continued)					
<i>c. Other agricultural areas</i>					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition	A	B	C	D
Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing*	Poor	68	79	86	89
	Fair	49	69	79	84
	Good	39	61	74	80
Meadow—continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay	—	30	58	71	78
Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element†	Poor	48	67	77	83
	Fair	35	56	70	77
	Good	30	48	65	73
Woods-grass combination (orchard or tree farm)‡	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Woods§	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	30	55	70	77
Farmsteads—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots	—	59	74	82	86
* Poor: <50% ground cover or heavily grazed with no mulch. Fair: 50 to 75% ground cover and not heavily grazed. Good: >75% ground cover and lightly or only occasionally grazed. † Poor: <50% ground cover. Fair: 50 to 75% ground cover. Good: >75% ground cover. ‡ CNs shown were computed for areas with 50% woods and 50% grass (pasture) cover. Other combinations of conditions may be computed from the CNs for woods and pasture. § Poor: Forest litter, small trees, and brush are destroyed by heavy grazing or regular burning. Fair: Woods are grazed but not burned, and some forest litter covers the soil. Good: Woods are protected from grazing, and litter and brush adequately cover the soil. Source: Ref. 105.					
<i>d. Arid and semiarid range areas</i>					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds, and low-growing brush, with brush the minor element	Poor	80	87	93	
	Fair	71	81	89	
	Good	62	74	85	
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	Poor	66	74	79	
	Fair	48	57	63	
	Good	30	41	48	
Piñon-juniper—piñon, juniper, or both: grass understory	Poor	75	85	89	
	Fair	58	73	80	
	Good	41	61	71	
Sagebrush with grass understory	Poor	67	80	85	
	Fair	51	63	70	
	Good	35	47	55	

Tabla 3.2.4-4(3) CN conforme al uso y las condiciones del suelo (3/3)

TABLE 5.5.1 SCS Runoff Curve Numbers (<i>Continued</i>)					
<i>d. Arid and semiarid range areas</i>					
Cover description		Curve numbers for hydrologic soil group			
Cover type	Hydrologic condition*	A†	B	C	D
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84
* <i>Poor</i> : <30% ground cover (litter, grass, and brush overstory). <i>Fair</i> : 30 to 70% ground cover. <i>Good</i> : >70% ground cover. † Curve numbers for group A have been developed only for desert shrub. <i>Source</i> : Ref. 105.					

Fuente: Maidment (1993)

Nota: Grupo de suelo hidrológico

El suelo del grupo A tiene un bajo potencial de escorrentía y una alta tasa de infiltración aun cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de profundidad arena o grava bien drenada y tiene alta tasa de transmisión de agua (más de 0.30 in/h).

El suelo del grupo B tiene una tasa moderada de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de profunda o medianamente profunda arena bien drenada con una textura moderadamente fina o gruesa. Este suelo tiene una tasa moderada de transmisión de agua (entre 0.15 y 0.30 in/h).

El suelo del grupo C tiene una tasa baja de infiltración cuando esté completamente húmedo y está compuesto principalmente de una capa de tierra que impide el movimiento de agua y tierra hacia abajo con una textura fina o moderadamente fina. Este suelo tiene una tasa baja de transmisión de agua (entre 0.05 y 0.15 in/h).

El suelo del grupo D tiene un alto potencial de escorrentía y muy baja tasa de infiltración cuando esté completamente húmedo. Está compuesto principalmente de tierra arcillosa con un alto potencial de inflamación, tierra con una capa freática permanentemente alta, tierra con una capa de arcilla compacta o una capa de arcilla cerca o en la superficie y tierra poco profunda sobre materiales impermeables cercanos. Este suelo tiene muy baja tasa de transmisión de agua (entre 0 y 0.05 in/h).

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

[Ejemplo de estudio de investigación anterior donde se utiliza el HEC-HMS para el análisis de
descarga para cuencas costeras y sus respectivos valores de CN utilizados]

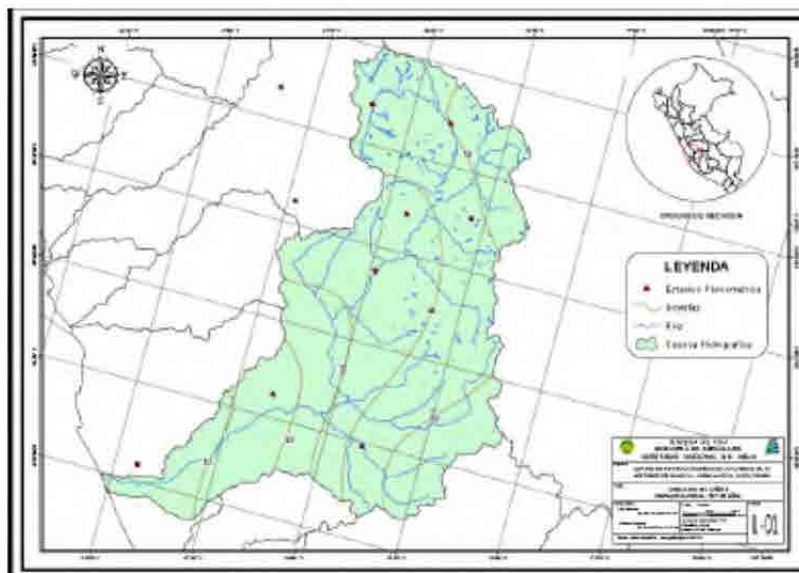


MINISTERIO DE AGRICULTURA

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

**DIRECCIÓN DE CONSERVACIÓN Y PLANEAMIENTO
DE RECURSOS HÍDRICOS**

**ESTUDIO DE MÁXIMAS AVENIDAS EN LAS CUENCAS DE LA ZONA CENTRO
DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO
INFORME FINAL**



Ing. Mg.Sc. Ricardo Apaclla Nalvarte

Lima, Diciembre del 2010

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

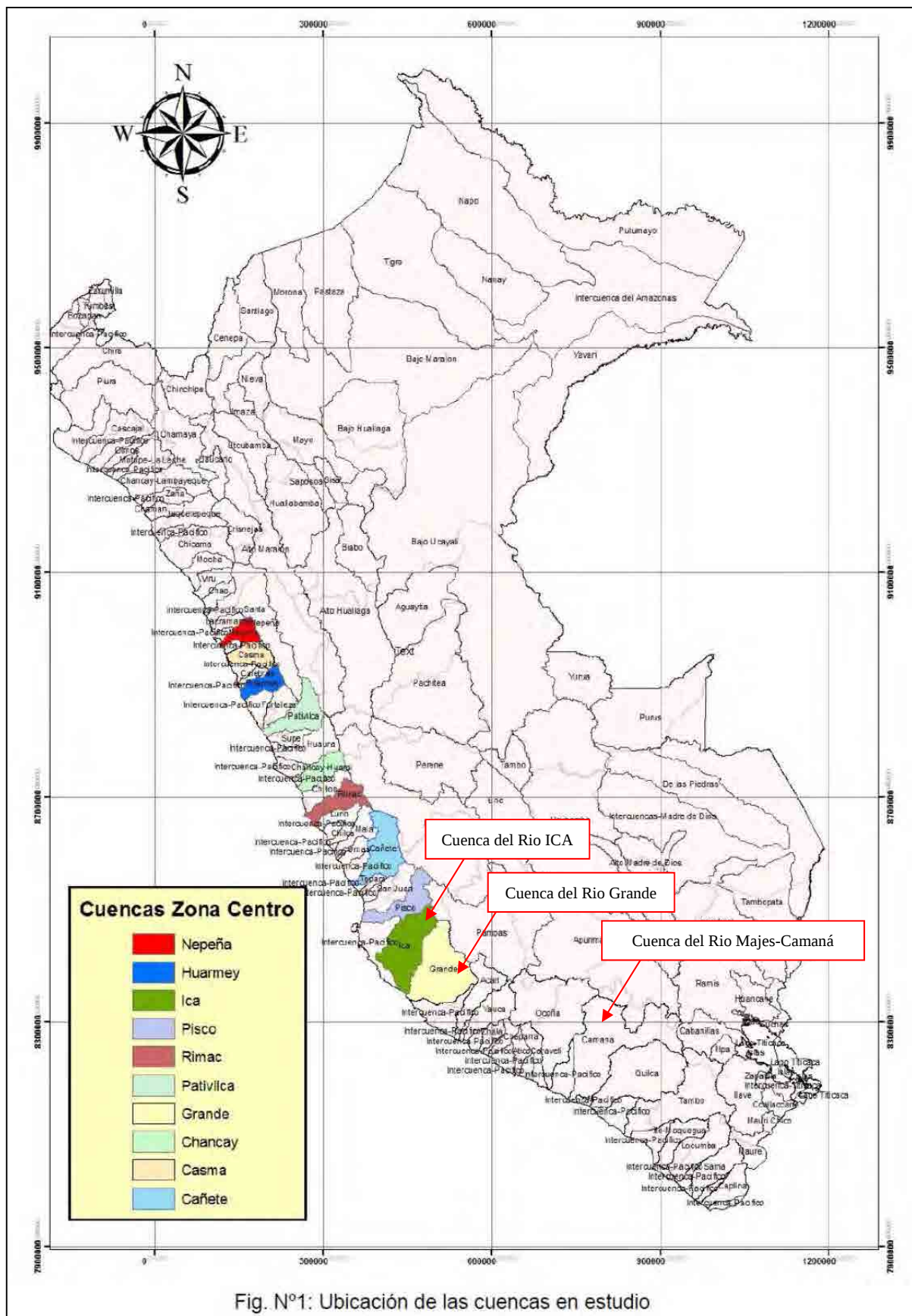


Figura 3.2.4-3 Ubicación de las cuencas cercanas

Tabla 3.2.4-5 CN para la cuenca del valle del Río Ica

Cuadro N°35: Características de las subcuencas.-Río Ica						
Dren	Nombre	Río	Area (Km ²)	RivLen (m)	River S (m/m)	CN
112	W1120	R40	474,88	35171,64	0,044382	85
113	W1130	R20	842,51	2583,67	0,043736	85
124	W1240	R260	908,17	7498,26	0,067749	78
134	W1340	R440	1018,90	28218,07	0,042845	72
177	W1770	R560	750,36	8107,34	0,008881	74
178	W1780	R710	965,16	6776,21	0,009445	76
179	W1790	R970	595,95	12454,52	0,002168	79
220	W2200	R670	1697,10	10137,58	0,064611	76
190	W1900	R750	459,60	5833,19	0,010629	75
198	W1980	R980	119,35	15376,46	0,011511	73
201	W2010	R1030	289,45	5874,87	0,032511	79

Tabla 3.2.4-6 CN para la cuenca del valle del Río Grande

Cuadro N°36: Características de las subcuencas.-Río Grande						
Dren	Nombre	Río	Area (Km ²)	RivLen (m)	River S (m/m)	CN
149	W1490	R20	927,91	5747,12	0,031668	80
170	W1700	R530	948,76	1241,53	0,109542	76
179	W1790	R320	947,40	2232,24	0,147833	80
187	W1870	R250	566,49	9459,92	0,098098	77
197	W1970	R550	855,11	6760,31	0,086978	78
204	W2040	R620	1051,50	5935,73	0,061324	80
210	W2100	R690	145,92	3653,87	0,024631	80
213	W2130	R740	810,28	3536,00	0,071267	79
215	W2150	R720	660,50	5948,33	0,018156	80
216	W2160	R760	73,08	8468,42	0,005314	78
220	W2200	R770	29,61	4812,62	0,004571	79
225	W2250	R830	378,12	14997,89	0,014002	75
226	W2260	R780	1158,10	774,97	0,006452	81
247	W2470	R1090	707,13	10774,12	0,080749	78
248	W2480	R910	777,04	13762,14	0,023398	75
268	W2680	R1320	455,98	1577,07	0,019023	79
277	W2770	R1260	617,04	7087,90	0,012133	77

3.2.5 Cálculo de caudal de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno

Conforme a los resultados del análisis antes mencionado, fueron calculados los caudales de inundaciones e hidrograma de crecidas según el periodo de retorno con HEC-HMS. Para la descarga de canal fluvial se adoptó el método Kinematic Wave.

Los resultados del cálculo vienen en las tablas 3.2.5-1 y 3.2.5-2 y las Figura de 3.2.5-1 a 3.2.5-6.

En la tabla 3.2.5-3 se presenta la comparación entre el caudal máximo histórico y el calculado por el análisis de descargas para un periodo de retorno de 50 años. Se puede apreciar que los valores concuerdan entre sí, salvo el caso de la cuenca del Río Cañete. Para el caso de la cuenca de Cañete, como se explica más adelante (3.3.2) existe un problema con la precisión de los datos de la estación de medición.

Estos resultados del cálculo serán empleados para analizar la capacidad de descarga, crecidas y obras de medidas contra inundaciones en el presente estudio.

Tabla 3.2.5-1 Caudal de inundaciones según el periodo de retorno

(m³/s)

Río	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Río Chira Puente Sullana	890	1,727	2,276	2,995	3,540	4,058
Río Cañete Socsi	331	408	822	1,496	2,175	2,751
Río Chinch Conta	203	472	580	807	917	1,171
Río Pisco Letrayoc	213	287	451	688	855	962
Río Yauca San Francisco Alto	24	37	90	167	263	400
Río Majes-Camaná Huatiapa	360	638	1,007	1,566	2,084	2,703

Tabla 3.2.5-2 Caudal específico de inundaciones seganalizrán empleados para

(m³/s/km²)

Río	2años	5años	10años	25años	50años	100años	Área Km2
Río Chira Puente Sullana	0.066	0.129	0.170	0.224	0.264	0.303	13,390
Río Cañete Socsi	0.058	0.072	0.145	0.264	0.383	0.485	5,676
Río Chinch Conta	0.068	0.158	0.195	0.271	0.308	0.393	2,981
Río Pisco Letrayoc	0.069	0.093	0.147	0.224	0.279	0.313	3,070
Río Yauca San Francisco Alto	0.008	0.012	0.028	0.052	0.082	0.125	3,198
Río Majes-Camaná Huatiapa	0.024	0.050	0.078	0.122	0.162	0.210	12,854

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

* El Área corresponde a la superficie de la cuenca alta del punto de referencia.

* El río Chira comprende también el área de la cuenca alta correspondiente a Ecuador.

Tabla 3.2.5-3 Comparación entre el caudal máximo histórico y el caudal pico para 50 años de retorno

Cuenca/Punto base	Caudal Máximo Histórico	Periodo de medición	Caudal pico (m ³ /seg) según análisis de descarga (t=1/50)
Rio Chira Puente Sullana	3,228	34	3,540
Rio Cañete Socsi	900	81	2,175
Rio Chinchá Conta	1,203	57	917
Rio Pisco Letrayoc	957	76	855
Rio Yauca San Francisco Alto	212	48	263
Rio Majes-Camaná Huatiapa	2,400	41	2,084

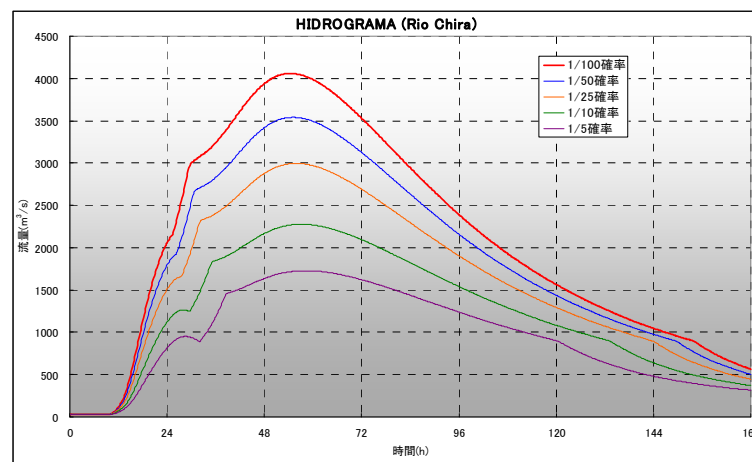


Figura-3.2.5-1 Hidrograma de inundaciones en el Río Chira

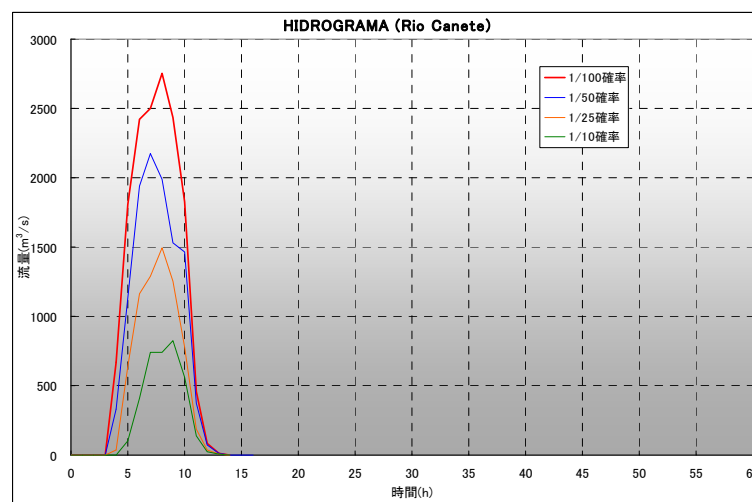


Figura -3.2.5-2 Hidrograma de inundaciones en el Río Cañete

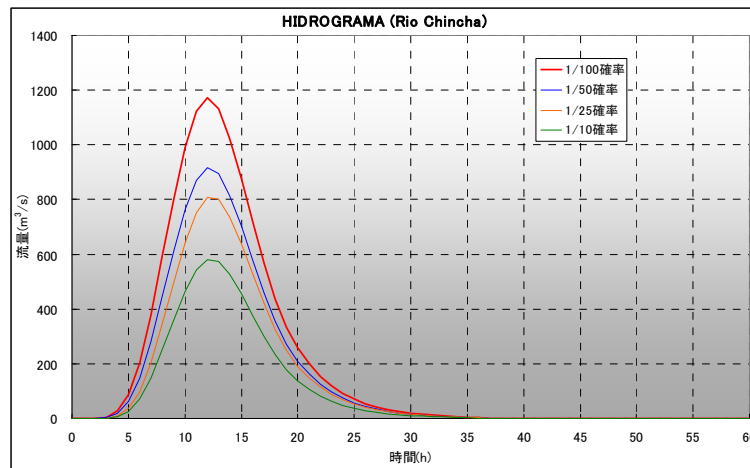


Figura -3.2.5-3 Hidrograma de inundaciones en el Río Chincha

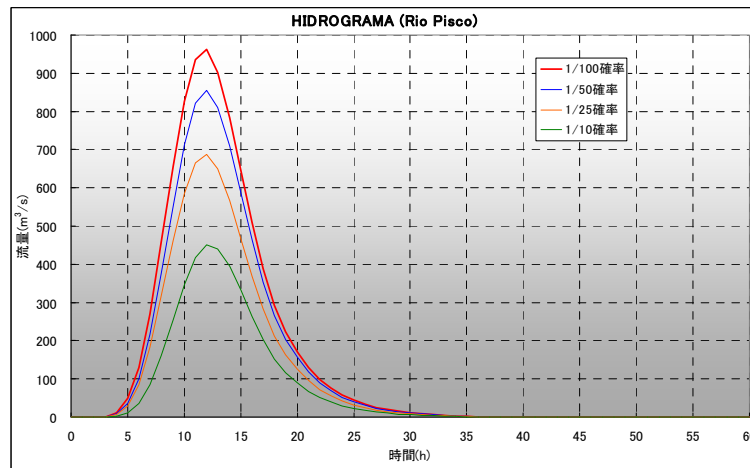


Figura -3.2.5-4 Hidrograma de inundaciones en el Río Pisco

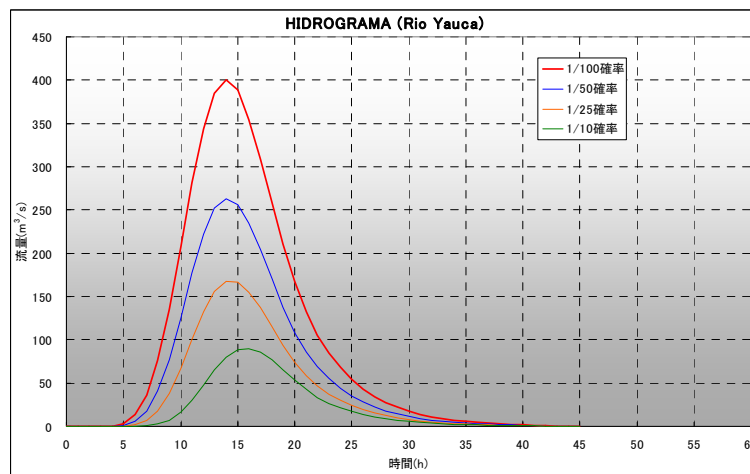


Figura -3.2.5-5 Hidrograma de inundaciones en el Río Yauca

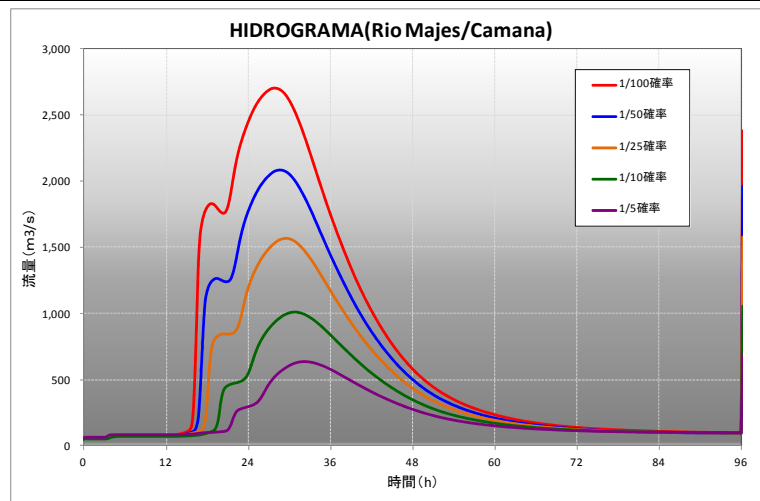


Figura -3.2.5-6 Hidrograma de inundaciones en el Río Majes-Camaná

3.3 Observaciones de los resultados del análisis

3.3.1 Verificación de los caudales pico

En las figura 3.3.1-1 al 3.3.1-4 se presentan ploteados los caudales probabilísticos específicos para cada caudal de retorno y los resultados del análisis de descargas realizado para cada cuenca de la costa peruana. (Fuente: "Estudio Hidrológico - Meteorológico en la Vertiente del Pacífico del Perú con Fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno El Niño para Prevención y Mitigación de Desastres", Ministerio de Economía y Finanzas, Asociación BCEOM - Sofi Consult S.A. ORSTOM, Nov. 1999.)

Comparando las envolventes de Creager y los caudales específicos para cada uno de las cuencas podemos concluir que los caudales probabilísticos calculados en el presente estudio están dentro del rango admisible.

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

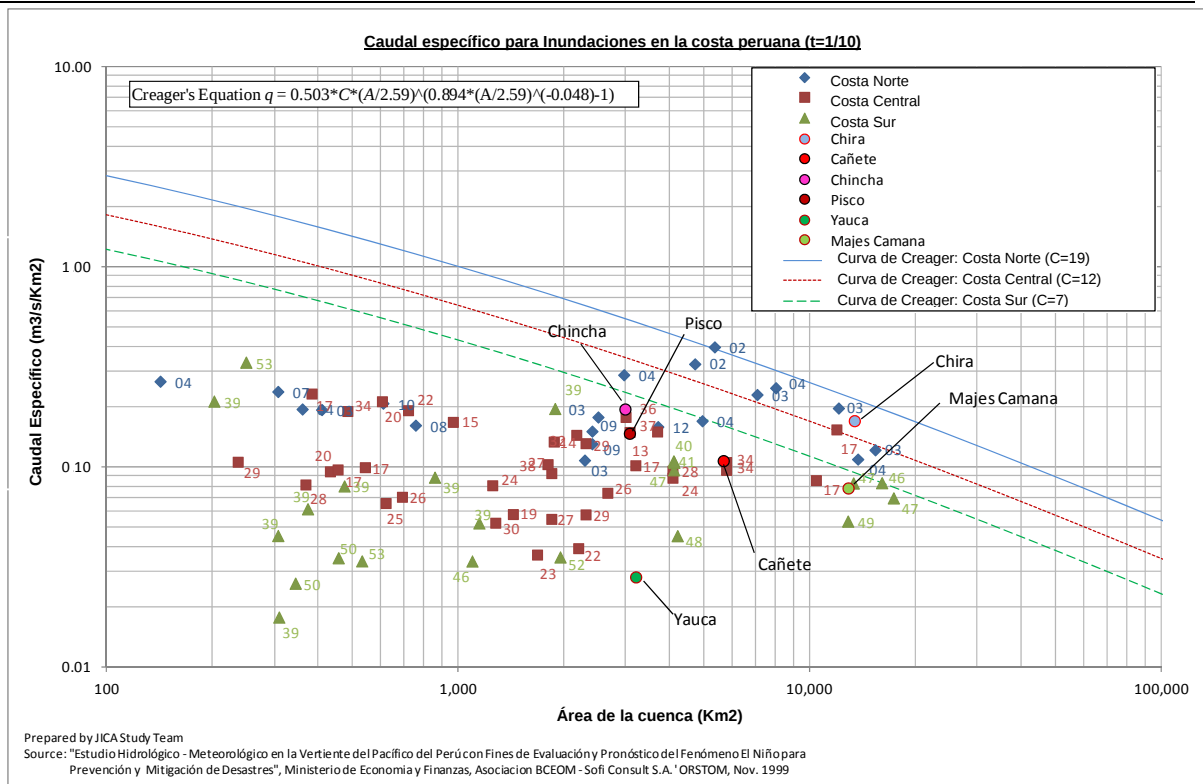


Figura 3.3.1-1 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (10 años de periodo de retorno)

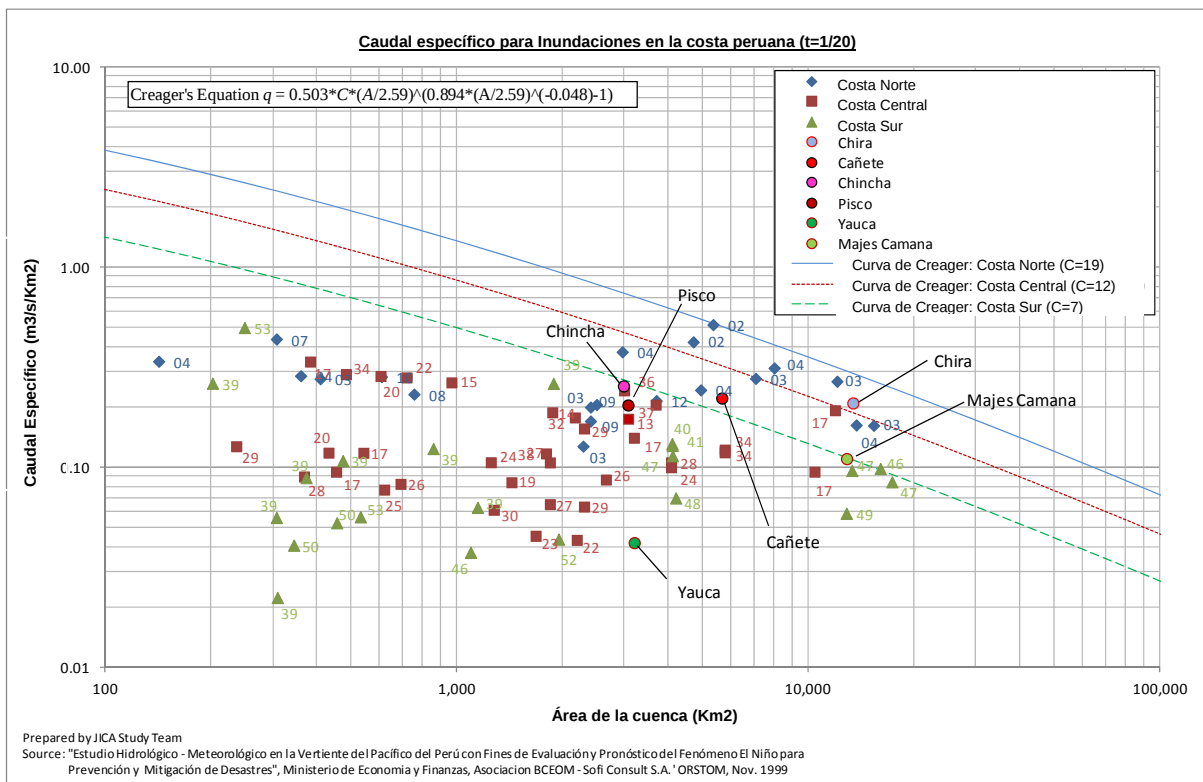


Figura 3.3.1-2 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (20 años de periodo de retorno)

**ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA**

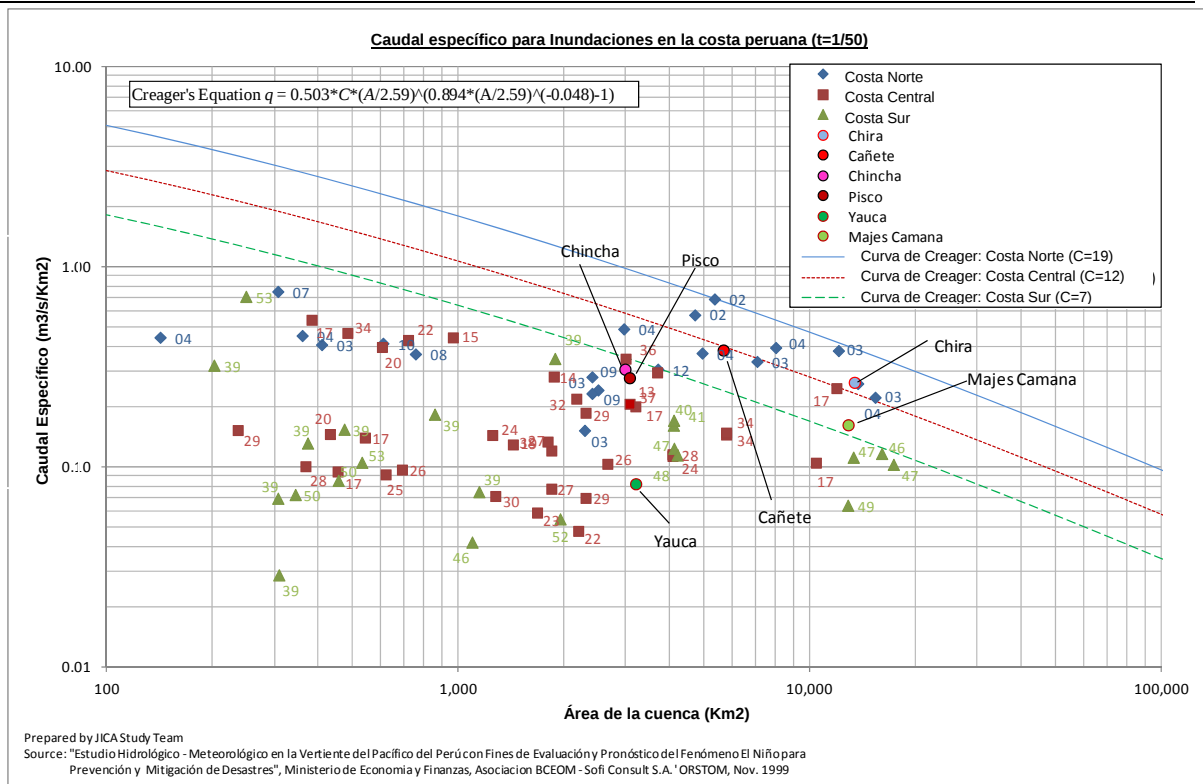


Figura 3.3.1-3 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (50 años de periodo de retorno)

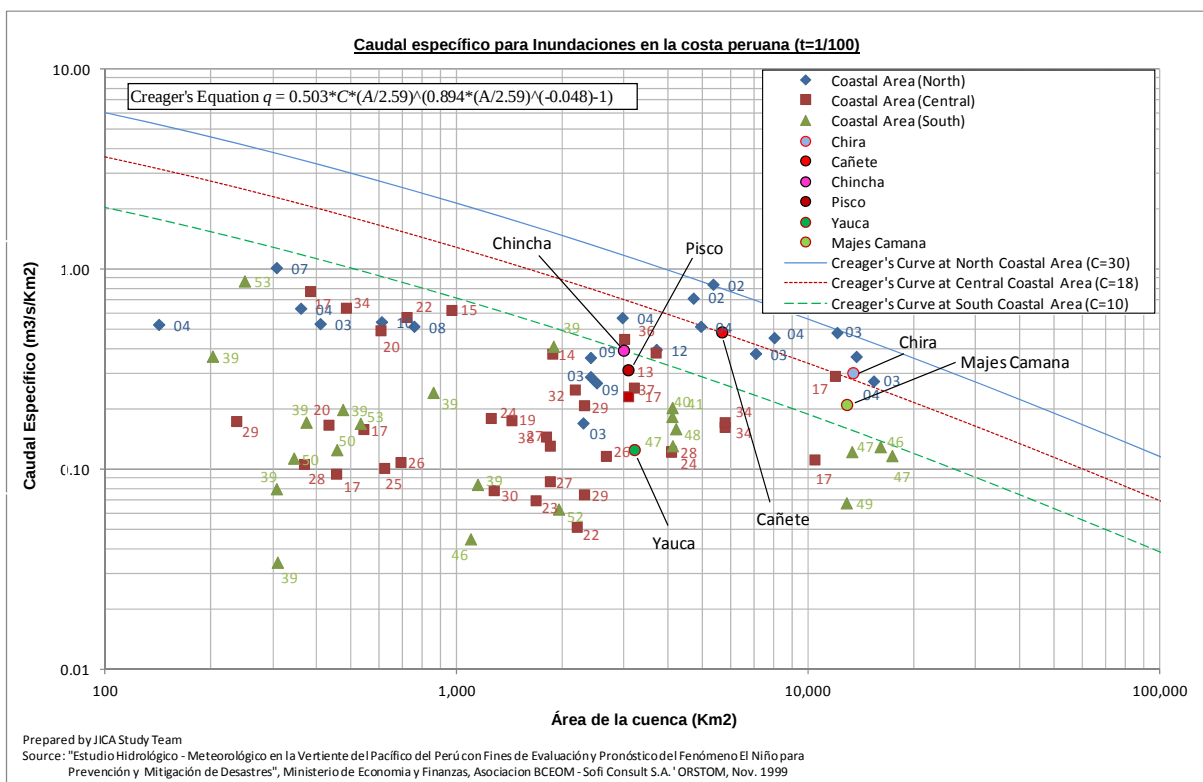


Figura 3.3.1-4 Caudales específicos probabilísticos y caudales pico calculados en el presente estudio para cada una de las cuencas de la costa peruana (100 años de periodo de retorno)

3.3.2 Caudal de inundaciones con un periodo de 50 años en el río Cañete

(1) Límites medibles de la estación de monitoreo Socsi

El corte seccional del río en la estación de monitoreo de caudal Socsi se presenta en la Figura 3.3.2-1 y el área de la cuenca con el máximo de nivel de agua (2.77m de profundidad) es la siguiente:

$$A = (28.17+37.92)*1.0/2+(55.50+66.28)*0.70/2+(66.28+70.88)*1.07/2 = 149.0\text{m}^2$$

Dado que la estación Socsi está ubicada curso bastante alto del área objeto, en el momento de inundaciones se producirá una velocidad del flujo de 5 ó 6 m/s.

Por consiguiente, suponiendo que la velocidad del flujo sean 6 m/s, se da el siguiente caudal;

$$Q = AV = 149.0 \times 6.0 = 894\text{m}^3/\text{sec}$$

En esta estación de monitoreo el caudal máximo medido histórico fueron 900 m³/s y es casi similar al caudal arriba mencionado. Por tanto, en esta estación es difícil medir un caudal superior a este.

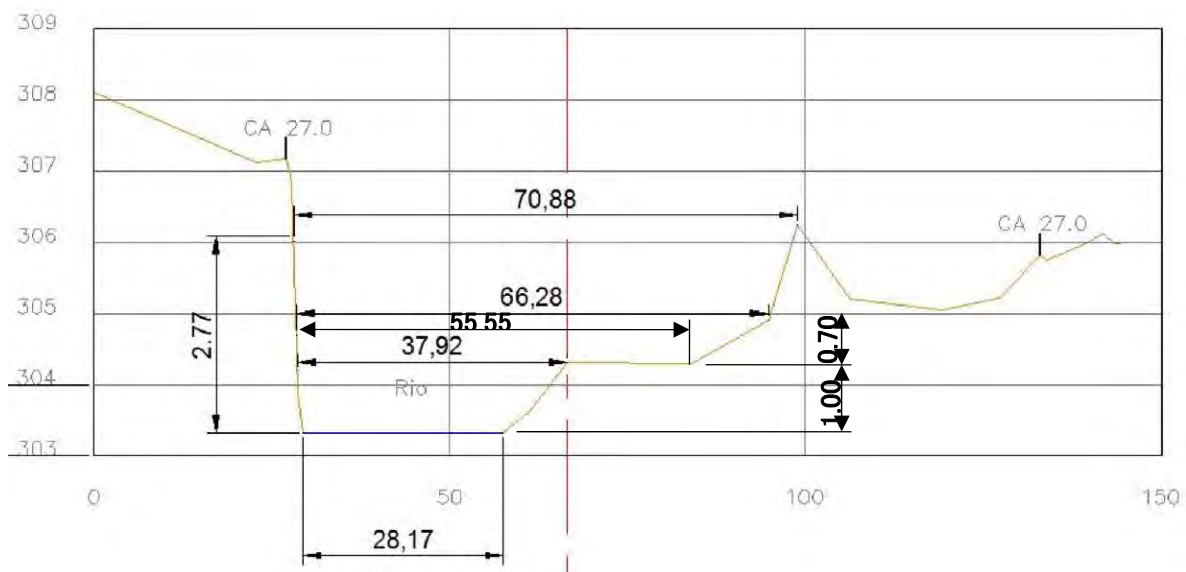


Figura 3.3.2-1 Corte seccional del río Cañete en la estación de monitoreo Socsi

(2) Comparación de los caudales de inundaciones según el periodo de retorno con las cuencas cercanas

Sobre las características de precipitaciones y de descarga en el río Cañete, se comparan con las de otros ríos cercanos (Chincha y Pisco) que tienen condiciones topográficas y geológicas parecidas y se verifica la justificación de los caudales según el periodo de retorno calculados a partir de datos pluviales en relación con los caudales de inundaciones según el periodo de retorno calculados del aforo.

Respecto a la posición de los ríos Cañete, Chincha y Pisco, el que está más cerca de la capital Lima es el río Cañete, el que está ubicado en su lado sur es el río Chincha y en el lado sur de éste está el río Pisco. La cuenca más parecida a la del río Cañete es la del río Chincha.

1) Características de descarga

La tabla 3.3.2-1 presenta las características de descarga basadas en los caudales de aforo de los 3 ríos. El valor medido del caudal máximo del río Cañete es extremadamente bajo en comparación con los demás ríos.

Tabla 3.3.2-1 Características de descarga

Ítem	Río Cañete Socsi	Río Chíncha Conta	Río Pisco Letrayoc
Área de la cuenca (km ²)	5,676	2,981	3,096
Caudal máx. (m ³ /s)	900.0	1,268.8	956.0
Caudal medio (m ³ /s)	338.8	240.3	296.6
Caudal máx./Área de la cuenca	0.159	0.426	0.306
Caudal medio/Área de la cuenca	0.060	0.081	0.096
Caudal máx./ Caudal medio	2.657	5.280	3.223

La tabla 3.3.2-2 presenta los resultados del cálculo de caudales según el periodo de retorno a partir de los caudales monitoreados (caudales máximos/año) de cada río. En la misma tabla se presentan también los caudales unitarios teniendo en cuenta el área de la cuenca para el caudal según el periodo de retorno en el río Cañete y los valores de este río son igualmente sumamente pequeños en comparación con otras cuencas.

Tabla 3.3.2-2 Comparación de descarga según el periodo de retorno (m³/s) en los puntos de referencia de cada río

	Río Cañete		Río Chíncha		Río Pisco	
	Área de la cuenca	Relación	Área de la cuenca	Relación	Área de la cuenca	Relación
Área de la cuenca y su proporción	5,676	1.904	2,981	1.000	3,096	1.039
Descarga y su proporción	Descarga	Proporción	Descarga	Proporción	Descarga	Proporción
Descarga de cada 5 años	454	1.201	378	1.000	398	1.053
Descarga de cada 10 años	547	1.021	536	1.000	500	0.933
Descarga de cada 25 años	665	0.872	763	1.000	648	0.849
Descarga de cada 50 años	753	0.792	951	1.000	774	0.814
Descarga de cada 100 años	840	0.727	1156	1.000	914	0.791
Descarga unitaria y su proporción	Descarga unitaria	Relación	Descarga unitaria	Relación	Descarga unitaria	Relación
Descarga de cada 5 años/ Área de la cuenca	0.080	0.631	0.127	1.000	0.129	1.014
Descarga de cada 10 años/ Área de la cuenca	0.096	0.563	0.180	1.000	0.161	0.898
Descarga de cada 25 años/ Área de la cuenca	0.117	0.458	0.256	1.000	0.209	0.818

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Descarga de cada 50 años/ Área de la cuenca	0.133	0.416	0.319	1.000	0.250	0.784
Descarga de cada 100 años/ Área de la cuenca	0.148	0.382	0.388	1.000	0.295	0.761

2) Características de precipitaciones

La tabla 3.3.2-3 presenta las precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno en los puntos de referencia de los 3 ríos. El río Cañete se caracteriza por tener precipitaciones medias de la cuenca mayores que otros ríos.

Tabla 3.3.2-3 Precipitaciones de 24 horas según el periodo de retorno (mm) en los puntos de referencia de cada río

	Río Cañete	Río Chíncha	Río Pisco
Cada 5 años	25.5	23.4	28.9
Cada 10 años	30.3	27.4	33.2
Cada 25 años	37.3	32.2	38.8
Cada 50 años	43.1	35.6	42.6
Cada 100 años	49.4	39.1	46.9

Con el fin de estimar las precipitaciones totales de cada río que afectan la descarga de cada cuenca, fueron calculadas precipitaciones totales de 24 horas (mil mm) de toda la cuenca multiplicando las precipitaciones totales de 24 horas (mm) según el periodo de retorno en cada río por el área de la cuenca (km²). Los resultados vienen en la tabla 3.3.2-4.

Tabla 3.3.2-4 Precipitaciones totales de 24 horas (mil m³) en los puntos de referencia de cada río

	Río Cañete	Río Chíncha	Río Pisco
Cada 5 años	144,738	69,755	89,474
Cada 10 años	171,983	81,679	102,787
Cada 25 años	211,715	95,988	120,125
Cada 50 años	244,636	106,124	131,890
Cada 100 años	280,394	116,557	145,202

3) Evaluación de los caudales según el periodo de retorno basados en el aforo en el río Cañete

a) Caudales específicos de los caudales según el periodo de retorno en los puntos de referencia

La tabla 3.3.2-5 presenta caudales específicos: descarga según el periodo de retorno de cada río, calculada en el inciso i) anterior, divididos por el área de sus respectivas cuencas. De

esta tabla se observa que el caudal específico del río Cañete según el periodo de retorno es extremadamente pequeño en comparación con el de otros ríos.

Por consiguiente, se supone que puede haber problemas en la descarga según el periodo de retorno del río Cañete (resultados de los caudales según el periodo de retorno calculados de los valores de caudal monitoreados).

Tabla 3.3.2-5 Caudales según el periodo de retorno (m³/s) en los puntos de referencia/ Área de la cuenca (km²)

	Río Cañete	Río Chincha	Río Pisco
Cada 5 años	0.080	0.127	0.129
Cada 10 años	0.096	0.180	0.161
Cada 25 años	0.117	0.256	0.209
Cada 50 años	0.133	0.319	0.250
Cada 100 años	0.148	0.388	0.295

b) Relación de los caudales según el periodo de retorno basados en el aforo y las precipitaciones totales según el periodo de retorno

La tabla 3.3.2-6 presenta los cocientes de dividir la descarga según el periodo de retorno de cada río, calculada en el inciso i) anterior, por las precipitaciones totales según el periodo de retorno de cada río. En la tabla se observa que los valores obtenidos dividiendo la descarga según el periodo de retorno del río Cañete por las precipitaciones totales no presentan variación en su relación, pese a que aumentan los años de retorno. Lo normal sería como los otros 2 ríos que la relación incrementa a medida que aumenta el periodo de retorno de precipitaciones.

Por lo tanto, de este punto de vista también se supone que puede haber problemas en la descarga del río Cañete según el periodo de retorno (resultados de los caudales según el periodo de retorno calculados de los valores de caudal monitoreados).

Tabla 3.3.2-6 Caudales según el periodo de retorno (m³/s) en los puntos de referencia/ Precipitaciones totales (mil m³)

	Río Cañete	Río Chincha	Río Pisco	Promedio de los 3 ríos	Promedio de los ríos Chincha y Pisco
Cada 5 años	0.0031	0.0054	0.0044	0.0043	0.0049
Cada 10 años	0.0032	0.0066	0.0049	0.0049	0.0057
Cada 25 años	0.0031	0.0079	0.0054	0.0055	0.0067
Cada 50 años	0.0031	0.0090	0.0059	0.0060	0.0074
Cada 100 años	0.0030	0.0099	0.0063	0.0064	0.0081

c) Cálculo estimado de la descarga del río Cañete basado en datos de otras cuencas

Se hace un cálculo estimado de la descarga del río Cañete basándose en datos de caudales según el periodo de retorno/ precipitaciones totales de otras cuencas. Ante el cálculo de la descarga del río Cañete, se comparan los casos de adoptar valores del río Chíncha adyacente al río Cañete con los casos de adoptar valores medios entre los ríos Chíncha y Pisco. No obstante, teniendo en cuenta que el río Cañete está ubicado al lado del río Chíncha, resultaría más razonable la descarga basada en valores de la cuenca del río Chíncha.

Tabla 3.3.2-7 Caudales según el periodo de retorno (m³/s) en los puntos de referencia/ Precipitaciones totales (mil m³)

	Río Chíncha	Río Pisco	Promedio	Descarga del río Cañete	
				Características del río Chíncha * Precipitaciones totales del río Cañete	Características medias de los ríos Chíncha y Pisco * Precipitaciones totales del río Cañete
Cada 5 años	0.0054	0.0044	0.0049	784.3	714.1
Cada 10 años	0.0066	0.0049	0.0057	1128.6	982.6
Cada 25 años	0.0079	0.0054	0.0067	1682.9	1412.5
Cada 50 años	0.0090	0.0059	0.0074	2192.2	1813.9
Cada 100 años	0.0099	0.0063	0.0081	2780.9	2273.0

La tabla 3.3.2-8 presenta una comparación de (1) caudales del aforo del río Cañete, (2) caudales del río Cañete estimados de caudales/precipitaciones totales del río Chíncha y (3) caudales analizados con HEC-HMS basándose en precipitaciones de 24 horas.

En la tabla se observa que (2) es bastante mayor que (1) por lo general y que (2) y (3) presentan una alta similitud en los periodos de retornos de poca frecuencia.

De acuerdo con lo estudiado anteriormente, es difícil adoptar los caudales de inundaciones según el periodo de retorno basados en los caudales del aforo y será adecuado utilizar los caudales de inundaciones según el periodo de retorno, analizados con HEC-HEMS basándose en las precipitaciones de 24 horas.

*ESTUDIO PREPARATORIO SOBRE EL PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE VALLES Y POBLACIONES
RURALES Y VULNERABLES ANTE INUNDACIONES EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ
INFORME FINAL INFORME PRINCIPAL I-6 INFORME DE SOPORTE
ANEXO-1 ANÁLISIS METEOROLÓGICO, HIDROLÓGICO Y DE DESCARGA*

Tabla 3.3.2-8 Comparación de caudales según el periodo de retorno en el río Cañete

Periodo de retorno	Caudal del aforo (1)		Caudal estimado según datos del río Chíncha (2)		Caudal analizado según HEC-HMS (3)	
	Caudal	Relación con precipitaciones totales	Caudal	Relación con precipitaciones totales	Caudal	Relación con precipitaciones totales
Cada 5 años	454	0.0031	784.3	0.0052	408	0.0028
Cada 10 años	547	0.0032	1128.6	0.0073	822	0.0048
Cada 25 años	665	0.0031	1682.9	0.0089	1496	0.0071
Cada 50 años	753	0.0031	2192.2	0.0099	2175	0.0089
Cada 100 años	840	0.0030	2780.9	0.0099	2751	0.0098

Apéndices

Apéndice-1 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Majes-Camaná

Apéndice -2 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Cañete

Apéndice -3 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Chincha

Apéndice -4 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Pisco

Apéndice -5 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Chira

Apéndice -6 Estudio Hidrológico en la Cuenca del Rio Yauca